

ASSESSING GREY WATER FOOTPRINT OF CHRYSANTHEMUM CULTIVATED IN UPSTREAM AREA OF XUAN HUONG LAKE, DA LAT CITY

Nguyen Thi Thanh Thuan^{1*}, Che Dinh Ly², Ho Thi Hang¹

¹Dalat University, ²Institute for Environment and Resources

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 19/7/2021	This study was conducted to assess the grey water footprint and propose solutions to reduce the grey water footprint in chrysanthemum cultivation in the upstream area of Xuan Huong Lake, Da Lat City. Based on the survey results of 27 hectares of chrysanthemum farming land in the study area and applying the methodology of the Water Footprint Network (WFN) to determine the grey water footprint, that caused by the use of fertilizer in the cultivation chrysanthemum process. The total calculated grey water footprint is about 946,26 m ³ /ton of product. Grey water footprints from fertilizer sources containing nitrogen account for 33% of the total grey water footprint, while this amount accounts for 67% from sources containing phosphorus. Good sustainable agricultural practices based on technical guidelines can reduce grey water footprints, reduce water pollution effectively. Specifically, grey water footprints caused by N can be reduced by about 30,34% and by P about 37,19%. The total grey water footprint can be cut is 330,70 m ³ /ton of product.
Revised: 13/9/2021	
Published: 16/9/2021	
KEYWORDS	
Chrysanthemum	
Water footprint	
WFN	
Grey water footprint	
Sustainable Agricultural	

ĐÁNH GIÁ DẤU CHÂN NƯỚC XÁM TRÊN CÂY HOA CÚC CANH TÁC TẠI KHU VỰC THƯỢNG NGUỒN HỒ XUÂN HƯƠNG, THÀNH PHỐ ĐÀ LẠT

Nguyễn Thị Thanh Thuận^{1*}, Chế Đình Lý², Hồ Thị Hằng¹

¹Trường Đại học Đà Lạt, ²Viện Môi trường và Tài nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 19/7/2021	Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá dấu chân nước xám và đề xuất giải pháp nhằm cắt giảm dấu chân nước xám trong hoạt động canh tác hoa cúc tại khu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương, thành phố Đà Lạt. Trên cơ sở kết quả khảo sát 27 ha đất canh tác hoa cúc của khu vực nghiên cứu và áp dụng phương pháp luận của Mạng dấu chân nước (WFN), dấu chân nước xám gây ra bởi việc sử dụng phân bón trong quá trình canh tác hoa cúc đã được xác định. Tổng dấu chân nước xám tính toán được vào khoảng 946,26 m ³ /tấn sản phẩm. Dấu chân nước xám từ nguồn phân có chứa đạm chiếm khoảng 33% tổng dấu chân nước xám, trong khi đó lượng này chiếm đến 67% từ nguồn có chứa lân. Việc thực hành nông nghiệp tốt theo hướng bền vững dựa vào các hướng dẫn kỹ thuật có thể cắt giảm dấu chân nước xám, giảm ô nhiễm nguồn nước một cách hiệu quả. Cụ thể, dấu chân nước xám gây ra bởi N có thể giảm khoảng 30,34%, và bởi P khoảng 37,19%. Tổng dấu chân nước có thể cắt giảm là 330,70 m ³ /tấn sản phẩm.
Ngày hoàn thiện: 13/9/2021	
Ngày đăng: 16/9/2021	
TỪ KHÓA	
Hoa cúc	
Dấu chân nước	
WFN	
Dấu chân nước xám	
Nông nghiệp bền vững	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4786>

* Corresponding author. Email: thuanntt@dlu.edu.vn

1. Giới thiệu

Theo Báo cáo của Tổ chức Nông lương thế giới (FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations), sản xuất nông nghiệp sử dụng đến 70% tổng lượng nước toàn cầu rút từ sông, hồ, các mạch nước ngầm, chiếm lượng nước lớn nhất trong tổng lượng nước sử dụng cho các hoạt động của con người [1]-[3]. Với tình hình mở rộng diện tích trồng trọt trong tương lai, đặc biệt là ở các nước đang phát triển thì con số này có thể sẽ tăng lên nữa. Đồng thời, trước bối cảnh biến đổi khí hậu với những diễn biến phức tạp trong thời gian vừa qua [4] và sự tác động của sản xuất nông nghiệp đối với tài nguyên nước thì cho thấy rằng, nếu nguồn nước vẫn tiếp tục được quản lý như hiện nay thì trong tương lai tài nguyên nước để phục vụ cho mọi lĩnh vực nói chung và sản xuất nông nghiệp nói riêng sẽ suy giảm trầm trọng cả về số lượng và chất lượng.

Việc tính toán dấu chân nước (Water Footprint – WF) là 1 cách tiếp cận mới nổi lên được đề xuất đầu tiên bởi Mạng lưới dấu chân nước (Water Footprint Network – WFN) năm 2002, với mục tiêu là định lượng rõ ràng hơn về các tác động của các hoạt động của con người đối với số lượng và chất lượng nước, hướng dẫn việc cải thiện và ra quyết định, quản lý tài nguyên nước. Dấu chân nước là tổng lượng nước dùng trong sản xuất hàng hóa và dịch vụ được tiêu thụ bởi một cá nhân, cộng đồng hay được tạo ra bởi doanh nghiệp [2]. Từ định nghĩa dấu chân nước, ta có thể định nghĩa dấu chân nước của cây trồng chính là tổng lượng nước được dùng trong sản xuất các sản phẩm cây trồng. Dấu chân nước (WF) cho phép đánh giá tác động của hoạt động của con người đối với việc sử dụng nước và tác động đến hệ thống thủy sinh [5].

Năm 2002, Arjen Hoekstra – Giáo sư về quản lý nước tại Đại học Twente, Hà Lan, đồng sáng lập và là giám đốc khoa học của WFN, trong khi làm việc tại Viện Giáo dục Nước UNESCO-IHE, Arjen Hoekstra đã đưa ra chỉ số dấu chân nước để làm thước đo cho lượng nước tiêu thụ và gây ô nhiễm trong sản xuất hàng hóa và dịch vụ theo chuỗi cung ứng đầy đủ của chúng [2], [6].

Dấu chân nước đối với một sản phẩm cây trồng đều sẽ bao gồm [2], [7]: Dấu chân nước xanh lá (Green water footprint) là lượng nước mà cây cối sử dụng có nguồn gốc từ nước mưa được lưu trữ trong đất và chỉ có khả năng bốc hơi; Dấu chân nước xanh dương (Blue water footprint) là lượng nước lấy từ nước mặt hoặc nước ngầm sử dụng để tưới cho cây trồng; Dấu chân nước xám (Grey water footprint) là lượng nước cần thiết để đồng hóa nguồn nước ô nhiễm, đáp ứng được tiêu chuẩn về chất lượng nguồn nước. Trong đó, việc xác định được dấu chân nước xám sẽ có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong việc định lượng được sự tác động của hoạt động canh tác nông nghiệp đối với chất lượng nước.

Dấu chân nước xám là lượng nước cần thiết để đồng hóa các chất ô nhiễm gây ra cho một nguồn nước, dựa trên tiêu chuẩn chất lượng nước xung quanh khu vực canh tác, tải lượng chất ô nhiễm trong nguồn nước tự nhiên. Dấu chân nước xám được xem là một chỉ báo về việc chiếm đoạt tài nguyên nước thông qua việc làm ô nhiễm nguồn nước [8].

Hoạt động sản xuất nông nghiệp được đánh giá chung là gây ô nhiễm nguồn nước, việc sử dụng Nitơ và photpho từ nông nghiệp nhận được sự quan tâm trong thời gian gần đây bởi chúng đã và đang gây ra tình trạng thừa dinh dưỡng trên các lưu vực gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ sinh thái nước, cảnh quan và sức khỏe cộng đồng [9].

Với lợi thế về điều kiện tự nhiên, Đà Lạt là một trong những khu vực trồng hoa ôn đới lớn nhất trong cả tỉnh Lâm Đồng (chiếm 63% tổng diện tích trồng hoa cả tỉnh). Các loài hoa truyền thống như hoa cúc, hoa hồng, hoa lay ơn có sự gia tăng theo từng năm. Bên cạnh đó cũng có sự du nhập của những giống mới như cẩm chướng, hoa loa kèn, đồng tiền... Hoa cúc chiếm phần lớn diện tích gieo trồng (43%) và có sự gia tăng nhanh nhất [10]. Hoa cúc là loài hoa chủ lực được trồng phổ biến ở 3 làng hoa lớn của thành phố Đà Lạt là làng hoa Vạn Thành, làng hoa Thái Phiên và làng hoa Hà Đông. Hoa cúc là loài hoa ngắn ngày, ưa sáng được trồng quanh năm tại thành phố Đà Lạt và chủ yếu được canh tác trong nhà kính.

Tại Đà Lạt, các khu vực canh tác hoa cúc phân bố chủ yếu ở những khu vực thuộc lưu vực sông. Trong đó, đáng chú ý là làng hoa Thái Phiên, hoạt động canh tác nông nghiệp tại khu vực

này phụ thuộc lớn vào nguồn nước cấp từ lưu vực Suối Cam Ly đoạn thượng nguồn Hồ Xuân Hương. Việc sử dụng phân bón trong canh tác và quản lý nguồn nước không hợp lý trong những năm gần đây tại lưu vực này gây ra vấn đề ô nhiễm nguồn nước nghiêm trọng và về lâu dài có thể ảnh hưởng đến nguồn nước tưới tiêu cho khu vực canh tác.

Xuất phát từ điều đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định dấu chân nước xám của cây hoa cúc canh tác chủ yếu tại khu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương, Đà Lạt; trên cơ sở đó, đề xuất giải pháp nhằm giảm thiểu được sự tác động của hoạt động canh tác nông nghiệp đối với chất lượng nguồn nước lưu vực.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm xác định dấu chân nước xám từ hoạt động canh tác hoa cúc tại khu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương, thành phố Đà Lạt từ tháng 6/2018 đến 6/2019.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định dấu chân nước xám

Dấu chân nước xám được tính toán dựa trên phương pháp được đề xuất bởi WFN theo cách tiếp cận bậc 1. Với cách tiếp cận này dấu chân nước xám được xem xét trong trường hợp nguồn ô nhiễm khuếch tán và trực tiếp [8]. Để tính toán thành phần nước xám (WF_{grey} , m^3) cần xem xét các thông số được thể hiện ở bảng 1. Cụ thể là tổng tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước, L ; tải lượng chất ô nhiễm tối đa cho phép của nguồn nước L_{crit} ; lưu lượng của nguồn nước R ; năng suất cây trồng Y [2].

$$WF_{Grey} = \frac{\frac{L}{L_{crit}} \times R}{Y} \quad (m^3/tấn \text{ sản phẩm}) \quad (1)$$

L_{crit} được định nghĩa là tải lượng chất ô nhiễm tối đa cho phép của nguồn nước, tức là với tải lượng này thì nguồn nước sẽ không còn khả năng tự làm sạch. Với C_{max} và C_{nat} lần lượt là nồng độ tối đa và nồng độ tự nhiên của chất ô nhiễm trong nguồn nước (kg/m^3), ta có:

$$L_{crit} = R \times (C_{max} - C_{nat}) \quad (kg/vụ) \quad (2)$$

Với nước ở khu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương, Đà Lạt thuộc lưu vực suối Cam Ly sử dụng cho mục đích tưới tiêu, do đó ở nghiên cứu này lấy giá trị C_{max} theo QCVN 08:2015, cột B1 [11].

Từ hai phương trình trên, ta có [2], [12], [13]:

$$WF_{Grey} = \frac{\frac{L}{C_{Max} - C_{Nat}}}{Y} \quad (m^3/tấn \text{ sản phẩm}) \quad (3)$$

Khi sử dụng phân bón cho cây trồng, một phần các thành tố trong phân bị thấm vào nước ngầm hoặc chảy tràn ra bề mặt theo một dòng nước bề mặt, trong trường hợp này tổng tải lượng ô nhiễm là phần chất ô nhiễm tiếp xúc với nước ngầm hoặc nước mặt. Phần lớn các chất ô nhiễm tiếp cận với nước ngầm và nước mặt là không thể đo được một cách dễ dàng vì nó xâm nhập vào nước theo cơ chế khuếch tán. Thêm vào đó, trong quá trình di chuyển, chất ô nhiễm cũng sẽ bị suy giảm nồng độ do quá trình phân rã. Để khắc phục điều này, phương pháp được WFN đề xuất là giả định rằng một phần nhất định của các chất hóa học được bón vào cây cuối cùng sẽ tiếp xúc với mặt đất hoặc mặt nước [2], [6], [8]:

$$L = \alpha \times Apply \quad (kg/ha/vụ) \quad (4)$$

Giá trị α là kết quả của sự ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố dẫn đến sự rò rỉ chất ô nhiễm. Đối với bậc 1, α được ước tính dựa trên những thông tin về các yếu tố môi trường và thực hành nông nghiệp tại khu vực. Việc ước tính dòng chảy của các chất ô nhiễm vào nước ngầm và nước mặt là

không thể thực hiện đối với bậc 1, ở đây chỉ tính đến phần phân hủy trôi chảy tổng thể chứ không đề cập là bao nhiêu phân vào nước ngầm, bao nhiêu phân vào nước mặt. Theo cách tiếp cận này α được tính như sau [8]:

$$\alpha = \alpha_{\min} + \left[\frac{\sum_i S_i \times W_i}{\sum_i W_i} \right] \times (\alpha_{\max} - \alpha_{\min}) \quad (5)$$

Mỗi hệ số i sẽ được cho điểm trong ngưỡng 0 đến 1. Khi yếu tố có tiềm năng ảnh hưởng rất cao đến quá trình (thấm hoặc tạo dòng chảy), lấy giá trị S_i bằng 1; tiềm năng cao lấy bằng 0,67; tiềm năng thấp lấy bằng 0,33; tiềm năng ảnh hưởng rất thấp, lấy bằng 0; trường hợp không có thông tin, có thể lấy giá trị mặc định là 0,5 [8].

Bảng 1. Định nghĩa các ký hiệu trong phương trình tính toán

Ký hiệu	Định nghĩa	Đơn vị	Ký hiệu	Định nghĩa	Đơn vị
WF_{grey}	Dầu chân nước xám	m ³ /tấn sản phẩm	i	Yếu tố ảnh hưởng đến quá trình rò rỉ chất ô nhiễm (điều kiện khí hậu, đất, lượng phân bón, sự hấp thu của cây trồng...)	
L	Tổng tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước	Khối lượng/ thời gian	S_i	Điểm số cho các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình rò rỉ chất ô nhiễm	
L_{crit}	Tải lượng chất ô nhiễm tối đa cho phép của nguồn nước	Khối lượng/ thời gian	W_i	Trọng số cho từng yếu tố (mỗi yếu tố sẽ có sự ảnh hưởng khác nhau)	
R	Lưu lượng của nguồn nước R	Thể tích/ thời gian	$\alpha_{\max}, \alpha_{\min}$	Hệ số lớn nhất và nhỏ nhất của phân chất ô nhiễm tiếp xúc với nguồn nước	
$C_{\max}$	Nồng độ chất ô nhiễm tối đa cho phép theo tiêu chuẩn chất lượng nước xung quanh	kg/ m ³	N	Cỡ mẫu cần tìm	ha
C_{nat}	Nồng độ của chất ô nhiễm có trong nguồn nước tự nhiên	kg/ m ³	n	Tổng diện tích hoa cúc canh tác tại khu vực khảo sát	ha
$Appl$	Khối lượng phân bón đưa vào cho cây trồng	kg/ha/vụ	P	Tỷ lệ phần trăm của mẫu dự kiến so với mẫu tổng thể, $Q = 1-P$	
α	Hệ số không thứ nguyên, thể hiện cho phân chất ô nhiễm tiếp xúc với nguồn nước		k	Sai số cho phép, lấy bằng $\pm 7\%$	
Y	Năng suất cây trồng	tấn/ha/vụ	z	Giá trị phân phối tương ứng với độ tin cậy lựa chọn 95%	

2.2.2. Phương pháp khảo sát, điều tra thực địa

Áp dụng công thức xác định cỡ mẫu dưới đây, nghiên cứu đã ước tính được diện tích canh tác hoa cúc tại khu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương, cỡ mẫu cần thiết là 27 ha.

$$N = \left(\frac{1}{n} + \frac{n-1}{n} \times \frac{1}{P \times Q} \times \left(\frac{k}{z_{(1-\alpha)/2}} \right)^2 \right)^{-1} \quad (6)$$

Trong đó:

- N : cỡ mẫu cần tìm (ha)

- n: Tổng diện tích canh tác hoa cúc tại khu vực khảo sát (ha)
- P: Tỷ lệ phần trăm của mẫu dự kiến so với mẫu tổng thể
- Q: $Q=1-P$
- k: Sai số cho phép, lấy bằng $\pm 7\%$
- z: Giá trị phân phối tương ứng với độ tin cậy lựa chọn 95%.

Các thông tin khảo sát bao gồm: Diện tích canh tác (m^2), số lượng cây trồng (cây), phân bón sử dụng (chủng loại và số lượng), sản lượng dự kiến (thùng)

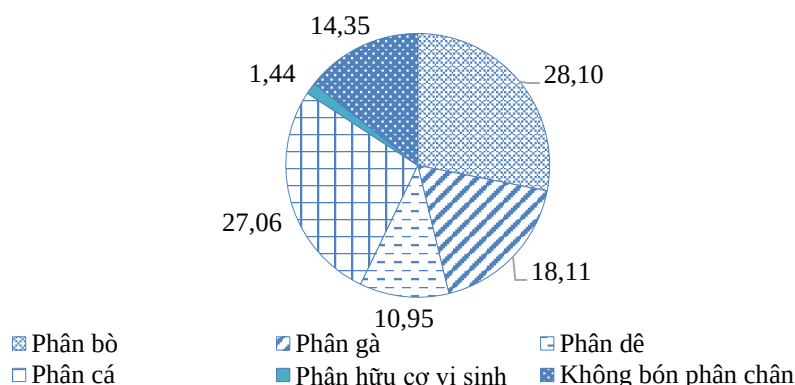
2.2.3. Phương pháp xác định hàm lượng N và P trong phân bón và trong nguồn nước tự nhiên

60 mẫu phân gồm: Phân dê, phân bò, phân gà, phân cá đã được thu thập tại các nông hộ canh tác hoa cúc. 10 mẫu nước đầu nguồn đã được thu thập tại lưu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương.

Hàm lượng N tổng số được xác định bằng phương pháp Kjeldahl và hàm lượng P tổng số trong các mẫu được xác định bằng phương pháp trắc quang so màu tại Phòng thí nghiệm của Khoa Môi trường và Tài nguyên, trường Đại học Đà Lạt.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Kết quả khảo sát thực địa



Hình 1. Tình hình sử dụng phân bón lót

Qua hình 1 cho thấy, đa số các hộ canh tác hoa cúc tại khu vực này đều sử dụng phân bón lót trong quá trình canh tác, chiếm 85,65% tổng diện tích khảo sát. Các loại phân được sử dụng gồm 5 loại chính: phân bò, phân dê, phân hữu cơ vi sinh, phân gà, phân cá. Trong đó, phân bò và phân cá là hai loại phân được sử dụng phổ biến nhất, tương ứng 28,10% và 27,06%. Đối với phân hữu cơ vi sinh chỉ có 1,44% diện tích sử dụng duy nhất 1 loại phân này làm phân lót, đa số người dân bón chung loại phân này với phân bò, phân gà và phân dê chiếm 24,96% diện tích khảo sát.

Tổng diện tích không bón phân chân cũng chiếm lượng đáng kể 14,35%, tuy nhiên để đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cho cây trồng phân hóa học như lân, NPK, Urê được sử dụng nhiều hơn so với những diện tích có sử dụng phân chuồng. Đối với việc sử dụng phân hóa học, 100% diện tích khảo sát có sử dụng phân NPK và ure trong quá trình canh tác, chỉ có khoảng 44,68% diện tích khảo sát sử dụng phân lân. Việc sử dụng phân bón của người dân là theo kinh nghiệm canh tác (70,45%), chỉ có 1 số ít là bón theo hướng dẫn (29,55%).

3.2. Kết quả xác định hàm lượng N, P có trong phân bón

Phân hữu cơ vi sinh, phân NPK, phân lân và phân ure sử dụng trong quá trình canh tác hoa cúc là các sản phẩm được sản xuất theo kiểu công nghiệp nên đã biết được thành phần hóa học, riêng các loại phân bò, phân cá, phân dê và phân gà do là phân chuồng sản xuất theo kiểu truyền thống nên không biết trước được thành phần hóa học; vì vậy, nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu và phân tích tại phòng thí nghiệm, kết quả thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học của các loại phân chuồng

Đơn vị: %

Nguyên tố	Phân bò	Phân cá	Phân dê	Phân gà
N	1,07 ± 0,12	1,12 ± 0,11	2,05 ± 0,12	1,33 ± 0,05
P	0,21 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,49 ± 0,00

Qua bảng 2 cho thấy, phân dê là loại phân có hàm lượng N cao nhất (2,05% khối lượng), tuy nhiên, hàm lượng P lại thấp hơn rất nhiều so với các loại phân chuồng còn lại (0,15%). Trong khi đó, phân gà lại là loại phân có hàm lượng N và P tương đối cao so với các loại phân còn lại (N chiếm 1,33%, P chiếm 0,49%). Mặc dù phân gà và phân dê có dinh dưỡng cao hơn nhưng theo kết quả khảo sát đa số người dân sử dụng phân bò và phân cá nhiều hơn trong quá trình canh tác.

3.3. Kết quả xác định khối lượng N và P được bón cho hoa cúc

Khối lượng N và P được bón cho hoa cúc bao gồm lượng N và P lấy từ phân bón chân (phân chuồng, phân hữu cơ vi sinh) và từ phân bón hóa học (lân, NPK và ure). Kết quả thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Khối lượng N và P sử dụng cho hoa cúc

Nguyên tố	Khảo sát	Hướng dẫn kỹ thuật
N (kg/1000m ²)	36,74 ± 2,46	34,79
P (kg/1000m ²)	10,31 ± 1,21	8,85

Qua bảng 3 cho thấy, cả lượng N và P bón cho hoa cúc tại khu vực khảo sát đều cao hơn so với hướng dẫn kỹ thuật của sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Tỉnh Lâm Đồng đề xuất [14]. Có sự sai khác trên là do thói quen thực hành nông nghiệp của nông dân tại khu vực này (kết quả khảo sát thực địa đến 70,45% bón theo kinh nghiệm).

3.4. Kết quả xác định hàm lượng N và P trong nguồn nước tự nhiên

Bảng 4. Khối lượng N và P có trong nguồn nước tự nhiên

Thông số	Hàm lượng phân tích (mg/l)	QCVN 08:2015/BTNMT về chất lượng nước mặt (mg/l), Cột B1
N (bao gồm NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺)	3,36 ± 1,07	10,95
P	0,08 ± 0,03	0,30

Qua bảng 4 cho thấy, nguồn nước tại khu vực khảo sát khi chưa chịu tác động do các hoạt động của con người (sinh hoạt, canh tác nông nghiệp) có hàm lượng N và P đáp ứng tiêu chuẩn QCVN 08:2015/BTNMT [11] đối với nguồn nước phục vụ cho hoạt động canh tác nông nghiệp (do nguồn nước này phục vụ cho nông nghiệp là chính), thậm chí khi so sánh với tiêu chuẩn nước phục vụ cho mục đích cấp nước sinh hoạt ở cột A2, các giá trị này vẫn đáp ứng được yêu cầu.

3.5. Kết quả xác định dấu chân nước xám

3.5.1. Kết quả xác định các thông số ảnh hưởng đến việc gây ô nhiễm nguồn nước của N và P

Dựa trên điều kiện canh tác tại khu vực khảo sát, kết hợp với hướng dẫn của Franke và cộng sự [8], kết quả xác định các thông số ảnh hưởng đến sự gây ô nhiễm nước của N và P được thể hiện ở bảng 5 và bảng 6.

Qua giá trị trọng số cho từng yếu tố Wi, ta thấy các yếu tố môi trường như khí hậu, đất đai, khí quyển có tầm ảnh hưởng lớn đến việc gây ô nhiễm nguồn nước của N (chiếm 65%). Việc thực hành nông nghiệp cũng ảnh hưởng đáng kể đến việc gây ô nhiễm nguồn nước của N (chiếm 35%). Trong tất cả các yếu tố, sự thoát nước tự nhiên và sự hấp thụ của cây trồng có ảnh hưởng thấp nhất đến việc gây ô nhiễm nước của N (5%).

Bảng 5. Thông số ảnh hưởng đến sự gây ô nhiễm nước của N

Nhóm yếu tố	Yếu tố	Mô tả	Wi	Mô tả	Điểm
Môi trường	Khí quyển	Sự lắng đọng N trong khí quyển (gN/m ² /năm)	10	> 0,5	0,33
		Kết cấu liên quan đến cơ chế thấm	15	Thịt, Sét thấp [15]	0,67
	Đất	Kết cấu liên quan đến cơ chế chảy mặt	10	Thịt, Sét thấp [15]	0,33
		Thoát nước tự nhiên (liên quan đến cơ chế thấm)	10	Kém	0,33
		Thoát nước tự nhiên (liên quan đến cơ chế chảy tràn)	5	Tốt	0,33
Thực hành nông nghiệp	Khí hậu	Lượng mưa (mm)	15	1600	0,67
		Lượng N sử dụng (kg/ha)	10	> 60	1
	Tỷ lệ bón	10	Rất cao	1	
	Cây trồng hấp thu	5	Thiếu thông tin	0,5	
	Thực hành quản lý	10	Kém	0,67	
	$\alpha_{\min}$				0,01
	$\alpha_{\max}$				0,25

Bảng 6. Thông số ảnh hưởng đến sự gây ô nhiễm nước của P

Nhóm yếu tố	Yếu tố	Mô tả	Wi	Mô tả	Điểm
Môi trường	Đất	Kết cấu liên quan đến cơ chế chảy mặt	15	Thịt, Sét thấp [15]	0,33
		Xói mòn	20	Không có thông tin	0,5
	Khí hậu	Hàm lượng photpho phân bón (g/m²)	15	>700	1
Cường độ mưa		10	Không có thông tin	0,5	
Thực hành nông nghiệp		Cây trồng hấp thu	10	Không có thông tin	0,5
		Thực hành quản lý	15	Kém	0,67
		Tỷ lệ bón	15	Rất cao	1
		$\alpha_{\min}$			0,0001
		$\alpha_{\max}$			0,05

Nhóm yếu tố môi trường có sự ảnh hưởng đến sự gây ô nhiễm nước của P chỉ chiếm 60%, giá trị này thấp hơn so với N (65%). Ngược lại, việc thực hành nông nghiệp có ảnh hưởng khá lớn đến sự gây ô nhiễm nước do P, chiếm 40%. Cũng như N, sự gây ô nhiễm nguồn nước của P cũng chịu ảnh hưởng thấp nhất bởi yếu tố cây trồng hấp thu.

3.5.2. Kết quả xác định tổng tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước

Bảng 7. Tổng tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước

	Thông số	Khối lượng phân bón sử dụng kg/1000m ² /vụ	α	L (kg/1000m ² /vụ)
N	Khảo sát	36,74 ± 2,46	0,156	5,73 ± 0,36
	Hướng dẫn	34,79	0,156	5,42
P	Khảo sát	10,31 ± 1,21	0,033	0,34 ± 0,05
	Hướng dẫn	8,85	0,033	0,29

Dựa trên các thông số ở bảng 5 và 6, tỷ lệ N và P bón cho cây trồng bị rò rỉ vào nguồn nước được xác định là 0,156 và 0,033 như thể hiện ở bảng 7. Điều đó có nghĩa là khi bón phân cho cây trồng thì có đến 15,6% N và 3,3% P trong phân sẽ không được cây trồng sử dụng và được vận chuyển đến môi trường nước gây ra dư lượng trong nguồn nước. Mặc dù con số này là nhỏ hơn so với N nhưng khi có một lượng P đi vào nguồn nước, lượng P này kết hợp với N và các điều kiện ngoại tác thuận lợi sẽ gây ra hiện tượng phú dưỡng, tảo nở hoa làm ô nhiễm nguồn nước mặt. Từ kết quả xác

định tổng tải lượng chất ô nhiễm ở bảng 7 ta thấy, nếu phân bón được bón theo hướng dẫn kỹ thuật thì tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước sẽ có thể được giảm đi một lượng đáng kể.

3.5.3. Dấu chân nước xám của hoa cúc

Dấu chân nước xám gây ra bởi N và P của hoa cúc đã được xác định dựa trên hàm lượng chất ô nhiễm tối đa cho phép trong nguồn nước mặt, hàm lượng chất ô nhiễm có trong nguồn nước tự nhiên, năng suất cây trồng và tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước. Kết quả xác định dấu chân nước xám được trình bày ở bảng 8.

Qua bảng 8 cho thấy, dấu chân nước xám liên quan đến P trong quá trình canh tác hoa cúc là rất lớn, gấp hơn 2 lần so với N. Tổng dấu chân nước xám do việc sử dụng phân bón của hoa cúc vào khoảng 946,26 m³/tấn sản phẩm, con số này lớn hơn rất nhiều so với dấu chân nước của một số loại cây trồng đã được nghiên cứu trước đây [13], [16].

Việc bón phân không theo hướng dẫn làm gia tăng lượng nước xám. Nếu việc thực hành nông nghiệp tốt làm thay đổi thói quen sử dụng phân bón thì việc làm giảm dấu chân nước xám này là có thể thực hiện được, cụ thể nếu làm theo đúng hướng dẫn kỹ thuật có thể giảm dấu chân nước xám gây ra bởi N khoảng 30,34% và bởi P khoảng 37,19%, tổng dấu chân nước có thể cắt giảm là 330,70 m³/tấn sản phẩm.

Bảng 8. Tổng tải lượng chất ô nhiễm đi vào nguồn nước

Thông số		C _{max} (Kg/ m ³)	C _{nat} (Kg/ m ³)	L (kg/ 1000m ² / vụ)	Năng suất (Tấn/ 1000m ² /vụ)	WF _{grey} theo N (m ³ /tấn sản phẩm)
N	Khảo sát	0,011	0,0034	5,73 ± 0,36	2,43 ± 0,15	310,27
	Hướng dẫn	0,011	0,0034	5,42	3,3	216,11
P	Khảo sát	0,0003	0,00008	0,34 ± 0,05	2,43 ± 0,15	636,00
	Hướng dẫn	0,0003	0,00008	0,29	3,3	399,45

4. Kết luận

Trên cơ sở mục tiêu nghiên cứu đã đặt ra và kết quả nghiên cứu đạt được, về cơ bản nghiên cứu đã xác định được dấu chân nước xám của cây hoa cúc canh tác tại khu vực thượng nguồn Hồ Xuân Hương, Đà Lạt. Tổng dấu chân nước xám gây ra bởi việc bón phân trong quá trình canh tác vào khoảng 946,26 m³/tấn sản phẩm. Dấu chân nước xám từ nguồn phân có chứa đạm chiếm khoảng 33% tổng dấu chân nước xám, trong khi đó lượng này chiếm đến 67% từ nguồn có chứa lân.

Kết quả của nghiên cứu một lần nữa nhấn mạnh việc ô nhiễm nguồn nước từ canh tác nông nghiệp là điều không thể bỏ qua. Việc kiểm soát dấu chân nước xám nhằm giảm nguy cơ ô nhiễm lưu vực theo thời gian do hoạt động canh tác nông nghiệp là hoàn toàn có thể thực hiện được thông qua các giải pháp về giáo dục và truyền thông môi trường, thay đổi thói quen thực hành nông nghiệp hướng người dân đến việc canh tác theo các tiêu chuẩn vệ sinh an toàn hiện hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] E. Evangelou, C. Tsadilas, N. Tserlikakis, A. Tsitouras, and A. Kyritsis, "Water Footprint of Industrial Tomato Cultivations in the Pinios River Basin: Soil Properties Interactions," *Water*, vol. 8, p. 515, 2016.
- [2] A. Hoekstra, A. Chapagain, M. M. Aldaya, and M. M. Mekonnen, *The Water Footprint Assessment Manual*. Earthscan, London. Washington, DC, 2011.
- [3] Food and Agriculture Organization, *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops - Principles for Mediterranean climate areas*. Rome, 2013.
- [4] Department of Natural Resources and Environment of Lam Dong Province, *Report on Environmental Status of Lam Dong Province for the period 2011 - 2015*, 2015.
- [5] T. Pacetti, G. Castelli, and L. Zanchi, *Water Footprint analysis (ISO 14046) of organic Chianti wine production in Tuscany, Italy*, 2017.
- [6] E. Moberg, *The water footprint of coffee production in Mirafior, Nicaragua*, 16008 Student thesis, UPTec W, 2016.

-
- [7] A. M. Boulay, A. Hoekstra, and S. Vionnet, "Complementarities of Water-Focused Life Cycle Assessment and Water Footprint Assessment," *Environmental Science and Technology*, vol. 47, pp. 11926-11927, 2013.
- [8] N. A. Franke, H. Boyacioglu, and A. Y. Hoekstra, "Grey water footprint accounting - Tier 1 Supporting guidelines," 2013.
- [9] D. J. Conley, H. W. Paerl, R. W. Howarth, D. F. Boesch, S. P. Seitzinger, and K. E. Havens, "Controlling eutrophication: nitrogen and Phosphorus," *Science*, vol. 323, pp. 1014-1015, 2009.
- [10] Japan International Cooperation Agency, Final Report - *The project supports Lam Dong province to build an agricultural development model towards a multi-sectoral approach and improve the investment environment in agriculture*, 2015.
- [11] Ministry of Natural Resources and Environment, "QCVN 08:2015/BTNMT - National technical regulation on surface water quality," 2015.
- [12] D. Lovarelli, J. Bacenetti, and M. Fiala, "Water Footprint of crop productions: A review," *Science of The Total Environment*, vol. 548-549, pp. 236-251, January 4, 2016.
- [13] B. Roux, M. V. D. Laan, T. Vahrmeijer, J. Annandale, and K. Bristow, "Estimating Water Footprints of Vegetable Crops: Influence of Growing Season, Solar Radiation Data and Functional Unit," *Water*, vol. 8, p. 473, 2016.
- [14] Department of Agriculture and Rural Development of Lam Dong Province, *Technical process of growing chrysanthemums*, 2012.
- [15] N. Binh, T. Phu, and N. Khoa, "Assessment of land suitability of agricultural land use in Da Lat City, Lam Dong Province," *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*, vol. 129, April 20, 2020.
- [16] P. Nyambo and I. I. Wakindiki, "Water footprint of growing vegetables in selected smallholder irrigation schemes in South Africa," *South African Water Research Commission*, vol. 41, pp. 571 - 578, 2015.