

# RỦI RO SINH THÁI DO SỰ XUẤT HIỆN CỦA KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT XUNG QUANH BÃI CHÔN LẤP ĐÃ ĐÓNG CỬA TẠI THỊ TRẤN CÁI DẦU, HUYỆN CHÂU PHÚ, TỈNH AN GIANG

Huỳnh Thị Hồng Nhiên<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thanh Giao<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định các rủi ro đối với môi trường của bãi chôn lấp đã đóng cửa tại thị trấn Cái Dầu, huyện Châu Phú, tỉnh An Giang. Các mẫu đất được thu thập trong hai mùa ở các độ sâu; các mẫu này được phân tích một số đặc tính đất và kim loại nặng. Đất có môi trường acid yếu-trung tính với chất hữu cơ trung bình, đạm từ rất nghèo - giàu, lân và kali từ rất nghèo - nghèo; tầng 0 - 20cm có xu hướng cao hơn tầng 60 - 80cm. Nồng độ kim loại nặng được xếp theo thứ tự  $Fe > Mn > Zn > Cr > Pb > Cu > Ni > As$  (mùa mưa) và  $Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Cr > As$  (mùa khô). Tích tụ kim loại nặng của Ni, Cr, Pb và As ở mức không ô nhiễm - trung bình đến cao (mùa mưa) và Cr và As (mùa khô). Tất cả các vị trí xung quanh bãi rác đều bị ô nhiễm và rủi ro sinh thái từ thấp - trung bình vào mùa mưa; khoảng 50% vị trí vào mùa khô ô nhiễm và rủi ro ở mức thấp. Việc tích tụ kim loại nặng trong đất tiềm ẩn nguy cơ tích tụ trong cây trồng; do đó, các nghiên cứu tiếp theo cần tập trung vào khả năng tích tụ kim loại nặng vào cây trồng.

**Từ khoá:** An Giang, bãi chôn lấp, kim loại nặng, ô nhiễm đất, rủi ro sinh thái.

## 1. GIỚI THIỆU

Tại Việt Nam, theo báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), có 904 bãi chôn lấp (BCL) rác thải sinh hoạt, trong đó có khoảng 20% là BCL hợp vệ sinh, còn lại là các BCL không hợp vệ sinh hoặc các bãi tập kết chất thải cấp xã. Trong đó, vùng đồng bằng sông Cửu Long có hơn 100 BCL không hợp vệ sinh, rủi ro gây ô nhiễm đất nước, không khí và nhu cầu sử dụng đất dành cho chôn lấp rác cao, tỷ lệ tái sử dụng thấp. So với một số tỉnh khác ở đồng bằng sông Cửu Long thì An Giang có số lượng bãi rác/bãi chôn lấp nhiều hơn. Theo thống kê, An Giang có tổng cộng 36 bãi rác, trong đó có 14 BCL đã ngừng tiếp nhận chất thải, đã và đang đóng cửa.

Sau khi đóng BCL vẫn phải tiến hành theo dõi sự biến động của môi trường tại các trạm quan trắc. Các BCL bị đóng cửa có thể mang lại lợi ích quan trọng cho cộng đồng và môi trường xung quanh. Tuy nhiên, những rủi ro về môi trường do các BCL gây ra có thể hiện hữu trong một thời gian dài trong giai đoạn sau đóng cửa, ngay cả sau khi cải tạo địa điểm. Cụ thể, sự cố có thể xảy ra trong giai đoạn đóng

cửa bao gồm sự thấm rỉ nước rỉ rác làm ô nhiễm môi trường đất; bề mặt bãi rác bị bào mòn do gió, mưa hoặc bị đào bới và bề mặt bãi bị nứt do khí thoát ra hoặc do sự lún không đều của bãi rác. Trong đó, việc ô nhiễm đất và nước ngầm có thể được xem là các sự cố khó có thể xử lý nhất. Thêm vào đó, như thường thấy ở nhiều nơi trên thế giới và Việt Nam, trồng cây cối phục vụ cho chăn nuôi trên bề mặt bãi rác, các hoạt động canh tác, chăn nuôi và khu định cư trong khu vực tiệm cận với bãi rác. Tuy nhiên, rất ít nghiên cứu đã báo cáo về chất lượng môi trường đất xung quanh BCL đã đóng cửa. Chính vì những điều này, đánh giá môi trường đất từ khu vực để xác định các đặc tính lý hóa cũng như mối đe dọa tiềm tàng của khu vực này đối với sức khỏe con người và môi trường.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Mô tả vị trí nghiên cứu

Bãi rác Cái Dầu thuộc ấp Vĩnh Quới, thị trấn Cái Dầu, huyện Châu Phú, tỉnh An Giang; được bao quanh bởi đất nông nghiệp. Ngoài ra, các đối tượng tự nhiên - xã hội khác như sông Hậu (cách 0,5km), khu dân cư gần nhất (0,05km). Khu vực có đặc trưng bởi địa hình thấp, nằm trong vùng đất phèn có cao trình

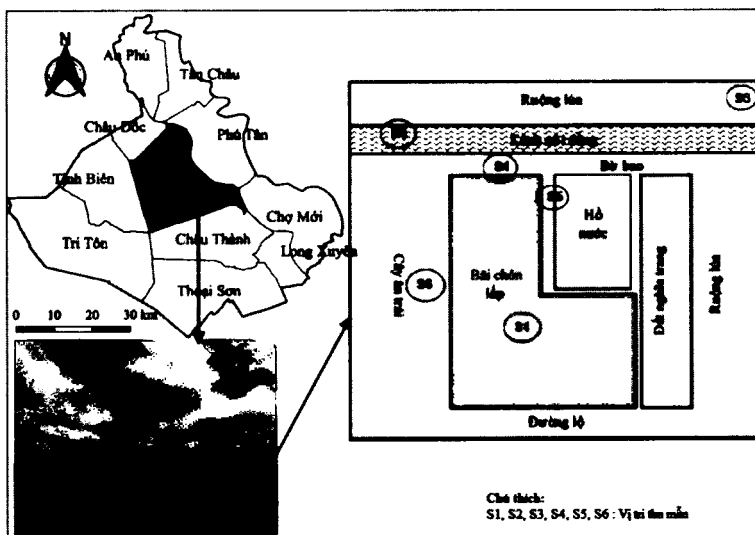
<sup>1</sup> Bộ môn Quản lý Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ  
\*Email: hongnghien13797@gmail.com

biến thiên từ 0,8 - 3m và thấp dần về phía Tây. BCL bắt đầu tiếp nhận chất thải vào năm 1997 và đã đóng cửa năm 2014; sau khi đóng bãi diện tích chôn lấp khoảng 5.040 m<sup>2</sup>, giảm khoảng 25% so với diện tích của bãi rác khi chưa thực hiện đóng bãi. Bãi được chôn lấp với hình thức đóng kiện rác và được chôn dưới 5 lớp phủ, bao gồm, cỏ, lớp đất phủ đỉnh dày 0,4m, lớp cát hạt trung dày 0,2m; lớp HDPE 0,75mm; lớp đất sét dày 0,2m.

## 2.2. Thu và phân tích mẫu

Các mẫu đất được thu ở độ sâu từ 0 - 20cm và 60 - 80 cm trên bề mặt bãi chôn lấp, các vị trí xung quanh và ruộng cách 300m theo hướng dẫn của TCVN 7538-2: 2005 (ISO 10381-2: 2002) -

chất lượng đất - lấy mẫu. Tại mỗi vị trí, có 3 - 5 mẫu đơn (tuỳ vào diện tích khu vực) được thu thập ngẫu nhiên để tạo thành một mẫu gộp. Tổng cộng có 24 mẫu đã được thu thập trong cả mùa mưa và mùa khô (6 vị trí x 2 tầng đất x 2 đợt thu mẫu) (Hình 1). Tất cả các mẫu đất được làm khô trong không khí ở nhiệt độ phòng và loại bỏ sỏi đá, xác bã hữu cơ (rễ cây, lá,...), sau đó được nghiền nhỏ, đồng nhất, và sàng qua rây có kích thước lỗ 0,5mm. Các mẫu đất được phân tích đặc tính đất (pH, chất hữu cơ, tổng nitơ, tổng photpho và tổng kali) và các kim loại nặng (Mn, Fe, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr và As) bằng phương pháp so màu và quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS).



Hình 1. Sơ đồ vị trí thu mẫu

## 2.3. Xử lý số liệu

### 2.3.1. Hoá lý đất

Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các thông số được trình bày theo dạng bảng và hình. Từ kết quả kiểm định phân phối chuẩn Shapiro-Wilk, phương pháp thống kê phi tham số Kruskal Wallis đã được sử dụng để so sánh sự khác biệt đáng kể giữa các vị trí. Sự khác biệt giữa hai mùa và giữa hai tầng đất đã cũng được xác định bằng phương pháp kiểm định hai mẫu độc lập (2 - Independent samples). Hệ số tương quan Spearman giữa các yếu tố đất và các kim loại nặng được tính toán để đánh giá mối quan hệ giữa các thông số này trong

đất. Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm thống kê SPSS (version 20.0).

### 2.3.2. Đánh giá rủi ro sinh thái

Chỉ số tích tụ địa lý (Geoaccumulation index - I<sub>geo</sub>) được sử dụng để ước tính mức độ ô nhiễm của các kim loại nặng riêng lẻ; trong khi đó, chỉ số tải lượng ô nhiễm (Pollution load index - PLI) được áp dụng để định lượng mức độ ô nhiễm tổng thể của kim loại nặng. Cuối cùng, chỉ số rủi ro sinh thái tiềm ẩn (PERI) được sử dụng để xác định rủi ro sinh thái tiềm ẩn bởi kim loại nặng. Các chỉ số này được tính theo các công thức như sau:

Chỉ số tích lũy địa lý ( $I_{geo}$ ):

$$I_{geo} = \log_2(C_i / (1.5 \times B_i)) \quad (1)$$

Chỉ số PI (Pollution index):

$$PI = C_i / B_i \quad (2)$$

Chỉ số PLI (Pollution Load Index):

$$PLI = \sqrt[n]{PI_1 \times PI_2 \times PI_3 \times \dots \times PI_i} \quad (3)$$

Chỉ số rủi ro sinh thái tiềm ẩn:

$$PERI = \sum_{i=1}^n T_x^i \times PI_i \quad (4)$$

Trong đó:  $C_i$  là giá trị giám sát thực tế của tham số  $i$ ;  $B_i$  là nồng độ trung bình của kim loại

nặng thứ  $i$  trong lớp đất nền (với  $Fe = 24.733$ ;  $Mn = 1.226$ ;  $Pb = 15$ ;  $Zn = 47.16$ ;  $Cu = 19.78$ ;  $Cr = 3.4$ ;  $Ni = 1.7$ ;  $As = 1.9$ ) (Nguyễn Minh Hiền, 2021); 1,5 là hệ số hiệu chỉnh ma trận nền do hiệu ứng thạch học;  $n$  là số lượng kim loại nặng;  $PI_i$  là chỉ số ô nhiễm kim loại nặng thứ  $i$ ;  $T_x^i$  là hệ số độc tính sinh thái ( $Mn = Zn = 1$ ,  $Cr = 2$ ,  $Cu = Ni = Pb = 5$ ,  $As = 10$ ) (Hakanson, 1980).

Các giá trị sau đó được đánh giá dựa trên các khoảng giới hạn được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng trong đất

Chỉ số	Khoảng giá trị	Khả năng gây ô nhiễm	Chỉ số	Khoảng giá trị	Khả năng gây ô nhiễm
$I_{geo}$	$I_{geo} \leq 0$	Không ô nhiễm	PLI	$PLI \leq 1$	Không ô nhiễm
	$0 < I_{geo} < 1$	Không đến trung bình		$1 < PLI \leq 2$	Trung bình
	$1 < I_{geo} < 2$	Trung bình		$PLI > 2$	Cao
	$2 < I_{geo} < 3$	Trung bình đến cao	PERI	$PERI < 150$	Thấp
	$3 < I_{geo} < 4$	Cao		$150 \leq PERI < 300$	Trung bình
$4 < I_{geo} < 5$	Cao đến rất cao	$300 \leq PERI < 600$		Cao	
	$5 < I_{geo}$	Rất cao	$PERI \geq 600$	Rất cao	

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Tính chất môi trường đất

##### 3.1.1. Đặc tính chất lượng đất tại bãi chôn lấp đã đóng cửa

Tại tầng A (0 - 20 cm), giá trị pH dao động từ  $5,46 \pm 0,03$  -  $7,53 \pm 0$  (mùa mưa) và  $4,56 \pm 0,07$  -  $6,36 \pm 0,05$  (mùa khô); có sự khác biệt trong thống kê giữa hai mùa ( $p < 0,05$ ) (Bảng 2). Điều này có thấy môi trường đất tại khu vực nghiên cứu chủ yếu mang tính acid yếu - trung tính. Ngược lại giá trị pH tại tầng B (60 - 80 cm) vào mùa mưa cho thấy môi trường đất trung tính và môi trường acid yếu vào mùa khô. Khoảng giá trị pH vẫn còn phù hợp cho sự phát triển của cây trồng.

Hàm lượng các chất dinh dưỡng trong đất đã được trình bày chi tiết trong Bảng 2. Đất tại vị trí bãi chôn lấp (S1) được xác định trong tình

trạng nghèo, hàm lượng chất hữu cơ và dinh dưỡng thấp ở cả hai mùa trong đất tầng A. Trong khi đó, đất tại khu vực ruộng lúa (S3) được đánh giá có hàm lượng các chất dinh dưỡng ở mức trung bình vào cả hai mùa trong tầng A; tuy nhiên, hàm lượng này trong đất tầng B có xu hướng thấp hơn. Các vị trí còn lại cũng cho thấy chất lượng đất chỉ ở mức rất nghèo đến nghèo. Hầu hết các chỉ tiêu đánh giá chất lượng đất đều có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vị trí ( $p < 0,05$ ). Tuy nhiên, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai tầng đất chỉ được ghi nhận đối với pH và TN (vào mùa mưa), CHC và TP (vào mùa khô). Nhìn chung, hàm lượng chất dinh dưỡng trong đất tầng A cao hơn so với tầng B (ngoại trừ vị trí S1). Sự khác biệt này có thể là do S1 có rất ít hoặc không có sự tích tụ của các vật liệu có nguồn gốc hữu cơ trong tầng A; đất tầng B có thể bị ảnh hưởng bởi quá trình phân hủy của chất thải.

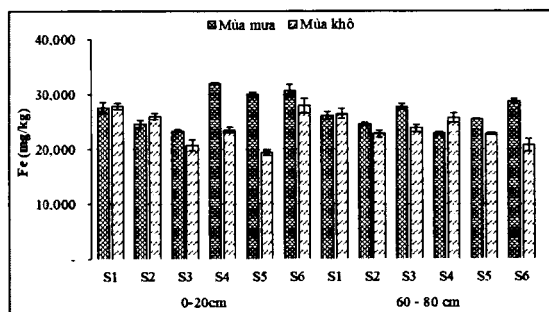
Bảng 2. Đặc tính chất lượng đất tại khu vực nghiên cứu

Mùa	Thông số	0 - 20cm						60 - 80cm						Sig.
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
Mùa mưa	pH	5,46 ± 0,03	6,44 ± 0,03	5,68 ± 0,02	5,62 ± 0,02	7,35 ± 0,02	7,53 ± 0,02	6,96 ± 0,03	6,99 ± 0,02	6,5 ± 0,03	6,92 ± 0,02	6,57 ± 0,02	6,62 ± 0,03	**
	TN	0,06 ± 0	0,12 ± 0	0,19 ± 0	0,18 ± 0	0,07 ± 0	0,09 ± 0	0,07 ± 0	0,07 ± 0	0,07 ± 0	0,08 ± 0	0,06 ± 0	0,1 ± 0	**
	TP	0,03 ± 0	0,05 ± 0	0,07 ± 0	0,1 ± 0	0,02 ± 0	0,03 ± 0	0,03 ± 0	0,01 ± 0	0,02 ± 0	0,03 ± 0	0,01 ± 0	0,03 ± 0	*
	CHC	3,38 ± 0,07	3,95 ± 0,09	8,14 ± 0,11	4,85 ± 0,05	4,23 ± 0,08	3,53 ± 0,03	3,58 ± 0,06	3,01 ± 0,08	2,34 ± 0,06	3,14 ± 0,08	2,30 ± 0,04	3,46 ± 0,04	*
	K	0,12 ± 0	0,15 ± 0	0,06 ± 0	0,11 ± 0	0,18 ± 0	0,15 ± 0	0,12 ± 0	0,08 ± 0	0,07 ± 0	0,08 ± 0	0,08 ± 0	0,12 ± 0	*
Mùa khô	pH	6,36 ± 0,05	4,56 ± 0,07	5,71 ± 0,07	5,33 ± 0,06	5,26 ± 0,03	6,11 ± 0,03	6,29 ± 0,62	4,73 ± 0,02	5,6 ± 0,01	4,65 ± 0,02	5,91 ± 0,05	7,13 ± 0,04	*
	TN	0,08 ± 0	0,07 ± 0	0,15 ± 0	0,15 ± 0	0,08 ± 0	0,1 ± 0	0,09 ± 0	0,12 ± 0	0,08 ± 0	0,08 ± 0	0,07 ± 0	0,15 ± 0	*
	TP	0,04 ± 0	0,02 ± 0	0,06 ± 0	0,1 ± 0	0,02 ± 0	0,03 ± 0	0,03 ± 0	0,05 ± 0	0,02 ± 0	0,02 ± 0	0,02 ± 0	0,04 ± 0	**
	CHC	3,15 ± 0,08	4,07 ± 0,04	5,25 ± 0,05	4,3 ± 0,13	4,01 ± 0,08	3,86 ± 0,06	3,41 ± 0,07	3,39 ± 0,05	3,12 ± 0,08	3,56 ± 0,07	2,92 ± 0,08	3,96 ± 0,06	**
	K	0,07 ± 0	0,06 ± 0	0,06 ± 0	0,06 ± 0	0,06 ± 0	0,07 ± 0	0,07 ± 0	0,06 ± 0	0,05 ± 0	0,05 ± 0	0,05 ± 0	0,08 ± 0	*

Ghi chú: (\*\*) Chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vị trí và giữa hai tầng đất ở mức độ tin cậy 95% ( $p < 0,05$ ); (\*) Chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vị trí ở mức độ tin cậy 95% ( $p < 0,05$ ).

### 3.1.2. Kim loại nặng trong đất tại bãi chôn lấp đã đóng cửa

Hầu hết các kim loại nặng đã được phát hiện; ngoại trừ Ni vào mùa khô. Nồng độ kim loại nặng trung bình thấp hơn giá trị giới hạn của QCVN 03-MT: 2015/BTNMT đối với đất nông nghiệp (S2 - S6) và đất dân sinh (S1). Trong nghiên cứu này Fe được tìm thấy có nồng độ cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vị trí ( $p < 0,05$ ). Nồng độ Fe trong đất tầng A dao động từ  $23.239,65 \pm 222,46 - 31.956,75 \pm 152,04$  mg/kg (mùa mưa) và  $19.285,43 \pm 479,94 - 27.940,80 \pm 1343,50$  mg/kg (mùa khô). Trong khi tại tầng B có xu hướng thấp hơn so với tầng A; dao động từ  $22.831,05 \pm 256,72 - 28.649,76 \pm 428,29$  mg/kg (mùa mưa) và  $20.650,43 \pm 1205,34 - 26.452,10 \pm 901,35$  mg/kg (mùa khô). Phân tích cũng đã cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai mùa và giữa hai tầng đất vào mùa mưa ( $p < 0,05$ ). Do đó, có thể thấy ô nhiễm Fe không chỉ liên quan đến bãi rác mà còn với các nguồn Fe tự nhiên khác, bởi Fe có thể được coi là nguyên tố phong phú nhất.



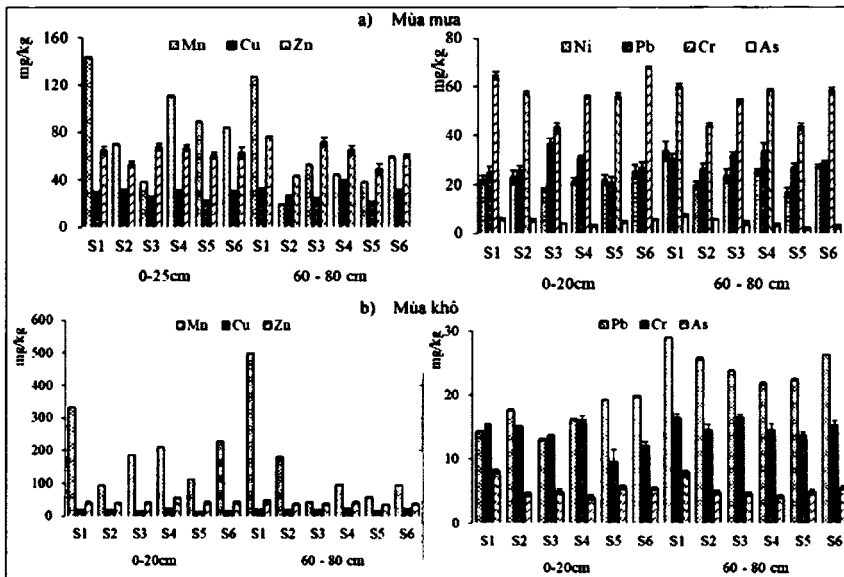
Hình 2. Nồng độ Fe (mg/kg) trong đất

Nồng độ Mn trong đất cao hơn đáng kể tại vị trí S1 ( $127,09 \pm 0,18 - 143,5 \pm 0,35$  mg/kg vào mùa mưa và  $331,77 \pm 0,859 - 500,36 \pm 0,732$  mg/kg vào mùa khô), ghi nhận khoảng gấp 2,1 - 3 lần nồng độ tìm thấy ở các vị trí còn lại. Ngược lại, Cu và Zn có nguồn gốc chủ yếu là do con người gây ra, kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng ô nhiễm Cu và Zn cho thấy sự đóng góp của bãi chôn lấp. Bởi theo báo cáo của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang (2020) nồng độ Cu và Zn trong đất trồng lúa (độ sâu < 30 cm) tại khu vực Châu Phú có giá trị lần lượt là 19,78 mg/kg và 47,16 mg/kg. Zn được kích hoạt trước khi pH < 6 - 6,5 và Cu khi pH < 5; điều này có thể giải thích sự chênh

lệch đáng kể của các vị trí, cụ thể có thể thấy rõ tại vị trí S1, S3 và S4 tại tầng A vào mùa mưa. Trong số các kim loại nặng, Cr và Pb thể hiện tình trạng môi trường ô nhiễm nhất. Nồng độ Cr cao hơn được tìm thấy ở khu vực trên bề mặt (S1) và phía Tây (S6) của bãi rác; có thể được giải thích bởi địa hình có xu hướng thấp dần về phía Tây. Tuy nhiên, nồng độ Pb trong tất cả các mẫu đất bất kể vị trí nào đều thấp hơn giới hạn đã được cho phép.

Các kim loại nặng Mn, Cu, Zn và Fe hầu như đã được giữ lại ở tầng A; mặt khác, Pb, Cr,

Ni và As thâm nhập sâu hơn xuống tầng B. Do đó có thể thấy độ sâu của việc lấy mẫu đất cũng cho thấy ảnh hưởng đáng kể đến nồng độ của các kim loại được nghiên cứu. Kết quả phân tích thống kê cũng cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về nồng độ Cu, Zn, Ni, Pb và Cr giữa hai mùa. Bên cạnh đó, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai tầng đất vào mùa khô cũng đã được ghi nhận đối với Cu, Zn và Pb; tuy nhiên, không có sự khác biệt về mặt thống kê giữa hai tầng đất vào mùa mưa.



Hình 3. Hàm lượng các kim loại nặng (mg/kg) trong đất vào (a) mùa mưa và (b) mùa khô

### 3.1.3. Phân tích mối tương quan giữa đặc tính và kim loại nặng trong đất

Trong nghiên cứu này, pH có mối tương quan nghịch với Mn trong đất tầng A ở cả hai mùa. Bên cạnh đó, As và Cr cũng đã được ghi nhận có mối tương quan thuận với pH và mối tương quan không có ý nghĩa với các nguyên tố khác. Không tìm thấy bất kỳ mối tương quan đáng kể nào giữa pH đất với Cu và Zn, điều này tương tự với nhận được trước đây của Hosseinzade *et al.* (2018). Mặc dù Fe chiếm ưu thế tại các vị trí nghiên cứu, tuy nhiên, Fe hầu như có rất ít các mối tương quan với pH và các chất dinh dưỡng; có thể nhận định rằng có thể có nguồn ô nhiễm khác ảnh hưởng đến nồng

độ Fe trong đất. Chất hữu cơ, TN và TP có mối tương quan thuận cao với Pb trong đất tầng A (Bảng 3); tuy nhiên, kim loại này có mối tương quan nghịch so với kali. Ngược lại, mối tương quan nghịch đáng kể của chất hữu cơ, TN và TP với Cr và As trong tầng A vào mùa khô và tương quan thuận trong tầng B; điều này cho thấy rằng những kim loại này có thể có chung một nguồn gốc. Hơn nữa, cũng có thể giả định rằng Cr và As có nguồn gốc từ các nguồn khác với chất hữu cơ, TN và TP. Không có mối tương quan giữa Pb, Cu và Zn với các đặc tính thổ nhưỡng trong đất vào mùa khô ở cả hai tầng đất, chứng tỏ rằng nồng độ các kim loại vào mùa khô hầu như không phụ thuộc sự gia tăng/giảm của chất dinh dưỡng trong đất.

Bảng 3. Hệ số tương quan (r) giữa kim loại nặng và các yếu tố chất lượng đất

Tầng A (0 - 20cm)_Mùa mưa								
	Mn	Fe	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	As
pH	-0,48 <sup>*</sup>	0,10	-0,20	-0,36	0,48 <sup>*</sup>	-0,31	0,22	0,24
TN	-0,63 <sup>**</sup>	-0,21	0,21	0,27	-0,46	0,77 <sup>**</sup>	-0,65 <sup>**</sup>	-0,65 <sup>**</sup>
TP	-0,30	-0,02	0,50 <sup>*</sup>	0,34	-0,36	0,83 <sup>**</sup>	-0,41	-0,58 <sup>*</sup>
CHC	-0,05 <sup>*</sup>	-0,12	-0,21	0,34	-0,62 <sup>**</sup>	0,52 <sup>*</sup>	-0,87 <sup>**</sup>	-0,85 <sup>**</sup>
K	0,10	0,23	-0,11	-0,60 <sup>**</sup>	0,61 <sup>**</sup>	-0,85 <sup>**</sup>	0,42	0,46
Tầng B (60 - 80cm)_Mùa mưa								
pH	-0,14	-0,52 <sup>*</sup>	0,46	-0,18	0,15	-0,23	0,19	0,60 <sup>**</sup>
TN	0,33	0,27	0,65 <sup>**</sup>	0,17	0,43	0,36	0,45	-0,12
TP	0,87 <sup>**</sup>	0,49 <sup>*</sup>	0,63 <sup>**</sup>	0,58 <sup>*</sup>	0,82 <sup>**</sup>	0,32	0,82 <sup>**</sup>	0,00
CHC	0,64 <sup>**</sup>	0,10	0,73 <sup>**</sup>	0,41	0,85 <sup>**</sup>	0,10	0,79 <sup>**</sup>	0,48 <sup>*</sup>
K	0,38	0,32	0,39	-0,09	0,45	-0,42	0,37	0,14
Tầng A (0 - 20cm)_Mùa khô								
pH	-0,90 <sup>**</sup>	0,55 <sup>*</sup>	0,02	0,12	-0,24	0,04	0,61 <sup>**</sup>	0,90 <sup>**</sup>
TN	0,37	-0,24	-0,03	0,29	-0,42	0,09	-0,22	0,37
TP	0,54 <sup>*</sup>	-0,06	0,37	0,48 <sup>*</sup>	-0,59 <sup>**</sup>	0,50 <sup>*</sup>	-0,21	0,54 <sup>*</sup>
CHC	-0,53 <sup>*</sup>	-0,67 <sup>**</sup>	-0,06	0,15	-0,39	0,17	-0,74 <sup>**</sup>	-0,53 <sup>*</sup>
K	0,71 <sup>**</sup>	0,52 <sup>*</sup>	-0,11	0,09	0,45	-0,28	0,65 <sup>**</sup>	0,72 <sup>**</sup>
Tầng B (60 - 80cm)_Mùa khô								
pH	-0,19	-0,48 <sup>*</sup>	0,06	-0,13	0,59 <sup>*</sup>	0,14	0,63 <sup>**</sup>	-0,19
TN	0,29	-0,39	0,37	-0,03	0,71 <sup>**</sup>	0,34	0,36	0,29
TP	0,53 <sup>*</sup>	-0,26	0,20	0,00	0,68 <sup>**</sup>	0,20	0,32	0,53 <sup>*</sup>
CHC	0,38	-0,04	0,85 <sup>**</sup>	0,35	0,25	0,11	0,16	0,38
K	0,37	-0,42	0,11	-0,01	0,88 <sup>**</sup>	0,13	0,80 <sup>**</sup>	0,37

Ghi chú: (\*) Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,05 ( $p < 0,05$ ); (\*\*) Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,01 ( $p < 0,01$ ).

### 3.2. Đánh giá rủi ro sinh thái

Chỉ số  $I_{geo}$  cho thấy phần lớn các mẫu đất có thể được coi là có tích lũy kim loại nặng trong đất ( $I_{geo} > 0$ ) (Bảng 4). Mức độ tích tụ của Cr, Ni được xác định là cao và Pb ở mức không đến ô nhiễm trung bình tại tất cả các vị trí vào mùa mưa. Bên cạnh đó, vị trí S1, S2 và S6 vào mùa mưa cũng được cho là bị ô nhiễm trung bình với As. Mức độ tích tụ được nhận thấy rằng có xu hướng thấp hơn vào mùa khô ở cả hai tầng đất; điển hình là Cr và Ni. Điều này có thể được giải thích bởi nước là một trong những yếu tố chính kiểm soát sự di chuyển của các nguyên tố vì lượng này trong đất bằng cách thay đổi độ pH. Do đó, quá trình vận chuyển kim loại trong đất tăng cường có thể xảy ra

trong thời kỳ mưa. Thêm vào đó, Cr được xếp vào nhóm các nguyên tố có tính di động hạn chế; do đó, sự tích tụ của chúng xảy ra tại chỗ.

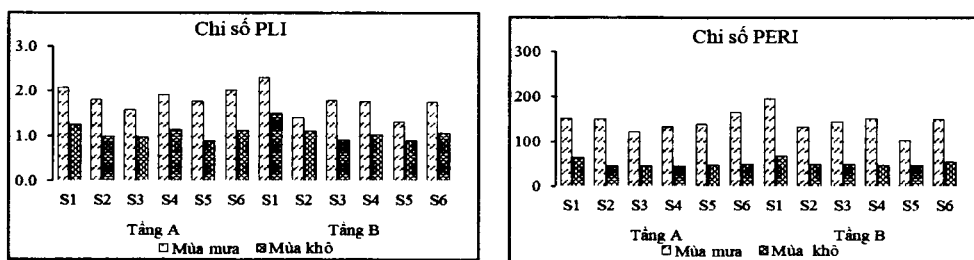
Các vị trí cho thấy mức độ ô nhiễm khác nhau đối với mỗi kim loại vì không có xu hướng rõ ràng nào được quan sát thấy cho tất cả các vị trí. Mặc dù vậy, một xu hướng có thể dễ dàng nhận thấy sự tích tụ Ni và Cr tại tầng A cao nhất tại S6, trong khi tầng B đã ghi nhận sự tích lũy cao tại S1. Điều này có thể cho thấy sự ảnh hưởng quá trình canh tác cây lâu năm (S6) và của sự phân hủy lớp rác được chôn lấp rác (S1). Ngoài ra, giá trị tích lũy của Ni và Cr thấp hơn tại tầng A vào mùa mưa vị trí xa bãi rác (S3) cho thấy các tác động tiềm ẩn của việc chôn lấp rác lâu dài.

Bảng 4. Các chỉ số tích tụ kim loại nặng ( $I_{geo}$ )

Tầng đất Vị trí	Mùa mưa								Mùa khô								
	Mn	Fe	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	As	Mn	Fe	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	As	
0 - 20cm	S1	-3,68	-0,43	0,00	-0,13	3,10	0,15	3,66	1,06	-2,47	-0,42	-0,63	-0,75	-	-0,65	1,59	1,50
	S2	-4,72	-0,59	0,11	-0,41	3,18	0,18	3,49	0,93	-4,31	-0,52	-0,62	-0,77	-	-0,34	1,56	0,69
	S3	-5,59	-0,67	-0,20	-0,06	2,82	0,71	3,08	0,47	-3,30	-0,85	-0,99	-0,77	-	-0,79	1,43	0,81
	S4	-4,06	-0,22	0,06	-0,09	3,06	0,45	3,45	0,16	-3,13	-0,66	-0,33	-0,35	-	-0,47	1,66	0,51
	S5	-4,38	-0,31	-0,43	-0,23	3,11	-0,10	3,46	0,72	-4,04	-0,94	-1,10	-0,77	-	-0,23	0,90	0,98
	S6	-4,45	-0,27	0,00	-0,17	3,31	0,25	3,74	1,03	-3,01	-0,41	-0,89	-0,71	-	-0,18	1,25	0,94
60 - 80cm	S1	-3,85	-0,51	0,07	0,10	3,72	0,43	3,56	1,40	-1,88	-0,49	-0,54	-0,59	-	0,37	1,69	1,46
	S2	-6,58	-0,60	-0,15	-0,70	2,95	0,22	3,11	1,05	-3,35	-0,70	-0,71	-0,93	-	0,20	1,51	0,77
	S3	-5,14	-0,42	-0,28	0,02	3,21	0,51	3,42	0,65	-5,43	-0,64	-0,57	-0,90	-	0,09	1,70	0,68
	S4	-5,38	-0,70	0,41	-0,12	3,30	0,58	3,52	0,30	-4,27	-0,53	-0,34	-0,74	-	-0,04	1,51	0,58
	S5	-5,59	-0,55	-0,44	-0,52	2,73	0,26	3,10	-0,55	-4,97	-0,70	-0,88	-0,96	-	0,00	1,42	0,79
	S6	-4,95	-0,37	0,08	-0,23	3,43	0,35	3,52	-0,04	-4,30	-0,85	-0,34	-0,90	-	0,23	1,58	0,96

Thêm vào đó, chỉ số PLI và PERI cũng có thể chỉ ra rằng hai vị trí S1 (trên bề mặt bãi chôn lấp) và S6 (khu vực trồng cây ăn trái) trong đất tầng A vào mùa mưa có mức độ ô nhiễm kim loại nặng cao và rủi ro sinh thái trung bình; trong khi đó, trong đất tầng B mức độ ô nhiễm cao và rủi ro sinh thái trung bình chỉ được ghi nhận tại vị trí S1. Các giá trị PLI tại các vị trí còn lại được tìm thấy đang trong tình trạng ô nhiễm ở mức trung bình có rủi ro sinh thái thấp và dao động trong khoảng 1,57 (ruộng lúa) - 1,92 (kênh gần bãi rác) đối với tầng A và 1,31 (bờ tiếp giáp hồ nước) - 1,78 (ruộng lúa)

đối với tầng B. Từ những quan sát trên cho thấy rủi ro sinh thái đối với khu vực vào mùa mưa cao hơn mùa khô và tầng B cao hơn tầng A (Hình 3). Một số nghiên cứu khác được báo cáo ô nhiễm bởi các kim loại vi lượng trong đất xung quanh các bãi chôn lấp chất thải rắn đô thị, gây ra nguy cơ độc tính sinh thái (Vongdala *et al.*, 2019). Kết quả đã chứng minh rằng đất trong khu vực bị ô nhiễm với các kim loại nặng, đặc biệt là Cr, Ni, As, Pb tại bãi chôn lấp và khu vực lân cận, đây có thể là nguyên nhân gây lo ngại cho người dân canh tác trong khu vực, đặc biệt là khu vực trồng cây ăn trái.



Hình 4. Chỉ số đánh giá mức độ ô nhiễm và rủi ro sinh thái

#### 4. KẾT LUẬN

Đất tại khu vực nghiên cứu được đánh giá có tính acid yếu - trung tính, chất hữu cơ và hàm lượng các chất dinh dưỡng ở mức nghèo và tầng A cao hơn so với tầng B. Nồng độ kim loại nặng được xác định nằm trong giới hạn cho

phép của QCVN 03-MT: 2015/BTNMT và giảm dần như sau  $Fe > Mn > Zn > Cr > Pb > Cu > Ni > As$  (mùa mưa) và  $Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Cr > As$  (mùa khô). Trong đó, Mn, Cu, Zn, và Fe hầu như được giữ lại ở tầng A; Pb, Cr, Ni và As có xu hướng cao hơn tại tầng B. Giá trị  $I_{geo}$  của

Ni và Cr đều bị tích tụ kim loại nặng ở mức cao, Pb và As từ không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Giá trị PLI tại tất cả các mẫu đất đều bị ô nhiễm từ trung bình đến cao (goại trừ khu vực ruộng lúa và tiếp giáp hồ nước). Giá trị của PERI cho thấy rủi ro sinh thái tiềm ẩn ở mức thấp đến trung bình. Chính vì vậy, các nghiên cứu về khả năng tích tụ kim loại nặng trong cây trồng và các biện pháp xử lý ô nhiễm liên quan đến bãi rác là cần thiết trong tương lai.

**Lời cảm ơn:** Tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ bởi Tập đoàn Vingroup - Công ty CP và hỗ trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VinBigdata) cho học viên Huỳnh Thị Hồng Nhiên (mã số: VINIF.2020.ThS.37) thực hiện nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên Môi trường, 2015. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất (QCVN 03-MT: 2015/BTNMT).
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2020. Báo cáo hiện trạng môi trường Quốc gia năm 2019, chuyên đề: Quản lý chất thải rắn. Nhà xuất bản Dân trí. 85 trang.
3. Hakanson, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control-a sedimentological approach. *Water Research*, 14(8), 975-1001.
4. Nguyễn Minh Hiền, Phạm Tấn Thi, Huỳnh Thị Kim Ngân, Nguyễn Thị Yến Nhi, Nguyễn Thị Dung và Lê Minh Trí, 2021. Khảo sát hàm lượng một số kim loại trong đất bằng phương pháp XRF và đánh giá ảnh hưởng của chúng đến hàm lượng phenolic và flavonoid toàn phần của cao chiết methanol từ hai loài thực vật ở tỉnh An Giang. *Tạp chí Phát triển khoa học và Công nghệ - Kỹ thuật và Công nghệ*, 4(2), 900 - 909.
5. Vongdala N., Tran, H.D., Xuan, T.D., Teschke, R., Khanh, T.D., 2019. Heavy metal accumulation in water, soil, and plants of municipal solid waste landfill in Vientiane, Laos. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 22.

## SUMMARY

### **Ecological Risk Associated with the Occurrence of Heavy Metals in the Soil Around the Closed Landfill in Cai Dau Town, Chau Phu District, An Giang Province**

**Huỳnh Thị Hồng Nhiên<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Giao<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Environmental Management, College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

The study aimed to determine the environmental risk of the closed landfill at Cai Dau town, Chau Phu district, An Giang province. Soil samples were collected over two seasons at different depths; these samples were analyzed for soil properties and heavy metals. Soil was slightly acidic, medium organic matter, nitrogen from very poor to rich, phosphorus and potassium from very poor to poor; 0 - 20cm layer tended to be higher than those in 60 - 80cm soil layer. Heavy metal concentrations were ranked in the order Fe > Mn > Zn > Cr > Pb > Cu > Ni > As (rainy season) and Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Cr > As (dry season). Heavy metals accumulation of Ni, Cr, Pb and As were found to be accumulated at non-polluting levels - moderate to high in the rainy season, while only Cr and As were found to be accumulated in the dry season. All locations around the landfill were polluted and the ecological risk was from low to moderate in the rainy season; about 50% of the sampling sites in the dry season were polluted and the risk was low. The accumulation of heavy metal in the soil is a potential risk of heavy metal accumulation plants; therefore, future study should focus on the possibility of heavy metal accumulation in plants.

**Keywords:** An Giang, landfill, heavy metals, soil pollution, ecological risks.

**Người phản biện:** PGS.TS. Phạm Văn Toàn  
Email: pvtoan@ctu.edu.vn

**Ngày nhận bài:** 16/7/2021

**Ngày thông qua phản biện:** 11/8/2021

**Ngày duyệt đăng:** 06/9/2021