

XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VÀ CHỈ SỐ PHÂN CẤP MỨC ĐỘ SUY THOÁI RỪNG PHÒNG HỘ ĐẦU NGUỒN Ở VIỆT NAM

¹Trần Anh Hải, ²Võ Đại Hải

¹*Viện Nghiên cứu Lâm sinh*

²*Chuyên gia độc lập*

TÓM TẮT

Rừng phòng hộ đầu nguồn (RPHĐN) giữ vai trò quan trọng trong bảo vệ đất, điều tiết nguồn nước, hạn chế xói mòn, giảm lũ quét và duy trì ổn định môi trường sinh thái. Nghiên cứu này nhằm xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số phục vụ phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN ở Việt Nam. Nghiên cứu được thực hiện qua ba bước: (i) tổng hợp cơ sở khoa học và xây dựng bộ tiêu chí, chỉ số sơ bộ; (ii) tham vấn 15 chuyên gia để sàng lọc, hoàn thiện bộ tiêu chí; và (iii) áp dụng thử nghiệm tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng) để kiểm chứng tính phù hợp và khả năng áp dụng. Kết quả xây dựng bộ tiêu chí sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số; sau tham vấn chuyên gia và sàng lọc, bộ tiêu chí chính thức gồm 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số, phản ánh ba thành phần quyết định chức năng phòng hộ của rừng là cấu trúc tầng cây cao, lớp phủ dưới tán và tái sinh rừng. Nghiên cứu cũng đề xuất ngưỡng phân cấp cho từng chỉ số theo ba mức suy thoái và phương pháp tính chỉ số suy thoái tổng hợp (DI) để lượng hóa mức độ suy thoái của từng lâm phần. Kết quả thử nghiệm cho thấy bộ tiêu chí và chỉ số có cơ sở khoa học, dễ áp dụng trong điều tra thực địa và phù hợp với điều kiện quản lý rừng ở Việt Nam. Bộ tiêu chí và chỉ số là cơ sở khoa học phục vụ đánh giá, phân cấp mức độ suy thoái, theo dõi diễn biến chất lượng rừng, xác định khu vực ưu tiên phục hồi và hỗ trợ xây dựng các giải pháp quản lý, bảo vệ và phát triển bền vững RPHĐN ở Việt Nam.

Từ khóa: Chỉ số đánh giá, phân cấp suy thoái, rừng phòng hộ đầu nguồn, suy thoái rừng, bộ tiêu chí.

DEVELOPMENT OF A SET OF CRITERIA AND INDICATORS FOR CLASSIFYING THE DEGRADATION LEVELS OF WATERSHED PROTECTION FORESTS IN VIETNAM

¹Tran Anh Hai, ²Vo Dai Hai

¹*Silviculture Research Institute*

²*Independent expert*

ABSTRACT

Watershed protection forests (WPFs) play a vital role in soil conservation, water regulation, erosion control, flash flood mitigation, and maintaining ecological stability. This study aimed to develop a set of criteria and indicators for classifying the degradation levels of watershed protection forests in Vietnam. The study was conducted in three steps: (i) reviewing the scientific basis and developing a preliminary set of criteria and indicators; (ii) consulting 15 experts to screen and refine the proposed set of criteria and indicators; and (iii) testing the proposed set in Quang Nam Province (now Da Nang City) to verify its suitability and applicability. The preliminary set comprised five criteria groups with 15 indicators. Following expert consultation and screening, the final set consisted of three criteria groups with eight indicators, representing the three key components determining the protection function of forests: overstory structure, understory vegetation cover, and forest regeneration. The study also proposed threshold values for classifying each indicator into three degradation levels and developed a Degradation Index (DI) to quantify the degradation level of individual forest stands. The validation results demonstrated that the proposed set of criteria and indicators is scientifically sound, practical for field assessment, and suitable for forest management conditions in Vietnam. The proposed set provides a scientific basis for assessing and classifying forest degradation, monitoring changes in forest quality, identifying priority areas for restoration, and supporting the development of sustainable management, protection, and restoration strategies for watershed protection forests in Vietnam.

Keywords: Criteria and indicators, degradation assessment, degradation classification, forest degradation, watershed protection forests.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

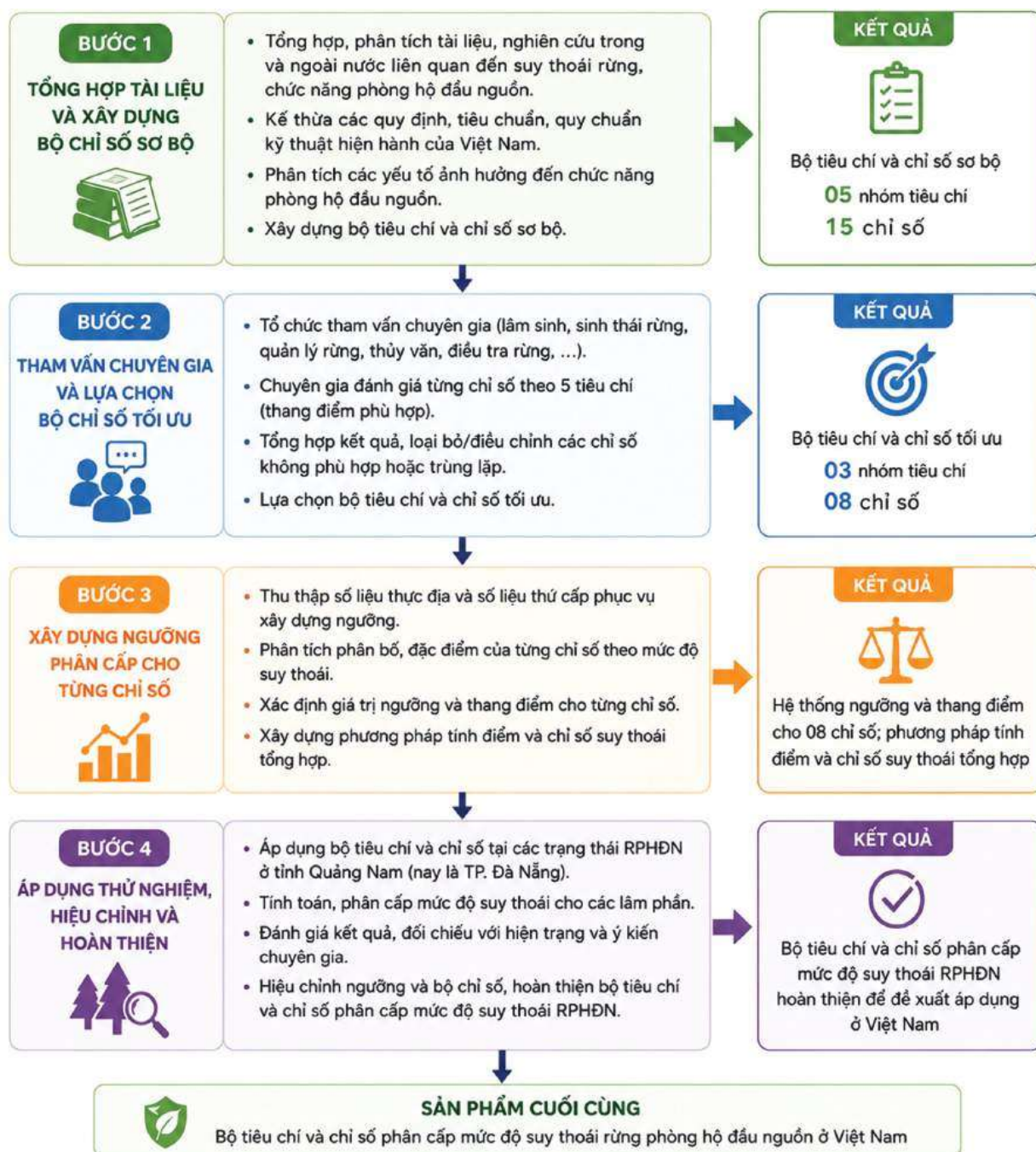
Rừng phòng hộ đầu nguồn (RPHĐN) là bộ phận quan trọng của hệ thống rừng phòng hộ ở Việt Nam, có chức năng bảo vệ đất, điều tiết nguồn nước, hạn chế xói mòn, giảm lũ quét, sạt lở đất và duy trì ổn định môi trường sinh thái trên các lưu vực sông, hồ chứa. Theo Luật Lâm nghiệp năm 2017, RPHĐN là loại rừng được ưu tiên bảo vệ nhằm bảo đảm an ninh nguồn nước, phòng chống thiên tai, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu (Quốc hội, 2017). Theo Quyết định số 1106/QĐ-BNNMT ngày 31/3/2026 của Bộ Nông nghiệp và Môi trường công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2025, diện tích RPHĐN của Việt Nam đạt 4.445.135,90 ha, chiếm khoảng 94,7% tổng diện tích rừng phòng hộ, khẳng định vai trò chủ đạo của loại rừng này trong việc thực hiện chức năng phòng hộ của hệ thống rừng quốc gia (Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2026). Trong những năm gần đây, công tác bảo vệ, phục hồi và nâng cao chất lượng RPHĐN tiếp tục được xác định là một trong những nhiệm vụ trọng tâm của ngành lâm nghiệp. Chiến lược phát triển lâm nghiệp Việt Nam giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đặt mục tiêu phục hồi và nâng cao chất lượng rừng tự nhiên, phát triển rừng phòng hộ, tăng cường khả năng bảo vệ nguồn nước, bảo tồn đa dạng sinh học và nâng cao khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu (Thủ tướng Chính phủ, 2021). Tuy nhiên, dưới tác động của khai thác rừng, chuyển đổi mục đích sử dụng đất, cháy rừng, thiên tai và biến đổi khí hậu, nhiều diện tích RPHĐN đã và đang suy giảm về cấu trúc, chức năng phòng hộ và khả năng phục hồi, làm giảm hiệu quả bảo vệ đất, điều tiết nguồn nước và ổn định môi trường sinh thái.

Mặc dù công tác điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng đã được thực hiện thường xuyên, song

đến nay ở Việt Nam vẫn chưa có bộ tiêu chí và chỉ số thống nhất để đánh giá, phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN theo chức năng phòng hộ. Việc chưa có bộ tiêu chí và chỉ số thống nhất để đánh giá, phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN không chỉ gây khó khăn trong lượng hóa và theo dõi diễn biến mức độ suy thoái, mà còn hạn chế khả năng so sánh kết quả giữa các địa phương, xác định khu vực ưu tiên phục hồi và đánh giá hiệu quả các chương trình quản lý, bảo vệ và phát triển rừng trên cơ sở khoa học. Vì vậy, việc xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN là cần thiết, góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học cho đánh giá suy thoái RPHĐN, chuẩn hóa phương pháp đánh giá, đồng thời hỗ trợ công tác quản lý, giám sát, phục hồi và phát triển bền vững RPHĐN ở Việt Nam. Xuất phát từ những yêu cầu thực tiễn và khoảng trống nghiên cứu nêu trên, nghiên cứu này xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN ở Việt Nam; đồng thời áp dụng thử nghiệm tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng) nhằm kiểm chứng tính khoa học, tính phù hợp và khả năng áp dụng trong thực tiễn.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Việc xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái rừng phòng hộ đầu nguồn (RPHĐN) được thực hiện theo quy trình gồm 03 bước liên hoàn (hình 1): (i) xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ trên cơ sở kế thừa, tổng hợp và phân tích tài liệu trong nước và quốc tế; (ii) tham vấn chuyên gia để đánh giá, sàng lọc và hoàn thiện bộ tiêu chí, chỉ số; và (iii) áp dụng thử nghiệm bộ tiêu chí tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng) nhằm kiểm chứng tính phù hợp và hoàn thiện bộ tiêu chí trước khi đề xuất áp dụng trong thực tiễn.



Hình 1. Quy trình xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp suy thoái RPHDN

Bước 1: Xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ

Nghiên cứu kế thừa có chọn lọc các văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật và hướng dẫn chuyên ngành của Việt Nam về điều tra, kiểm kê, theo dõi diễn biến rừng, quản lý rừng phòng hộ và đánh giá tài nguyên rừng; đồng thời tổng hợp các công trình nghiên cứu trong nước

và quốc tế liên quan đến chức năng phòng hộ đầu nguồn, sinh thái rừng, thủy văn rừng, suy thoái rừng và phục hồi hệ sinh thái rừng. Tổng cộng có 43 tài liệu được sử dụng, gồm 24 tài liệu trong nước và 19 tài liệu quốc tế. Các tài liệu được phân tích, đối chiếu và tổng hợp nhằm xác định các yếu tố ảnh hưởng đến chức năng phòng hộ đầu nguồn,

lựa chọn các tiêu chí và chỉ số phản ánh mức độ suy thoái RPHĐN. Việc xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ tuân thủ các nguyên tắc:

- i) Phản ánh trực tiếp sự suy giảm cấu trúc, chức năng phòng hộ và khả năng phục hồi của hệ sinh thái rừng;
- ii) Có cơ sở khoa học và thực tiễn;
- iii) Hạn chế sự trùng lặp giữa các chỉ số;
- iv) Dễ xác định ngoài thực địa;
- v) Phù hợp với điều kiện điều tra, theo dõi và quản lý rừng ở Việt Nam.

Bước 2: Tham vấn chuyên gia và lựa chọn bộ tiêu chí, chỉ số tối ưu

Bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ được lấy ý kiến của 15 chuyên gia thông qua hội thảo chuyên gia kết hợp trao đổi chuyên môn. Các chuyên gia được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu có chủ đích, bảo đảm có trình độ chuyên môn sâu và kinh nghiệm nghiên cứu trong các lĩnh vực lâm sinh, sinh thái rừng, quản lý rừng phòng hộ, điều tra tài nguyên rừng và quản lý lưu vực.

Mỗi tiêu chí và chỉ số được chuyên gia đánh giá theo thang Likert 5 mức, trong đó: 1 điểm – rất không phù hợp; 2 điểm – không phù hợp; 3 điểm – phù hợp ở mức trung bình; 4 điểm – phù hợp; và 5 điểm – rất phù hợp. Việc đánh giá được thực hiện dựa trên 05 nội dung:

- i) Mức độ phản ánh đúng bản chất suy thoái RPHĐN;
- ii) Tính đại diện đối với chức năng phòng hộ đầu nguồn;
- iii) Tính độc lập giữa các chỉ số;
- iv) Khả năng điều tra, xác định ngoài thực địa;
- v) Khả năng áp dụng trong quản lý, giám sát và theo dõi diễn biến rừng.

Kết quả đánh giá của các chuyên gia được tổng hợp và tính điểm trung bình cho từng tiêu chí, chỉ

số. Các chỉ số được xem xét trên cơ sở điểm đánh giá trung bình và mức độ thống nhất ý kiến của các chuyên gia; những chỉ số có nội dung trùng lặp, điểm đánh giá thấp hoặc khó áp dụng trong thực tiễn được điều chỉnh hoặc loại bỏ.

Bước 3: Áp dụng thử nghiệm và hoàn thiện bộ tiêu chí

Bộ tiêu chí và chỉ số sau khi hoàn thiện được áp dụng thử nghiệm trên các trạng thái RPHĐN tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng). Các chỉ số được xác định theo phương pháp điều tra lâm học hiện hành và sử dụng để xây dựng ngưỡng phân cấp, tính toán chỉ số suy thoái tổng hợp và phân cấp mức độ suy thoái của các lâm phần nghiên cứu.

Kết quả phân cấp được đối chiếu với hiện trạng rừng ngoài thực địa và tham khảo ý kiến chuyên gia để đánh giá tính phù hợp, khả năng phân loại và tính khả thi của bộ tiêu chí và chỉ số. Trên cơ sở đó, các tiêu chí, chỉ số và ngưỡng phân cấp được rà soát, hiệu chỉnh và hoàn thiện trước khi đề xuất áp dụng trong đánh giá và phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN ở Việt Nam.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ

Rừng phòng hộ đầu nguồn (RPHĐN) có chức năng chủ yếu là bảo vệ đất, điều tiết nguồn nước, hạn chế xói mòn, giảm dòng chảy mặt, giảm nguy cơ lũ quét, sạt lở đất và duy trì sự ổn định của hệ sinh thái trên lưu vực. Đây là chức năng sinh thái đặc thù, có ý nghĩa quan trọng đối với bảo vệ tài nguyên đất, tài nguyên nước, giảm nhẹ thiên tai và phát triển bền vững ở các vùng đầu nguồn. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã khẳng định rằng hiệu quả phòng hộ của rừng không chỉ phụ thuộc vào diện tích che phủ mà còn chịu ảnh hưởng tổng hợp của cấu trúc quần xã thực vật, đặc điểm đất rừng và khả năng tự duy trì của hệ sinh thái (Bosch, Hewlett, 1982; Bruijnzeel, 1990, 2004; Bonell, Bruijnzeel, 2005; Calder, 2007).

Về cơ chế sinh thái, chức năng phòng hộ được hình thành từ sự tác động tổng hợp của nhiều thành phần trong hệ sinh thái rừng. Tầng cây cao làm giảm động năng hạt mưa và lượng mưa xuyên tán; thảm tươi, cây bụi và lớp thảm mục làm tăng khả năng thấm nước, hạn chế dòng chảy mặt và xói mòn đất; hệ thống rễ cây góp phần gia cố đất, tăng độ ổn định sườn dốc; trong khi đất rừng với hàm lượng chất hữu cơ cao có khả năng tích trữ và điều tiết nước, góp phần duy trì dòng chảy mùa khô và giảm đỉnh lũ mùa mưa. Do đó, sự suy giảm cấu trúc hoặc chức năng của bất kỳ thành phần nào trong hệ sinh thái đều làm giảm hiệu quả phòng hộ đầu nguồn.

Tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy chức năng phòng hộ đầu nguồn chịu ảnh hưởng của nhiều nhóm yếu tố khác nhau. Có thể phân thành ba nhóm chính: (i) Nhóm chỉ tiêu phản ánh cấu trúc rừng, như độ tàn che, mật độ cây, trữ lượng, cấu trúc tầng tán và sinh khối; (ii) Nhóm chỉ tiêu phản ánh chức năng phòng hộ, như độ che phủ mặt đất, lớp thảm mục, khả năng thấm nước và mức độ xói mòn; và (iii) Nhóm chỉ tiêu phản ánh khả năng phục hồi của hệ sinh thái, thông qua tái sinh tự nhiên, chất lượng cây tái sinh và khả năng duy trì thành phần loài. Ngoài ra, nhiều nghiên cứu cũng đề cập đến các yếu tố điều kiện tự nhiên như địa hình, khí hậu, đất đai, lập địa hoặc cường độ tác động của con người. Tuy nhiên, các yếu tố này chủ yếu đóng vai trò là điều kiện nền hoặc nguyên nhân tác động, còn mức độ suy thoái của RPHĐN cuối cùng vẫn được biểu hiện thông qua sự thay đổi của cấu trúc rừng, chức năng phòng hộ và khả năng phục hồi của hệ sinh thái.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về chức năng phòng hộ đầu nguồn được triển khai từ khá sớm (Bùi Nganh, Nguyễn Ngọc Bích, 1985; Nguyễn Ngọc Lung, Võ Đại Hải, 1997). Các nghiên cứu của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (Võ Đại Hải, 1996; 2009), Trường Đại học Lâm nghiệp (Phạm Văn Điền, 2009) và nhiều tác giả khác đều khẳng định rằng rừng tự nhiên có cấu trúc hoàn chỉnh, có khả năng giữ nước, tăng lượng nước thấm vào đất,

giảm dòng chảy mặt, giảm xói mòn và điều hòa dòng chảy tốt hơn so với rừng nghèo, rừng bị suy thoái hoặc đất không có rừng. Các nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng những chỉ tiêu như độ tàn che, cấu trúc tầng tán, trữ lượng, lớp thảm mục, độ che phủ mặt đất và tái sinh tự nhiên có mối quan hệ chặt chẽ với hiệu quả phòng hộ và được sử dụng phổ biến trong điều tra, kiểm kê và đánh giá chất lượng rừng ở Việt Nam.

Đáng chú ý, Ngô Đình Quế và đồng tác giả (2011) đã đề xuất bộ tiêu chí đánh giá suy thoái RPHĐN gồm 07 tiêu chí với 23 chỉ số trên cơ sở điều tra tại bốn lưu vực đại diện ở Việt Nam. Bộ tiêu chí này phản ánh khá toàn diện các yếu tố ảnh hưởng đến chức năng phòng hộ, bao gồm cả các chỉ số về cấu trúc rừng và các yếu tố điều kiện tự nhiên như độ dốc, đất và lập địa. Tuy nhiên, nghiên cứu này hướng tới đánh giá mức độ suy thoái của hệ sinh thái rừng, thay vì đánh giá tổng hợp hiệu quả phòng hộ của lưu vực. Vì vậy, các yếu tố như độ dốc, đất và lập địa được xem là yếu tố ngoại sinh, quyết định tiềm năng phòng hộ của khu vực nhưng không phản ánh sự thay đổi nội tại của hệ sinh thái rừng trong quá trình suy thoái. Trên cơ sở kế thừa các nghiên cứu trước đây và kết quả tổng hợp 43 tài liệu (24 tài liệu trong nước và 19 tài liệu quốc tế), nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số, tập trung vào ba nhóm thuộc tính cốt lõi là cấu trúc rừng, chức năng phòng hộ và khả năng phục hồi của hệ sinh thái, làm cơ sở cho bước tham vấn chuyên gia và sàng lọc các chỉ số phù hợp.

3.2. Phân tích và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phòng hộ đầu nguồn của rừng

Từ các nghiên cứu về thủy văn rừng, sinh thái rừng và chức năng phòng hộ cho thấy, khả năng phòng hộ đầu nguồn là kết quả tổng hợp của nhiều nhóm yếu tố khác nhau, bao gồm các yếu tố nội tại của hệ sinh thái rừng và các yếu tố điều kiện tự nhiên như địa hình, đất đai và khí hậu. Tuy nhiên, không phải tất cả các yếu tố đều phản ánh trực tiếp mức độ suy thoái của rừng hoặc phù hợp để xây dựng

bộ chỉ số đánh giá. Vì vậy, nghiên cứu tập trung phân tích và sàng lọc các yếu tố theo ba tiêu chí chính: mức độ ảnh hưởng đến chức năng phòng hộ, khả năng phản ánh mức độ suy thoái và tính khả thi trong điều tra ngoài thực địa.

a) Nhóm yếu tố cấu trúc rừng: Đây là nhóm yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng giữ nước trên tán, giảm động năng hạt mưa, tăng lượng nước thấm vào đất, hạn chế dòng chảy mặt và giảm xói mòn đất (Bosch, Hewlett, 1982; Bruijnzeel, 1990; Calder, 2007). Nhiều chỉ tiêu được sử dụng để mô tả cấu trúc rừng như độ tàn che, mật độ cây, trữ lượng, sinh khối, đường kính, chiều cao cây và cấu trúc tầng tán. Tuy nhiên, một số chỉ tiêu có mối quan hệ chặt chẽ với nhau hoặc khó xác định trong điều tra thực địa. Vì vậy, nghiên cứu lựa chọn ba chỉ số có tính đại diện cao và dễ áp dụng là độ tàn che, trữ lượng rừng và cấu trúc tầng tán.

b) Nhóm yếu tố liên quan đến chức năng bảo vệ đất và điều tiết nước: Chức năng phòng hộ đầu nguồn chịu ảnh hưởng lớn của lớp thảm mục, thảm tươi và lớp phủ bề mặt đất. Mặc dù các chỉ tiêu như khả năng thấm nước, dòng chảy mặt hoặc độ ẩm đất phản ánh khá rõ chức năng phòng hộ, nhưng việc xác định các chỉ tiêu này đòi hỏi thiết bị chuyên dụng và thời gian theo dõi dài. Do đó, nghiên cứu ưu tiên lựa chọn độ che phủ thảm tươi và độ dày lớp thảm mục vì vừa phản ánh trực tiếp khả năng bảo vệ đất, vừa dễ xác định ngoài thực địa.

c) Nhóm yếu tố phản ánh khả năng phục hồi của rừng: Khả năng phục hồi quyết định sự duy trì lâu dài chức năng phòng hộ của hệ sinh thái. Tái sinh tự nhiên phản ánh trực tiếp sức sống và khả năng phục hồi của lâm phần sau tác động. Vì vậy, các chỉ số về mật độ cây tái sinh, tỷ lệ cây tái sinh triển vọng và số loài cây tái sinh được lựa chọn để đánh giá khả năng phục hồi của rừng.

d) Nhóm yếu tố điều kiện tự nhiên và tác động bên ngoài: Các yếu tố như độ dốc, loại đất, lượng mưa và cường độ tác động của con người đều ảnh hưởng đến hiệu quả phòng hộ của rừng. Tuy nhiên, đây chủ yếu là các yếu tố ngoại sinh, quyết định tiềm năng phòng hộ của khu vực nhưng không

phản ánh trực tiếp sự thay đổi của hệ sinh thái rừng trong quá trình suy thoái. Vì vậy, nghiên cứu không đưa các yếu tố này vào bộ chỉ số chính thức mà chỉ xem là điều kiện nền khi đánh giá mức độ suy thoái RPHĐN.

Từ các phân tích trên có thể thấy rằng, mặc dù nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phòng hộ đầu nguồn, nhưng đối với mục tiêu đánh giá mức độ suy thoái RPHĐN, bộ chỉ số cần ưu tiên các yếu tố nội tại của hệ sinh thái rừng, phản ánh trực tiếp sự suy giảm về cấu trúc, chức năng phòng hộ và khả năng phục hồi. Đây là cơ sở khoa học để lựa chọn các tiêu chí và chỉ số tối ưu trong nghiên cứu này.

Trên cơ sở tổng hợp các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước, các quy định hiện hành của Việt Nam về quản lý, bảo vệ và phát triển rừng phòng hộ đầu nguồn, nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ phục vụ phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN. Bộ chỉ số sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số, phản ánh các đặc trưng cơ bản về cấu trúc tầng cây cao, lớp phủ dưới tán, khả năng tái sinh, điều kiện đất và chức năng phòng hộ của hệ sinh thái rừng. Việc xây dựng bộ chỉ số sơ bộ theo hướng tiếp cận tổng hợp nhằm bảo đảm bao quát các yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng thực hiện chức năng phòng hộ đầu nguồn của rừng, đồng thời tạo cơ sở để lựa chọn các chỉ số có tính đại diện cao thông qua quá trình tham vấn chuyên gia và kiểm chứng thực địa, cụ thể:

– Cấu trúc tầng cây cao: Gồm các chỉ số: 1) Độ tàn che; 2) Mật độ cây gỗ tầng cao; 3) Cấu trúc tầng cây; 4) Trữ lượng rừng.

– Lớp phủ dưới tán rừng: Gồm các chỉ số: 5) Độ che phủ thảm tươi; 6) Độ che phủ thảm mục; 7) Mức độ đất trống dưới tán.

– Tái sinh rừng: Gồm các chỉ số: 8) Mật độ cây tái sinh; 9) Mật độ cây tái sinh có triển vọng; 10) Số lượng loài cây tái sinh.

– Điều kiện đất và chống xói mòn: Gồm các chỉ số: 11) Mức độ xói mòn đất; 12) Tỷ lệ đá lộ đầu; 13) Độ dày tầng đất.

– Chức năng phòng hộ: Gồm các chỉ số: 14) Khả năng giữ nước của thảm rừng; 15) Khả năng hạn chế dòng chảy mặt.

Kết quả tổng hợp cho thấy các chỉ số đề xuất phản ánh tương đối đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến chức năng phòng hộ đầu nguồn của rừng, trong đó nhóm tiêu chí về cấu trúc tầng cây cao phản ánh mức độ phát triển của tầng cây chính; nhóm lớp phủ dưới tán và tái sinh phản ánh khả năng bảo vệ đất và phục hồi tự nhiên của hệ sinh thái rừng; nhóm điều kiện đất phản ánh mức độ ổn định của lập địa; trong khi nhóm chức năng phòng hộ đánh giá trực tiếp khả năng điều tiết nước và hạn chế xói mòn của rừng. Tuy nhiên, một số chỉ số có nội dung tương đồng hoặc khó xác định ngoài thực địa, đặc biệt là các chỉ số liên quan đến chức năng thủy văn và đặc điểm đất, do đó cần tiếp tục được đánh giá, sàng lọc trước khi lựa chọn bộ chỉ số chính thức. Trên cơ sở các phân tích trên, nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số, làm cơ sở cho quá trình tham vấn chuyên gia và lựa chọn bộ tiêu chí chính thức.

3.3. Lựa chọn bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN

Bộ tiêu chí sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số được xây dựng trên cơ sở tổng hợp tài liệu và phân tích cơ sở khoa học đã được gửi lấy ý kiến của 15 chuyên gia trong các lĩnh vực lâm sinh, sinh thái rừng, quản lý rừng phòng hộ, điều tra tài nguyên rừng và quản lý lưu vực. Các chuyên gia đánh giá từng tiêu chí và chỉ số theo các nội dung: mức độ phản ánh bản chất suy thoái RPHĐN, tính đại diện đối với chức năng phòng hộ đầu nguồn, tính độc lập giữa các chỉ số, khả năng điều tra ngoài thực địa và khả năng áp dụng trong quản lý, giám sát rừng.

Kết quả tham vấn cho thấy hầu hết các chuyên gia đều thống nhất rằng bộ tiêu chí sơ bộ phản ánh khá đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phòng hộ đầu nguồn của rừng. Tuy nhiên, một số chỉ số

có nội dung trùng lặp, khó xác định ngoài thực địa hoặc phản ánh gián tiếp chức năng phòng hộ hơn là mức độ suy thoái của hệ sinh thái rừng. Trên cơ sở tổng hợp ý kiến chuyên gia, nhóm nghiên cứu tiến hành rà soát và sàng lọc bộ chỉ số theo các nguyên tắc:

- i) Phản ánh trực tiếp sự suy giảm cấu trúc, chức năng phòng hộ và khả năng phục hồi của hệ sinh thái rừng;
- ii) Có tính đại diện cao và hạn chế sự trùng lặp giữa các chỉ số;
- iii) Có khả năng xác định bằng phương pháp điều tra lâm học thông thường;
- iv) Thuận lợi cho theo dõi, giám sát diễn biến chất lượng rừng trong thực tiễn.

Theo các nguyên tắc trên, 02 nhóm tiêu chí gồm “Điều kiện đất và chống xói mòn” và “Chức năng phòng hộ” đã bị loại bỏ ra khỏi bộ tiêu chí chính thức. Mặc dù các chỉ tiêu thuộc hai nhóm này có ảnh hưởng đến hiệu quả phòng hộ đầu nguồn, nhưng phần lớn phản ánh điều kiện nền của lập địa hoặc kết quả thực hiện chức năng phòng hộ, không phản ánh trực tiếp mức độ suy thoái nội tại của hệ sinh thái rừng. Bên cạnh đó, một số chỉ số như khả năng giữ nước của thảm rừng, khả năng hạn chế dòng chảy mặt hoặc mức độ xói mòn đất đòi hỏi thời gian theo dõi dài hoặc thiết bị chuyên dụng, làm giảm tính khả thi khi áp dụng trong điều tra và giám sát rừng trên diện rộng. Đối với các nhóm tiêu chí còn lại, quá trình tham vấn cũng cho thấy một số chỉ số có mối quan hệ chặt chẽ với nhau hoặc cung cấp thông tin tương đồng. Vì vậy, các chỉ số có tính đại diện thấp hoặc khó xác định ngoài thực địa được loại bỏ, giữ lại những chỉ số phản ánh tốt nhất đặc điểm cấu trúc rừng, lớp phủ dưới tán và khả năng tái sinh tự nhiên của hệ sinh thái. Kết quả sàng lọc đã loại bỏ 07 chỉ số, đồng thời giữ lại 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số có mức độ đồng thuận cao giữa các chuyên gia và đáp ứng tốt các yêu cầu về cơ sở khoa học cũng như khả năng áp dụng trong thực tiễn (bảng 2).

Bảng 2. Bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN

Nhóm tiêu chí	Chỉ số	Ý nghĩa sinh thái	Cơ sở khoa học lựa chọn	Nguồn kế thừa
I. Cấu trúc tầng cây cao	1. Độ tàn che	Phản ánh trực tiếp khả năng che phủ của tầng cây cao, góp phần giảm động năng hạt mưa, hạn chế xói mòn và điều tiết dòng chảy mặt.	Chỉ số phản ánh trực tiếp mức độ che phủ của rừng, đo lường đơn giản, dễ xác định ngoài thực địa và được sử dụng phổ biến trong điều tra, kiểm kê rừng ở Việt Nam và quốc tế.	– Hệ thống điều tra, kiểm kê rừng của Việt Nam (QĐ 1558/QĐ-UB 2018; TT 33/2018/TT-BNNPTNT); – Ngô Đình Quế và đồng tác giả (2012); – FAO (2020).
	2. Trữ lượng rừng	Phản ánh mức độ phát triển của quần xã rừng, khả năng tích lũy sinh khối và duy trì chức năng phòng hộ.	Đại diện cho trạng thái phát triển của lâm phần, phản ánh đầy đủ hơn chất lượng cấu trúc so với mật độ cây; đồng thời kế thừa hệ thống phân loại trạng thái rừng hiện hành của Việt Nam.	– Hệ thống phân loại trạng thái rừng Việt Nam (TCVN 11326:2016); – Ngô Đình Quế và đồng tác giả (2012); – FAO (2020).
	3. Cấu trúc tầng tán	Phản ánh mức độ phân tầng của quần xã và tính ổn định của cấu trúc rừng, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng phòng hộ đầu nguồn.	Thể hiện mức độ hoàn chỉnh của cấu trúc không gian rừng (phân tầng), ảnh hưởng đến ổn định vi khí hậu, đa dạng sinh học và chức năng phòng hộ.	– Các nghiên cứu về cấu trúc rừng và sinh thái rừng nhiệt đới; – Nguyễn Nghĩa Thìn và đồng tác giả (2014); – FAO (2020).
II. Lớp phủ dưới tán	4. Độ che phủ thảm tươi	Phản ánh khả năng che phủ bề mặt đất, hạn chế dòng chảy mặt, rửa trôi đất và duy trì ẩm cho đất.	Là thành phần quan trọng của lớp phủ dưới tán, dễ xác định và phản ánh trực tiếp mức độ bảo vệ bề mặt đất.	– Các nghiên cứu về thủy văn rừng và xói mòn đất; – FAO (2020); – Phạm Văn Điển và đồng tác giả (2016).
	5. Độ dày lớp thảm mục	Phản ánh khả năng giữ nước, tăng lượng nước thấm và bảo vệ đất khỏi tác động của mưa, giảm xói mòn.	Là chỉ số đặc trưng của lớp phủ dưới tán, có vai trò quan trọng trong điều tiết nước và chống xói mòn, được sử dụng trong nhiều nghiên cứu thủy văn rừng.	– Brown và Lugo (1990); – Nguyễn Huy Bích và đồng tác giả (2012); – FAO (2020).
III. Tái sinh rừng	6. Mật độ cây tái sinh	Phản ánh khả năng tái tạo của lâm phần và tiềm năng phục hồi tự nhiên.	Là chỉ tiêu cơ bản, phản ánh tiềm năng phục hồi của rừng, được sử dụng rộng rãi trong điều tra, theo dõi diễn biến rừng.	– Hệ thống điều tra, kiểm kê rừng Việt Nam; – Nguyễn Nghĩa Thìn và đồng tác giả (2014); – FAO (2020).
	7. Tỷ lệ cây tái sinh triển vọng	Phản ánh chất lượng tái sinh và khả năng hình thành tầng cây cao trong tương lai.	Đánh giá khả năng phục hồi thực sự của lâm phần, tránh đánh giá chỉ dựa vào số lượng cây tái sinh.	– Các nghiên cứu về sinh thái tái sinh rừng; – Elliott và đồng tác giả (2013); – FAO (2020).
	8. Số loài cây tái sinh	Phản ánh mức độ đa dạng loài trong quần thể tái sinh, góp phần duy trì tính ổn định và khả năng thích ứng của rừng.	Đánh giá khả năng phục hồi rừng hỗn loài, đảm bảo tính ổn định lâu dài của hệ sinh thái và chức năng phòng hộ.	– Sinh thái phục hồi rừng; – Chazdon (2016); – FAO (2020).

Việc tinh giản từ 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số xuống còn 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số không làm giảm khả năng phản ánh mức độ suy thoái của RPHĐN mà ngược lại giúp bộ tiêu chí tập trung vào các thuộc tính nội tại của hệ sinh thái rừng, hạn chế sự trùng lặp giữa các chỉ số, giảm khối lượng điều tra ngoài thực địa và nâng cao tính khả thi trong theo dõi, giám sát diễn biến chất lượng rừng. Bộ tiêu chí chính thức vì vậy vừa bảo đảm cơ sở khoa học, vừa đáp ứng yêu cầu áp dụng thống nhất trong quản lý và đánh giá mức độ suy thoái RPHĐN ở Việt Nam.

3.4. Xây dựng ngưỡng phân cấp cho các chỉ số đánh giá mức độ suy thoái RPHĐN

Sau khi lựa chọn bộ tiêu chí chính thức gồm 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số, nghiên cứu tiến hành xây dựng ngưỡng phân cấp cho từng chỉ số nhằm lượng hóa mức độ suy thoái của rừng phòng hộ đầu nguồn. Các ngưỡng được xác định trên cơ sở tổng hợp kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước, kế thừa các quy định kỹ thuật hiện hành về điều tra, kiểm kê và đánh giá chất lượng rừng của Việt Nam, đồng thời tham khảo ý kiến chuyên gia và kết quả kiểm chứng thực địa tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng). Đối với mỗi chỉ số, giá trị quan sát được chia thành 03 mức, tương ứng

với ba cấp suy thoái gồm không hoặc ít suy thoái, suy thoái trung bình và suy thoái nặng. Việc sử dụng ba cấp phân loại vừa bảo đảm phản ánh được xu thế biến động của từng chỉ số, vừa thuận lợi cho điều tra, giám sát và áp dụng thống nhất trong thực tiễn quản lý rừng.

Nguyên tắc xây dựng ngưỡng phân cấp được xác định theo xu hướng biến động của từng chỉ số. Đối với các chỉ số mà giá trị càng lớn thì chất lượng rừng và chức năng phòng hộ càng cao, như độ tàn che, trữ lượng rừng, độ che phủ thảm tươi, độ dày lớp thảm mục, mật độ cây tái sinh, tỷ lệ cây tái sinh triển vọng và số loài cây tái sinh, mức độ suy thoái tăng dần khi giá trị của chỉ số giảm. Đối với các chỉ số có xu hướng biến động ngược, ngưỡng phân cấp được xác định theo chiều ngược lại để bảo đảm tính thống nhất trong đánh giá. Để thuận tiện cho việc tổng hợp và tính toán chỉ số suy thoái, ba cấp phân loại của mỗi chỉ số được quy đổi thành ba mức điểm tương ứng là 3, 2 và 1, trong đó điểm 3 phản ánh trạng thái không hoặc ít suy thoái, điểm 2 phản ánh suy thoái trung bình và điểm 1 phản ánh suy thoái nặng. Hệ thống điểm này là cơ sở để tính toán chỉ số suy thoái tổng hợp và phân cấp mức độ suy thoái của từng lâm phần.

Kết quả xây dựng ngưỡng phân cấp của 08 chỉ số được trình bày tại bảng 3.

Bảng 3. Ngưỡng phân cấp các chỉ số đánh giá mức độ suy thoái RPHĐN

Nhóm tiêu chí	Chỉ số	Không hoặc ít suy thoái (3 điểm)	Suy thoái trung bình (2 điểm)	Suy thoái nặng (1 điểm)
I. Cấu trúc tầng cây cao	Độ tàn che	$\geq 0,70$	0,40 - 0,70	$< 0,40$
	Trữ lượng (m^3/ha)	> 200	100 - 200	< 100
	Cấu trúc tầng tán	≥ 3 tầng	2 tầng	1 tầng hoặc tầng tán bị phá vỡ
II. Lớp phủ dưới tán	Độ che phủ thảm tươi (%)	≥ 70	30 - 70	< 30
	Độ dày lớp thảm mục (cm)	≥ 5	2 - 5	< 2
III. Tái sinh rừng	Mật độ cây tái sinh (cây/ha)	≥ 5.000	2.000 - 5.000	< 2.000
	Tỷ lệ cây tái sinh triển vọng (%)	≥ 70	40 - 70	< 40
	Số loài cây tái sinh (loài)	≥ 10	5 - 10	< 5

Các ngưỡng phân cấp trong bảng 3 phản ánh tương đối đầy đủ sự biến động của các chỉ số theo các mức độ suy thoái khác nhau. Nhìn chung, các chỉ số thuộc nhóm cấu trúc tầng cây cao và tái sinh rừng có khoảng biến động rõ rệt giữa các cấp suy thoái, trong khi các chỉ số về lớp phủ dưới tán phản ánh nhạy với sự suy giảm chức năng bảo vệ đất. Việc xây dựng các ngưỡng định lượng giúp thống nhất cách đánh giá giữa các đối tượng điều tra, giảm tính chủ quan trong phân cấp mức độ suy thoái và tạo cơ sở cho việc theo dõi diễn biến chất lượng RPHĐN theo thời gian.

3.5. Phương pháp phân cấp mức độ suy thoái rừng phòng hộ đầu nguồn

Mức độ suy thoái của rừng phòng hộ đầu nguồn được xác định trên cơ sở tổng hợp kết quả đánh giá của 08 chỉ số thành phần thuộc 03 nhóm tiêu chí, gồm cấu trúc tầng cây cao, lớp phủ dưới tán và tái sinh rừng. Mỗi chỉ số được phân thành ba cấp, tương ứng với ba mức độ gồm không hoặc ít suy thoái, suy thoái trung bình và suy thoái nặng, đồng thời được quy đổi thành 3, 2 và 1 điểm. Việc quy đổi về cùng một thang điểm nhằm chuẩn hóa các chỉ số có đơn vị đo khác nhau, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tổng hợp và so sánh giữa các lâm phần. Trong nghiên cứu này, chỉ số suy thoái tổng hợp (Degradation Index - DI) được xác định theo phương pháp cộng điểm, trong đó các chỉ số thành phần được xem có vai trò tương đương trong phản ánh mức độ suy thoái của hệ sinh thái rừng. Chỉ số DI được tính theo công thức:

$$DI = \sum_{i=1}^8 S_i$$

Trong đó:

- DI (Degradation Index) là chỉ số suy thoái tổng hợp của lâm phần;
- S_i là điểm của chỉ số thứ i ;
- $i = 1, 2, \dots, 8$.

Do mỗi chỉ số được đánh giá theo thang điểm từ 1 đến 3, nên chỉ số suy thoái tổng hợp (DI) có giá trị dao động từ 8 đến 24 điểm. Giá trị DI càng lớn

chứng tỏ mức độ suy thoái của rừng càng thấp và chức năng phòng hộ được duy trì tốt hơn; ngược lại, DI càng nhỏ phản ánh mức độ suy thoái càng cao và chức năng phòng hộ của rừng bị suy giảm mạnh. Căn cứ vào khoảng biến thiên của chỉ số DI và bảo đảm khoảng điểm giữa các cấp tương đối cân bằng, nghiên cứu đề xuất phân chia mức độ suy thoái của RPHĐN thành 03 cấp, cụ thể như sau:

Chỉ số DI	Mức độ suy thoái
19 - 24	Không hoặc ít suy thoái
14 - 18	Suy thoái trung bình
8 - 13	Suy thoái nặng

Phương pháp phân cấp này có ưu điểm là đơn giản, minh bạch và dễ áp dụng trong điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến chất lượng rừng. Việc sử dụng chỉ số tổng hợp giúp lượng hóa mức độ suy thoái của từng lâm phần trên cùng một thang đánh giá, tạo điều kiện thuận lợi cho việc so sánh giữa các khu vực, xác định các lâm phần cần ưu tiên phục hồi, đồng thời đánh giá hiệu quả của các giải pháp quản lý, bảo vệ và phát triển rừng phòng hộ đầu nguồn theo thời gian.

3.6. Áp dụng thử nghiệm bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN

Để kiểm chứng tính phù hợp và khả năng áp dụng của bộ tiêu chí, nghiên cứu tiến hành áp dụng thử nghiệm tại 09 ô tiêu chuẩn đại diện cho ba trạng thái RPHĐN trên địa bàn tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng), gồm: 03 ô rừng giàu, 03 ô rừng trung bình và 03 ô rừng nghèo, nghèo kiệt. Tại mỗi ô tiêu chuẩn, 08 chỉ số thuộc 03 nhóm tiêu chí được xác định theo phương pháp điều tra lâm học hiện hành. Giá trị của từng chỉ số được đối chiếu với ngưỡng phân cấp để xác định mức điểm tương ứng, sau đó tổng hợp thành chỉ số suy thoái (DI) của từng lâm phần theo phương pháp đã đề xuất. Kết quả tính toán được trình bày tại bảng 4.

Bảng 4. Áp dụng bộ tiêu chí và chỉ số để Phân cấp suy thoái RPHĐN ở tỉnh Quảng Nam

ÔTC	DI	Mức suy thoái
OTC1	22	Không hoặc ít suy thoái
OTC2	21	Không hoặc ít suy thoái
OTC3	20	Không hoặc ít suy thoái
OTC4	17	Suy thoái trung bình
OTC5	16	Suy thoái trung bình
OTC6	15	Suy thoái trung bình
OTC7	12	Suy thoái nặng
OTC8	10	Suy thoái nặng
OTC 9	9	Suy thoái nặng

Kết quả áp dụng thử nghiệm cho thấy chỉ số suy thoái tổng hợp (DI) có khả năng phân hóa rõ ràng giữa các trạng thái rừng phòng hộ đầu nguồn. Các ô tiêu chuẩn thuộc trạng thái rừng giàu đều có chỉ số DI từ 20 - 22 điểm, được xếp vào nhóm không hoặc ít suy thoái; các ô thuộc rừng trung bình có chỉ số DI từ 15 - 17 điểm, tương ứng với mức suy thoái trung bình; trong khi các ô thuộc rừng nghèo, nghèo kiệt chỉ đạt 9 - 12 điểm, được phân loại là suy thoái nặng. Kết quả phân cấp phù hợp với hiện trạng cấu trúc tầng cây cao, lớp phủ dưới tán và khả năng tái sinh quan sát ngoài thực địa, cho thấy bộ tiêu chí có khả năng phản ánh tương đối chính xác mức độ suy thoái của hệ sinh thái rừng.

Kết quả thử nghiệm cũng cho thấy việc sử dụng 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số vẫn bảo đảm phản ánh được các đặc trưng cơ bản của RPHĐN, đồng thời giảm đáng kể khối lượng điều tra so với bộ tiêu chí sơ bộ. Các chỉ số đều có thể xác định bằng các phương pháp điều tra lâm học thông thường, không yêu cầu thiết bị chuyên dụng hoặc theo dõi dài hạn, do đó thuận lợi cho việc áp dụng trong điều tra, kiểm kê, theo dõi diễn biến chất lượng rừng và xác định các khu vực ưu tiên phục hồi. Tuy nhiên, kết quả kiểm chứng mới được thực hiện trên phạm vi một địa phương với số lượng ô tiêu

chuẩn còn hạn chế. Để nâng cao tính đại diện và khả năng áp dụng rộng rãi, bộ tiêu chí cần tiếp tục được kiểm chứng tại các vùng sinh thái khác nhau, đặc biệt đối với các kiểu rừng và điều kiện lập địa đặc thù, nhằm tiếp tục hoàn thiện các ngưỡng phân cấp và đánh giá tính ổn định của bộ chỉ số trước khi đề xuất áp dụng trên phạm vi cả nước.

3.7. Thảo luận

Việc xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái rừng phòng hộ đầu nguồn (RPHĐN) là một hướng nghiên cứu còn khá mới ở Việt Nam. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung đánh giá chất lượng rừng thông qua trạng thái rừng, trữ lượng hoặc một số chỉ tiêu cấu trúc lâm phần; trong khi các nghiên cứu về chức năng phòng hộ thường xem xét riêng lẻ các yếu tố như độ tàn che, lớp phủ thực vật, khả năng giữ nước hoặc chống xói mòn (Bùi Ngạnh, Nguyễn Ngọc Bích, 1985; Nguyễn Ngọc Lung, Võ Đại Hải, 1997; Võ Đại Hải, 2009). Trên thế giới, nhiều nghiên cứu cũng khẳng định rằng hiệu quả phòng hộ của rừng chịu ảnh hưởng đồng thời của cấu trúc quần xã, lớp phủ dưới tán và khả năng phục hồi của hệ sinh thái (Bosch, Hewlett, 1982; Bruijnzeel, 1990, 2004; Calder, 2007). Tuy nhiên, các nghiên cứu này chủ

yếu tập trung làm rõ cơ chế sinh thái và thủy văn rừng, chưa xây dựng được một bộ tiêu chí thống nhất phục vụ phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN.

Kết quả nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí chính thức gồm 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số, phản ánh các đặc trưng cơ bản của cấu trúc tầng cây cao, lớp phủ dưới tán và khả năng tái sinh của hệ sinh thái rừng. So với bộ tiêu chí sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số, bộ tiêu chí sau khi sàng lọc đã giảm gần một nửa số lượng chỉ số nhưng vẫn bảo đảm phản ánh các thuộc tính cốt lõi quyết định chức năng phòng hộ đầu nguồn. Việc tinh giản bộ chỉ số không chỉ làm giảm khối lượng điều tra ngoài thực địa mà còn hạn chế sự trùng lặp thông tin, nâng cao tính khả thi và tính thống nhất khi áp dụng trong điều tra, giám sát và quản lý rừng.

Một điểm khác biệt của nghiên cứu so với bộ tiêu chí do Ngô Đình Quế và đồng tác giả (2011) đề xuất là không đưa các chỉ số về điều kiện đất, lập địa hoặc các yếu tố thủy văn vào bộ tiêu chí chính thức. Trong nghiên cứu của Ngô Đình Quế và đồng tác giả (2011), các yếu tố này được sử dụng nhằm đánh giá tổng hợp khả năng phòng hộ của lưu vực. Trong khi đó, nghiên cứu này hướng tới đánh giá mức độ suy thoái của hệ sinh thái rừng, do đó ưu tiên các chỉ số phản ánh trực tiếp sự thay đổi về cấu trúc rừng, lớp phủ dưới tán và khả năng phục hồi. Cách tiếp cận này giúp hạn chế ảnh hưởng của các yếu tố điều kiện nền vốn ít thay đổi theo thời gian, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho việc theo dõi diễn biến chất lượng rừng và đánh giá hiệu quả của các biện pháp phục hồi.

Việc phân chia mỗi chỉ số thành 03 cấp và sử dụng phương pháp cộng điểm để tính chỉ số suy thoái tổng hợp (DI) là một lựa chọn theo hướng đơn giản hóa nhưng vẫn bảo đảm phản ánh được sự khác biệt giữa các mức độ suy thoái. Kết quả áp dụng thử nghiệm cho thấy chỉ số DI phân hóa rõ giữa các trạng thái rừng giàu, trung bình và nghèo, phù hợp với hiện trạng quan sát ngoài thực địa. Điều này cho thấy bộ tiêu chí và chỉ số có khả năng áp dụng trong điều tra, kiểm kê và giám sát diễn biến chất lượng RPHĐN mà không đòi hỏi các thiết bị

chuyên dụng hoặc các phép đo thủy văn, đất đai phức tạp.

Bộ tiêu chí và chỉ số được đề xuất có thể sử dụng làm cơ sở để đánh giá, phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN, hỗ trợ xác định các khu vực ưu tiên phục hồi, theo dõi hiệu quả các chương trình bảo vệ và phát triển rừng, đồng thời phục vụ công tác kiểm kê, giám sát tài nguyên rừng và xây dựng cơ sở dữ liệu quản lý rừng. Tuy nhiên, nghiên cứu mới được kiểm chứng tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng) với số lượng ô tiêu chuẩn còn hạn chế. Vì vậy, cần tiếp tục kiểm chứng tại các vùng sinh thái khác nhau để hoàn thiện các ngưỡng phân cấp, đánh giá tính ổn định của bộ chỉ số và nâng cao tính đại diện trước khi đề xuất áp dụng thống nhất trên phạm vi cả nước.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng được bộ tiêu chí và chỉ số phân cấp mức độ suy thoái rừng phòng hộ đầu nguồn (RPHĐN) ở Việt Nam thông qua quy trình gồm tổng hợp cơ sở khoa học, tham vấn chuyên gia và kiểm chứng ngoài thực địa. Từ bộ tiêu chí sơ bộ gồm 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số, nghiên cứu đã lựa chọn và hoàn thiện bộ tiêu chí chính thức gồm 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số, phản ánh ba thành phần cốt lõi của hệ sinh thái rừng là cấu trúc tầng cây cao, lớp phủ dưới tán và tái sinh rừng.

Trên cơ sở bộ tiêu chí này, nghiên cứu đã xây dựng ngưỡng phân cấp cho từng chỉ số theo 03 mức suy thoái (không hoặc ít suy thoái, suy thoái trung bình và suy thoái nặng), đồng thời đề xuất chỉ số suy thoái tổng hợp (DI) nhằm lượng hóa mức độ suy thoái của từng lâm phần. Phương pháp đánh giá được xây dựng theo hướng đơn giản, dễ áp dụng, sử dụng các chỉ tiêu điều tra lâm học thông dụng, phù hợp với điều kiện điều tra thực địa và công tác quản lý rừng ở Việt Nam.

Kết quả áp dụng thử nghiệm tại tỉnh Quảng Nam (nay là thành phố Đà Nẵng) cho thấy bộ tiêu chí và chỉ số có khả năng phân biệt rõ mức độ suy thoái giữa các trạng thái rừng, phù hợp với hiện trạng

quan sát ngoài thực địa và có tính khả thi trong điều kiện thực tiễn. Bộ tiêu chí và chỉ số được đề xuất có thể sử dụng làm cơ sở khoa học để đánh giá và phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN, xác định các khu vực ưu tiên phục hồi, theo dõi diễn biến chất lượng rừng, đồng thời hỗ trợ công tác kiểm kê, giám sát tài nguyên rừng và xây dựng cơ sở dữ liệu phục vụ quản lý RPHĐN.

Nghiên cứu đã đề xuất bộ tiêu chí và chỉ số chuyên biệt để đánh giá và phân cấp mức độ suy thoái RPHĐN theo hướng vừa bảo đảm cơ sở khoa học,

vừa có tính thực tiễn và khả năng áp dụng cao. Bộ tiêu chí được tinh giản từ 05 nhóm tiêu chí với 15 chỉ số xuống còn 03 nhóm tiêu chí với 08 chỉ số, góp phần giảm khối lượng điều tra, nâng cao tính thống nhất trong đánh giá và tạo thuận lợi cho việc áp dụng trong quản lý, bảo vệ và phục hồi rừng phòng hộ đầu nguồn ở Việt Nam. Tuy nhiên, để nâng cao tính đại diện và khả năng áp dụng rộng rãi, cần tiếp tục kiểm chứng và hiệu chỉnh bộ tiêu chí tại các vùng sinh thái khác nhau trước khi đề xuất áp dụng trên phạm vi toàn quốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bosch, J. M., & Hewlett, J. D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55(1-4), 3 – 23. DOI:10.1016/0022-1694(82)90117-2
2. Bộ Khoa học và Công nghệ, 2022. TCVN 13532:2022 – Rừng phòng hộ đầu nguồn - Các yêu cầu kỹ thuật.
3. Bruijnzeel, L. A., 1990. Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review. Paris: UNESCO, International Hydrological Programme.
4. Bruijnzeel, L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forests: Not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(1), 185 – 228. DOI: 10.1016/j.agee.2004.01.015
5. Bonell, M., & Bruijnzeel, L. A. (Eds.), 2005. Forests, water and people in the humid tropics: past, present and future hydrological research for integrated land and water management. Cambridge: Cambridge University Press.
6. Calder, I. R., 2007. Forests and water-ensuring forest benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, 251(1-2), 110 – 120. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.06.015
7. Phạm Văn Điền, 2009. Chức năng phòng hộ nguồn nước của rừng. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
8. Võ Đại Hải, 1996. Nghiên cứu các dạng cấu trúc hợp lý cho rừng phòng hộ đầu nguồn ở Việt Nam, Luận án phó tiến sỹ khoa học nông nghiệp, Viện khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
9. Võ Đại Hải, 2009. Những vấn đề thực tiễn trong xây dựng, quản lý và phát triển rừng phòng hộ ở Việt Nam. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
10. Nguyễn Ngọc Lung, Võ Đại Hải, 1997. Kết quả bước đầu nghiên cứu tác dụng phòng hộ nguồn nước của một số thảm thực vật chính và các nguyên tắc xây dựng rừng phòng hộ nguồn nước. NXB Nông nghiệp, TP HCM.
11. Bùi Nạn, Nguyễn Ngọc Bích, 1985. Nghiên cứu xây dựng các nguyên tắc để tạo rừng và kinh doanh rừng phòng hộ các lưu vực hồ chứa nước, đầu nguồn và dọc bờ sông, Báo cáo khoa học đề tài 04010501, Viện Nghiên cứu Lâm nghiệp, Hà Nội, 47 trang.
12. Ngô Đình Quế, Vũ Tấn Phương, Hoàng Việt Anh, 2011. Tiêu chí phân chia rừng phòng hộ đầu nguồn bị suy thoái nghiêm trọng ở Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, số 1, tr. 73-78.
13. Quốc hội, 2017. Luật Lâm nghiệp số 16/2017/QH14 ngày 15 tháng 11 năm 2017, Hà Nội.
14. Thủ tướng Chính phủ, 2021. Quyết định số 523/QĐ-TTg ngày 01 tháng 4 năm 2021 phê duyệt Chiến lược phát triển lâm nghiệp Việt Nam giai đoạn 2021 – 2030, tầm nhìn đến năm 2050, Hà Nội.
15. Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2026. Quyết định số 1106/QĐ-BNNMT ngày 31/3/2026 về việc công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2025, Hà Nội.

Email tác giả liên hệ: haivodai@gmail.com

Ngày nhận bài: 06/07/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 08/07/2026; 21/07/2026

Ngày duyệt đăng: 22/07/2026