



FACULTY OF ENVIRONMENT  
15 YEARS  
HUMG - Since 2010

# TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

## QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN



## MỤC LỤC

### PHẦN 1: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Mô phỏng các trận lũ đặc biệt lớn trên lưu vực sông Đà dựa trên mô hình tích hợp khí tượng-thủy văn WEHY-WRF

**Trần Anh Quân..... 2**

Nghiên cứu biến đổi không gian và xu thế dài hạn của lượng mưa trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy giai đoạn 1961 – 2019

**Trần Anh Quân, Nguyễn Thị Hồng Ngọc ..... 15**

Phân tích, đánh giá diễn biến nguồn nước sông Hữu Trạch trước và sau khi có công trình thủy điện Bình Điền

**Đỗ Cao Cường, Trần Thành Lê, Phạm Khánh Huy, Nguyễn Văn Bình ..... 27**

Đánh giá tác động của việc khai thác sử dụng nước và vận hành công trình thủy điện Bình Điền đến nguồn nước, môi trường và các đối tượng khai thác, sử dụng nước khác có liên quan trong khu vực

**Trần Thành Lê, Đỗ Cao Cường ..... 35**

Nghiên cứu ảnh hưởng của khí phóng xạ radon đến môi trường khu vực mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai

**Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Thị Thu Trang..... 45**

Phân tích sự biến động các chỉ số sinh thái - môi trường sử dụng ảnh viễn thám Sentinel-2 phục vụ đánh giá nguy cơ xảy ra tai biến

**Đào Minh Nhật, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi..... 53**

Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố địa hình đến hiện tượng trượt lở tại khu vực Quảng Ninh - Lệ Thủy, tỉnh Quảng Trị

**Đào Minh Nhật, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi..... 64**

Nghiên cứu về khả năng xảy ra và các tính chất của hạn hán chớp nhoáng (flash drought) tại Việt Nam trong hai thập kỷ qua

**Nguyễn Thị Ngọc Mỹ ..... 75**

Ảnh hưởng của ENSO tới hạn hán chớp nhoáng (flash drought) ở Việt Nam

**Nguyễn Thị Ngọc Mỹ ..... 90**

Đánh giá các nguồn thải tác động đến tài nguyên nước dưới đất khu vực Đắk Nông và đề xuất giải pháp quản lý

**Trần Thị Thanh Thủy, Phạm Thị Thanh Hải, Tô Nguyễn Hồng Nhung..... 102**

Hiện trạng môi trường phóng xạ khu vực mỏ Đông Pao, tỉnh Lai Châu

**Nguyễn Quang Minh, Vũ Trường Sơn..... 111**

Đánh giá xói lở lòng sông dự án khai thác cát sỏi tại 4 điểm khu vực Nghĩa Lộ, Văn Chấn, tỉnh Lào Cai

**Nguyễn Quang Minh, Đào Trung Thành, Nguyễn Quốc Phi, Phạm Khánh Huy 125**

Xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho tầng chứa nước dưới đất Holocen đồng bằng sông Hồng

**Lê Việt Hùng, Trần Thành Lê, Phùng Thị Linh ..... 138**

Quản lý và khai thác tài nguyên sinh vật biển đảo của triều Nguyễn giai đoạn 1802-1858

**Đinh Thị Hải Đường ..... 148**

Cơ sở khoa học hoàn thiện chính sách đóng cửa mỏ nhằm đáp ứng yêu cầu khai thác khoáng sản bền vững và bảo vệ môi trường

**Quách Đức Tín, Hoàng Nam, Nguyễn Thị Cúc ..... 158**

## **PHẦN 2: SINH THÁI MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

Kinh tế tuần hoàn trong quản lý chất thải khai khoáng: xu hướng phát triển và tiềm năng áp dụng cho Việt Nam

**Nguyễn Phương Đông, Vũ Thị Lan Anh, Phạm Minh Khôi, Nguyễn Thị Hòa .... 170**

Ứng dụng mô hình DPSIR trong đánh giá thực trạng vận chuyển khoáng sản trên sông, hồ và ô nhiễm môi trường nước tại một số khu vực ở Việt Nam

**Trần Thị Ngọc, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Thị Hòa, Đặng Thị Ngọc Thủy, Nguyễn Thị Hồng..... 180**

Đánh giá tác động đến môi trường không khí do hoạt động khai thác, chế biến đá vôi tại một số mỏ khu vực xã Tân Thành, tỉnh Ninh Bình

**Vũ Thị Lan Anh, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Hòa, Nguyễn Phương Đông ..... 189**

Dự báo lượng chất thải rắn y tế nguy hại phát sinh của tỉnh Quảng Ninh năm 2030

**Nguyễn Mai Hoa ..... 201**

Nghiên cứu đặc điểm phân bố trầm tích và sinh cảnh đáy biển phục vụ phát triển điện gió ngoài khơi vùng biển từ Vĩnh Hảo - La Gi

**Đàm Việt Quốc, Nguyễn Tài Tuệ, Trần Thị Dung, Phạm Lan Anh ..... 211**

Phân tích SWOT và đề xuất chiến lược nâng cao hiệu quả công tác lập phương án cải tạo, phục hồi môi trường cho các dự án khai thác khoáng sản lộ thiên

|                                                                                                                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Trần Thị Ngọc, Đặng Thị Ngọc Thủy, Vũ Thị Lan Anh .....</b>                                                                                                                                            | <b>224</b> |
| Ứng dụng phương pháp Electre trong lựa chọn phương án cải tạo phục hồi môi trường tại khu vực khai thác khoáng sản, xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa                                                         |            |
| <b>Nguyễn Thị Cúc, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi, Vũ Thị Lan Anh .....</b>                                                                                                                            | <b>235</b> |
| Giải pháp chiến lược thúc đẩy du lịch Net Zero tại Cụm du lịch sinh thái Võ Nhai – Thần Sa, thuộc phía Bắc Việt Nam                                                                                       |            |
| <b>Phan Thị Mai Hoa, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Cúc .....</b>                                                                                                                                             | <b>245</b> |
| Đóng cửa mỏ và cải tạo, phục hồi môi trường sau khai thác than tại Quảng Ninh: Nhìn từ quản trị vòng đời mỏ đến công tác hoàn nguyên và chuyển đổi không gian hậu khai thác                               |            |
| <b>Hoàng Nam, Nguyễn Quốc Phi .....</b>                                                                                                                                                                   | <b>254</b> |
| Đánh giá các tác động sinh thái của sinh vật phù du tại đảo Quan Lạn đến công trình điện gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh                                                                                   |            |
| <b>Trần Thị Thu Hương, Phùng Thị Thu Trang .....</b>                                                                                                                                                      | <b>264</b> |
| So sánh đặc điểm hoạt độ $^{210}\text{Po}$ , khả năng tích lũy và mức độ nguy hại phóng xạ khi tiêu thụ Vẹm Xanh ( <i>Perna viridis</i> ) và các nhóm loài cá khác nhau ở biển ven bờ, Lâm Đồng, Việt Nam |            |
| <b>Tạ Đức Thịnh, Dương Văn Hào, Hoàng Văn Hiệp, Phạm Thị Thanh Xuân .....</b>                                                                                                                             | <b>274</b> |
| Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý môi trường tại một số mỏ khoáng sản tại Việt Nam                                                                                                                     |            |
| <b>Nguyễn Phương, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Cúc .....</b>                                                                                                                                                | <b>284</b> |
| Xây dựng cơ sở dữ liệu các hệ sinh thái đất ngập nước khu vực ven biển Quảng Yên - Cát Bà                                                                                                                 |            |
| <b>Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Thị Thanh, Phan Thị Mai Hoa, Lê Hữu Hải, Bùi Ngọc Quý .....</b>                                                                                                                | <b>296</b> |
| Những vấn đề về chuyển đổi số ứng dụng trong các doanh nghiệp khai thác khoáng sản tại Việt Nam                                                                                                           |            |
| <b>Nông Việt Hùng, Dương Phi Hùng, Nguyễn Ngọc Bảo, Lê Văn Công, Nông Việt Trung, Nguyễn Thị Thu Hương; Đỗ Mạnh Cường; Hà Minh Thọ, Nguyễn Văn Huệ, Vũ Cao Cường, Phạm Thế Anh, Ngô Thái Vinh .....</b>   | <b>307</b> |
| <b>PHẦN 3: NHỮNG TIẾN BỘ MỚI TRONG CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG</b>                                                                                                                                               |            |
| Phân tích biến động AQI theo mùa và cảnh báo ô nhiễm không khí tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn                                                                                                         |            |
| <b>Nguyễn Thị Hồng, Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Thu Huyền .....</b>                                                                                                                                       | <b>315</b> |

Đánh giá hiệu quả hệ thống USBF sử dụng giá thể phủ vật liệu nano TiO<sub>2</sub> biến tính Eu trong xử lý nước thải sinh hoạt

**Nguyễn Hoàng Dũng, Nguyễn Hoàng Nam, Đào Trung Thành..... 323**

Nghiên cứu thu hồi nguyên tố đất hiếm từ màn hình máy tính xách tay thải

**Nguyễn Thị Hồng, Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Anh Thư..... 331**

Nghiên cứu đánh giá hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích ven bờ khu vực đảo Cái Bầu, tỉnh Quảng Ninh

**Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Hồng, Trần Thị Ngọc..... 338**

Ứng dụng mô hình Mike21 để đánh giá quá trình lan truyền bùn cát và vật chất đáy do hoạt động nạo vét tại khu vực Tân Hải qua cửa Ba Đăng trên Sông Phan, tỉnh Lâm Đồng

**Nguyễn Thị Hoà, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Hồng..... 346**

Đánh giá chất lượng môi trường đất và nước tại một số làng nghề tái chế phế liệu

**Nguyễn Mai Hoa ..... 355**

Xác định điểm nóng ô nhiễm dầu do sự cố tàu vận chuyển khoáng sản tại hồ Thác Bà, tỉnh Yên Bái bằng mô hình MIKE 21

**Phan Thị Mai Hoa, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Cúc ..... 365**

The application of hydrological approaches for the estimation and evaluation of minimum flow in the Huong River basin

**Vu Thu Hien, Pham Khanh Huy..... 375**

Physicochemical evolution and molecular dynamics analysis of torrefaction porous bio-char

**Lê Phú Cường ..... 384**

Xác định các vị trí xảy ra trượt lở và các yếu tố ảnh hưởng tại đảo Cát Bà, thành phố Hải Phòng sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian

**Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Trần Thị Thu Hà, Nguyễn Quang Minh, Đào Minh**

**Nhật..... 396**

Nghiên cứu một số thuật toán học máy đánh giá nguy cơ xảy ra tai biến địa môi trường khu vực Đồ Sơn, TP. Hải Phòng

**Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi, Phương Thị Ngọc, Lê Thị Vân Anh, Nguyễn**

**Đức Thành, Hoàng Minh Thư, Đường Thị Thanh Huế, Gabin Germon, Amin**

**Adarzi, Đào Minh Nhật..... 406**

Đánh giá mức độ ô nhiễm nước mặt sông Hà Thanh, tỉnh Bình Định sử dụng công nghệ

GIS và tư liệu viễn thám

**Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Lê Chấn Trung, Trần Anh Tuấn, Phạm Việt Hồng .... 420**

Đánh giá sự phân bố ô nhiễm bụi PM10 và PM2.5 tại khu vực nội đô thành phố Hà Nội

**Đỗ Thị Thanh Bình, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Phùng Thị Thu Trang, Đỗ Mạnh  
Dũng, Lê Mạnh An ..... 431**



## Ứng dụng phương pháp Electre trong lựa chọn phương án cải tạo phục hồi môi trường tại khu vực khai thác khoáng sản, xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa

Nguyễn Thị Cúc<sup>a\*</sup>, Phan Thị Mai Hoa<sup>a</sup>, Nguyễn Quốc Phi<sup>a</sup>, Vũ Thị Lan Anh<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Mô-Địa chất, Việt Nam

**\*Tác giả liên hệ:**

**Họ và tên:** Nguyễn Thị Cúc

**Điện thoại:** (+84) 987 922 528

**Email:** [nguyenthicucmtcs@humg.edu.vn](mailto:nguyenthicucmtcs@humg.edu.vn)

### Tóm tắt

Bài báo sử dụng phương pháp Electre để xác định loại cây trồng phù hợp nhằm cải tạo phục hồi môi trường sau khi kết thúc khai thác các mỏ khoáng sản tại khu vực xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa. Căn cứ vào các nghiên cứu đã có và kết quả khảo sát thực tế tại khu vực xã Phước Dinh, ba phương án cây trồng được lựa chọn bao gồm: Cây Neem (PA.1), cây Cóc Hành (PA.2) và cây Na (PA.3). Tiêu chí đánh giá để lựa chọn phương án phù hợp gồm: khả năng thích nghi với môi trường đất và khí hậu địa phương (TC1); Sinh trưởng nhanh, dễ chăm sóc (TC2); độ che phủ cao, bám rễ tốt (TC3); Hiệu quả cải tạo môi trường (TC4); Hiệu quả kinh tế (TC5). Kết quả phân tích cho thấy, các phương án được sắp xếp theo thứ tự ưu tiên tăng dần là cây Na → cây Cóc Hành → cây Neem. Như vậy, cây Neem với đặc tính chịu khô hạn tốt, có khả năng chắn gió, cát và sống được trên đất cằn, đất pha cát sỏi được ưu tiên lựa chọn để trồng tại khu vực kết thúc khai thác nhằm cải tạo phục hồi môi trường khu vực xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa.

**Từ khóa:** *Electre, Phước Dinh, Khánh Hòa, Cải tạo phục hồi môi trường*

### 1. Đặt vấn đề

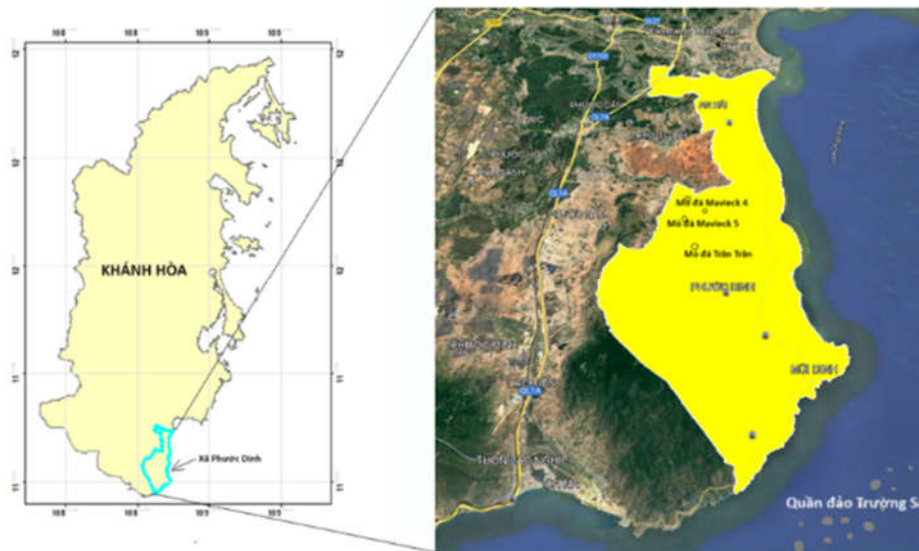
Cải tạo phục hồi môi trường là nội dung bắt buộc trong hoạt động khai thác khoáng sản theo quy định tại Điều 67 Luật Bảo vệ

môi trường số 72/2020/QH14 ngày 17 tháng 11 năm 2020 và được hướng dẫn thực hiện tại Thông tư 02/2022/TT-BTNMT ngày 10 tháng 1 năm 2022. Trong



đó, nội dung lựa chọn cây trồng tại các khu vực đất trống sau khi kết thúc khai thác được coi là giải pháp hiệu quả nhằm đưa hiện trạng môi trường về gần với trạng thái ban đầu. Vì vậy, lựa chọn được cây trồng phù hợp có ý nghĩa quan trọng nhằm phục hồi thảm thực vật và môi trường sinh thái tự nhiên. Theo thông tư 38/2015/TT-BTNMT ngày 30 tháng 6 năm 2015 về hướng dẫn cải tạo phục hồi môi trường trong khai thác khoáng sản rắn, tiêu chí lựa chọn cây trồng cần phù hợp với điều kiện sống ở địa phương, có giá trị kinh tế cao. Đất tại khu vực khai thác khoáng sản thường bị suy thoái, nghèo dinh dưỡng, khô cằn. Vì vậy, việc lựa chọn cây trồng cần đảm bảo các tiêu chí: (1) có khả năng thích nghi, (2) sinh trưởng nhanh, dễ chăm sóc, (3) Độ che phủ cao, bám rễ tốt, (4) Hiệu quả cải tạo môi trường, (5) Hiệu quả kinh tế (Bradshaw, 1997). Khu vực xã Phước Dinh tỉnh Khánh Hòa là nơi có nhiều dải núi đá granit, cũng là nơi tập trung nhiều mỏ khoáng sản khai thác đá làm ốp lát, vật liệu xây dựng thông thường (hình 1). Hoạt động khai thác tại các mỏ đá gây ra tác động đáng kể đến môi trường, trong đó hoạt động bóc phủ làm mất đi một lượng lớn thảm thực vật tự nhiên, dẫn đến suy giảm diện tích đất rừng và làm xáo trộn môi trường sống của nhiều loài sinh vật

(Phạm Thị Việt Anh, 2016; Bách và Nguyễn, 2019). Theo kết quả khảo sát hiện trạng rừng tại văn bản số 1646/SNNPTNT-KH ngày 7/5/2024 của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Khánh Hòa cho thấy thuộc dải núi đá granit khu vực xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa chủ yếu là núi đá và đất có gỗ như cây Cóc rừng (Cóc Hành) và cây bụi [8]. Bên cạnh đó, cây Cóc Hành được đánh giá là thích nghi với đất nghèo dinh dưỡng, độ dốc lớn, sinh trưởng nhanh và phát triển mạnh, sau 1-2 năm có thể khép tán (Hà Thị Mừng, 2015). Kết quả khảo sát thực tế thực hiện dự án đánh giá tác động môi trường của dự án khai thác đá granit Mavieck 5 tại khu vực vào tháng 6/2025 cho thấy ngoài cây lấy gỗ, cây ăn quả được người dân địa phương trồng chủ yếu là cây Na. Trong nghiên cứu tác giả Lâm Ngọc Thanh Vân và cộng sự, cây Neem (xoan chịu hạn) phù hợp trồng ở khu vực hạn Nam trung bộ, ngoài khả năng chịu hạn, chắn gió tốt, lá và hạt cây Neem còn có thể sử dụng để bào chế thuốc phòng ngừa sâu bệnh (Lâm Ngọc Thanh Vân và Lê Thị Thanh Phượng, 2016). Từ các phân tích trên, phương án lựa chọn cây trồng cải tạo phục hồi môi trường sau khi kết thúc khai thác tại xã Phước Dinh tỉnh Khánh Hòa được lựa chọn bao gồm: (1) Cây Neem; (2) Cây Cóc Hành; (3) Cây Na.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu và mỏ khoáng sản

## 2. Phương pháp nghiên cứu

các loại cây trồng địa phương làm cơ sở

### 2.1. Phương pháp khảo sát thực địa, thu thập tài liệu

xác định phương án lựa chọn loại cây trồng phù hợp cho cải tạo phục hồi môi trường

Phương pháp khảo sát thực địa thực hiện vào tháng 6/2025 (hình 2) nhằm xác định

tại khu vực nghiên cứu.



Hình 2. Cây Cóc Hành tại dải núi đá granit, xã Phước Dinh,



Khánh Hòa

**2.2. Phương pháp ELECTRE**

Phương pháp ELECTRE nằm trong nhóm phương pháp phân tích đa chỉ tiêu, được phát triển bởi Bernard, Roy để giải quyết các bài toán ra quyết định đa tiêu chí với một tập hữu hạn các lựa chọn có thể được xếp hạng từ tốt nhất cho đến xấu nhất (Benayoun et al., 1966). ELECTRE dựa trên sự so sánh từng cặp các khả năng lựa chọn, do đó đòi hỏi tính toán nhiều hơn. ELECTRE có nhiều phiên bản khác nhau

(I, II, III, IV và TRI), trong nghiên cứu này sẽ sử dụng phương pháp ELECTRE III nhằm sắp xếp các phương án ưu tiên trong lựa chọn cây trồng cải tạo phục hồi môi trường tại khu vực kết thúc khai thác khoáng sản xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa.

Các bước phân tích trong phương pháp ELECTRE như sau:

**B1. Xây dựng ma trận chuẩn hóa**

Từ ma trận gốc có dạng:

| Phương án      | A1              | A2              | ... | ... | A <sub>m</sub>  | W <sub>i</sub> |
|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-----------------|----------------|
| Tiêu chí       |                 |                 |     |     |                 |                |
| C1             | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | ... | ... | X <sub>1m</sub> | W <sub>1</sub> |
| C2             | X <sub>21</sub> | X <sub>22</sub> | ... | ... | X <sub>2m</sub> | W <sub>2</sub> |
| ...            | ...             | ...             | ... | ... | ...             | ...            |
| ...            | ...             | ...             | ... | ... | ...             | ...            |
| C <sub>n</sub> | X <sub>n1</sub> | X <sub>n2</sub> | ... | ... | X <sub>nm</sub> | W <sub>n</sub> |

Trong đó:

W<sub>i</sub>: là trọng số của từng tiêu chí xác định theo phương pháp AHP hoặc theo kinh nghiệm của chuyên gia.

A<sub>i</sub>: Các phương án

C<sub>i</sub>: Các tiêu chí

x<sub>nm</sub>: Giá trị cho điểm từ các chuyên gia đánh giá tác động của phương án phát triển kinh tế đến từng tiêu chí C. Thang

điểm được cho từ 1 đến 10 theo tính tích cực tăng dần. Càng tiến dần đến 10 mức đánh giá theo hướng tích cực càng cao và ngược lại.

Từ ma trận gốc, xác định ma trận chuẩn hóa theo công thức:

$$D_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}$$

**B2. Xây dựng ma trận quyết định trọng số**



Ma trận quyết định trọng số  $E_{ij}$  được xác định theo công thức:

$$E_{ij} = \frac{D_{ij}}{W_i}$$

### **B3. Lập ma trận phù hợp và xác định chỉ số phù hợp**

Ma trận phù hợp là ma trận  $F$  có dạng  $[1,0]$ . Trong đó, đối với từng tiêu chí tiến hành so trọng số  $E_{ij}$ . Nếu  $E_{ij}$  của phương án  $A_1$  tốt hơn  $E_{ij}$  của phương án  $A_2$  thì  $F_{12} = 1$  và ngược lại.

Chỉ số phù hợp so sánh từng cặp phương án của từng tiêu chí được xác định theo công thức sau:

$$Z_{ij} = \sum_{i=1}^n (W_i * F_{ij})$$

Trong đó:

$Z_{ij}$  là chỉ số phù hợp giữa phương án  $i$  và phương án  $j$

$W_i$ : là trọng số của tiêu chí  $C_i$

$n$ : là số tiêu chí

### **B4. Lập ma trận không phù hợp và xác định chỉ số không phù hợp**

Ma trận phù hợp là ma trận  $F'$  có dạng  $[1,0]$  là ma trận có giá trị nghịch đảo với ma trận  $F$ .

Ma trận không phù hợp theo trọng số quyết định  $G$  được thành lập theo công thức:

$$G_{ij} = \text{ABS} (E_{ij} - E_{ij+1})$$

Chỉ số không phù hợp so sánh từng cặp phương án của từng tiêu chí được xác định

theo công thức sau:

$$Z'_{ij} = \sum_{i=1}^n (G_{ij} * F'_{ij}) / \sum_{i=1}^n G_{ij}$$

Trong đó:

$Z'_{ij}$  là chỉ số không phù hợp giữa phương án  $i$  và phương án  $j$

$n$ : là số tiêu chí

### **B5. So sánh chỉ số phù hợp và không phù hợp**

- So sánh chỉ số phù hợp và không phù hợp của từng cặp phương án với giá trị trung bình của chỉ số tương ứng. Nếu chỉ số phù hợp và không phù hợp lớn hơn giá trị trung bình thì nhận giá trị “có”; ngược lại nhận giá trị “không”. Ví dụ, giả sử  $Z_{12}(C_1) > \bar{Z}$  nghĩa là phương án 1 được ưu tiên hơn phương án 2 và nhận giá trị “có”.

- Nếu kết quả so sánh chỉ số phù hợp và không phù hợp của từng cặp phương án đều nhận giá trị “có” nghĩa là chắc chắn phương án 1 được ưu tiên hơn phương án 2; nếu kết quả so sánh đều nhận giá trị “không” nghĩa là không có sự chắc chắn rằng phương án 1 tốt hơn phương án 2 hoặc phương án 2 tốt hơn phương án 1; nếu kết quả so sánh nhận được một giá trị “có”, một giá trị “không” nghĩa là không có sự đồng thuận phương án 1 tốt hơn phương án 1 và ngược lại.

Từ kết quả so sánh chỉ số phù hợp và không phù hợp sắp xếp thứ tự ưu tiên cho các



phương án.

### 2.3. Phương pháp chuyên gia

Phương pháp chuyên gia được áp dụng để hỏi ý kiến các chuyên gia thuộc lĩnh vực môi trường, khoáng sản về các phương án lựa chọn cây trồng để cải tạo phục hồi môi trường tại khu vực nghiên cứu, gồm: (1) Cây Neem, (2) cây Cóc Hành, (3) cây Na, thang điểm từ 1 đến 10 theo mức độ tăng dần tính tích cực. Kết quả đánh giá của chuyên gia là cơ sở để thực hiện phân tích ELECTRE.

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Bảng 1. Ưu nhược điểm của cây trồng theo từng phương án

| STT | Cây trồng | Ưu điểm                                                                                                                                                                  | Nhược điểm                                   |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1   | Neem      | Chịu khô hạn tốt, chịu nắng nóng và gió; sống được trên đất cát, đất đá pha sỏi, ít phải chăm sóc, hạt có thể dùng trong y học, cây có thể làm gỗ, tuổi thọ trên 50 năm. | Chi phí giống cây cao                        |
| 2   | Cóc hành  | Tán rộng, chịu hạn khá tốt, là cây bản địa ở Ninh Thuận (nay là Khánh Hòa), dễ trồng, ít phải chăm sóc.                                                                  | Ít có giá trị kinh tế                        |
| 3   | Na        | Cây thấp, tán rộng, chịu hạn khá, phù hợp với đất xốp, đất pha cát, mang lại hiệu quả kinh tế.                                                                           | Chăm sóc thường xuyên, chi phí giống cây cao |

### 3.2. Xác định các tiêu chí

Quá trình lựa chọn phương án cần căn cứ vào các tiêu chí sau:

- (TC1) Có khả năng thích nghi với môi

### 3.1. Xác định phương án

Trên cơ sở phân tích và tham khảo các nghiên cứu (Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2015; Bradshaw, 1997). Phương án cây trồng cải tạo phục hồi môi trường sau khi kết thúc khai thác tại xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa gồm 3 phương án:

- PA1 - Trồng cây Neem (Xoan chịu hạn)

- PA2 - Trồng cây Cóc Hành (Cóc rừng)

- PA3 - Trồng cây Na

Ưu nhược điểm của từng loại cây được tổng hợp ở bảng 1.

trường đất và khí hậu địa phương.

- (TC2) Sinh trưởng nhanh, dễ chăm sóc.

- (TC3) Độ che phủ cao, bám rễ tốt.

- (TC4) Hiệu quả cải tạo môi trường.



- (TC5) Hiệu quả kinh tế;

chỉ đánh giá thang điểm từ 1-10 theo mức

### 3.3. Ứng dụng phương pháp Electre lựa chọn phương án

độ tăng dần tính tích cực, xác định trọng số cho từng tiêu chí theo kinh nghiệm của

Dựa vào kết quả thảo luận của chuyên gia khi hỏi về các phương án dựa trên các tiêu

chuyên gia. Kết quả được tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2. Ma trận phân tích và trọng số từng tiêu chí

| Tiêu chí | Thang điểm | Phương án |     |     | W    |
|----------|------------|-----------|-----|-----|------|
|          |            | PA1       | PA2 | PA3 |      |
| TC1      | 1-10       | 10        | 10  | 8   | 0,25 |
| TC2      | 1-10       | 8         | 9   | 6   | 0,18 |
| TC3      | 1-10       | 9         | 7   | 6   | 0,20 |
| TC4      | 1-10       | 9         | 6   | 7   | 0,22 |
| TC5      | 1-10       | 6         | 5   | 8   | 0,15 |

Từ ma trận phân tích, tiến hành xây dựng ma trận quyết định trọng số như sau:

Bảng 3. Ma trận quyết định trọng số

| Tiêu chí | Phương án |       |       |
|----------|-----------|-------|-------|
|          | PA1       | PA2   | PA3   |
| TC1      | 0,615     | 0,615 | 0,492 |
| TC2      | 0,595     | 0,669 | 0,446 |
| TC3      | 0,699     | 0,543 | 0,466 |
| TC4      | 0,699     | 0,466 | 0,543 |
| TC5      | 0,537     | 0,447 | 0,716 |

Ma trận chỉ số phù hợp và không phù hợp được xây dựng thể hiện ở bảng 4 và 5.

Bảng 4. Ma trận phù hợp

| Tiêu chí | C(1,2) | C(1,3) | C(2,3) | C(3,1) | C(3,2) |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TC1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| TC2      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| TC3      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      |



|                |              |              |              |              |              |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TC4            | 1            | 1            | 0            | 0            | 1            |
| TC5            | 1            | 0            | 0            | 1            | 1            |
| Chỉ số phù hợp | <b>0,820</b> | <b>0,846</b> | <b>0,426</b> | <b>0,626</b> | <b>0,150</b> |
| Trung bình     | <b>0,540</b> |              |              |              |              |

Bảng 5. Ma trận không phù hợp

| Tiêu chí       | D(1,2)       | D(1,3)       | D(2,3)       | D(3,1)       | D(3,2)       |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TC1            | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            |
| TC2            | 1            | 0            | 0            | 1            | 1            |
| TC3            | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            |
| TC4            | 0            | 0            | 1            | 1            | 0            |
| TC5            | 0            | 1            | 1            | 0            | 0            |
| Chỉ số phù hợp | <b>0,121</b> | <b>0,163</b> | <b>0,879</b> | <b>0,401</b> | <b>0,837</b> |
| Trung bình     | <b>0,500</b> |              |              |              |              |

Bảng 6. Bảng so sánh giữa các phương án

|                | Mức độ<br>phù hợp | Mức độ<br>không<br>phù hợp | Kết quả | Ghi chú             |
|----------------|-------------------|----------------------------|---------|---------------------|
| <b>PA1-PA2</b> | 1                 | 1                          | 1       | PA1 ưu tiên hơn PA2 |
| <b>PA1-PA3</b> | 1                 | 1                          | 1       | PA1 ưu tiên hơn PA3 |
| <b>PA2-PA1</b> | 0                 | 0                          | 0       |                     |
| <b>PA2-PA3</b> | 1                 | 1                          | 1       | PA2 ưu tiên hơn PA3 |
| <b>PA3-PA1</b> | 0                 | 0                          | 0       |                     |
| <b>PA3-PA2</b> | 0                 | 0                          | 0       |                     |

Từ bảng 6 cho thấy mức độ ưu tiên giữa các phương án như sau PA1 → PA2 → PA3. Như vậy, theo kết quả phân tích ELECTRE thì phương án trồng cây Neem nhằm cải tạo phục hồi môi trường tại các khu vực sau khi kết thúc khai thác khoáng sản, xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa được đánh giá cao, tiếp theo là cây Cóc Hành và



cuối cùng là cây Na. Ưu điểm của phương pháp Electre là cho hiệu quả cao khi phân tích lựa chọn phương án dựa vào nhiều tiêu chí định tính và không có tính bù tiêu chí như các phương pháp phân tích đa chỉ tiêu khác (AHP, TOPSIS). Vì vậy, phương pháp Electre có thể hỗ trợ ra quyết định so sánh các phương án khi không có một ưu tiên rõ ràng giữa các phương án.

#### 4. Kết luận

Trên cơ sở phân tích ba phương án lựa chọn cây trồng nhằm cải tạo phục hồi môi trường gồm (1) Cây Neem, (2) cây Cóc Hành, (3) cây Na. Kết quả phân tích ELECTRE cho thấy phương án cây Neem có đặc tính chịu khô hạn tốt, có khả năng chắn gió, cát và sống được trên đất cằn, đất pha cát sỏi được các chuyên gia đánh giá cao, phù hợp để trồng tại khu vực kết thúc khai thác khoáng sản xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa. Phương án ưu tiên tiếp theo là cây Cóc Hành và cuối cùng là cây Na.

#### Tài liệu tham khảo

1. Anthoni Bradshaw, 1997. Restoration of mined lands - using natural processes. Ecological Engineering, volume 8, 255-269.
2. Bách, N. D., & Nguyễn, H. N. H. (2019). Tác động của hoạt động khai thác đá vôi tại mỏ đá Tà Lài, tỉnh Lạng Sơn đến môi trường khu vực. *TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ LÂM NGHIỆP*, (4), 082-089.
3. Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2015. Thông tư 38/2015/TT-BTNMT ngày 20 tháng 6 năm 2015 về cải tạo, phục hồi môi trường trong khai thác khoáng sản.
4. Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Thông tư 02/2022/TT-BTNMT ngày 10 tháng 1 năm 2022. Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.
5. Hà Thị Mừng, 2015. Nghiên cứu đặc điểm lâm học, chọn giống, kỹ thuật trồng và công dụng của cây Cóc hành (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacob) ở vùng khô hạn Nam Trung bộ. Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng.
6. Lâm Ngọc Thanh Vân, Lê Thị Thanh Phụng, 2006. Bước đầu nghiên cứu các chế độ bảo quản chế phẩm Neem (*Azadirachta indica* A.juss) dạng viên nén để phòng trừ côn trùng hại kho. Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.
7. Phạm, Thị Việt Anh, and Duy Khiêm Nguyễn. "Kiểm toán tác động môi trường tại mỏ đá vôi Núi Sếu, huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình." *VNU Journal of Science: Earth and*



- Environmental Sciences 32.1S 5, xã Phước Dinh, huyện Thuận Nam, (2016). tỉnh Ninh Thuận (*nay là xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa*).
8. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, 2020. Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 ngày 17 tháng 11 năm 2020. *Ngày nộp: 16/7/2025*  
*Ngày chấp nhận đăng: 22/12/2025*
9. R. Benayoun, B. Roy, and N. Sussman, 1966. Manual de Reference du Programme Electre. *Note Synth. Format.*
10. Văn bản số 1646/SNNPTNT-KH ngày 7/5/2024 của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn V/v kết quả thẩm định hiện trạng rừng và đất rừng khu vực thực hiện Dự án khai thác đá granit làm ốp lát khu vực núi Mavieck