HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

KỶ YẾU HỘI THẢO

ỨNG DỤNG GIS TOÀN QUỐC 2023

Proceedings of the National Conference on GIS Application

CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Digital Transformation in Natural Resources and Environmental Management

Hà Nội, 11/2023

NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2023

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU iii

CHUYÊN ĐỀ QUẢN LÝ RỦI RO VÀ GIẢM NHẸ THIÊN TAI 1

1. Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương bởi biến đổi khí hậu trên địa bàn huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái 3

2. Ứng dụng GIS xác định sự phân bố đặc tính của các loại hình suy thoái đất theo hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ 17

3. Ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo dự đoán nước dâng do bão dựa trên dữ liệu GNSS-R: thực nghiệm với cơn bão Noru tại Thừa Thiên Huế năm 2022 31

4. Ứng dụng GIS dự báo vùng nguy cơ nhiễm bệnh hại trên cây lúa tại huyện Krông Ana, Đắk Lắk 46

5. Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá chế độ thủy văn tại vùng thượng nguồn sông Srêpôk dưới tác động của biến đổi khí hậu 62

6. Đánh giá phân bố không gian xu thế tổng lượng mưa tại thành phố Hồ Chí Minh 75

7. Ứng dụng mô hình PCPF-1@SWAT2012 đánh giá lưu lượng dòng chảy lưu vực sông Kose, Nhật Bản 83

8. Ứng dụng viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ xói mòn đất tại huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình 92

9. Đánh giá xu thế nhiệt độ khu vực tỉnh Gia Lai sử dụng tích hợp phương pháp phân tích thống kê trong bối cảnh biến đổi khí hậu 105

10. Ứng dụng viễn thám và GIS trong xác định mối quan hệ giữa hoạt động kinh tế - xã hội và lượng rác thải nhựa từ đất liền phát tán ra môi trường biển 117

11. Ứng dụng GIS trong phân tích đa tiêu chí phân vùng rủi ro phục vụ xây dựng kế hoạch hành động thích ứng với biến đổi khí hậu cho ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Cao Bằng 132

CHUYÊN ĐỀ GIÁM SÁT TÀI NGUYÊN VÀ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG 145

12. Đánh giá và phân vùng chất lượng nước sông dinh, Bà Rịa Vũng Tàu bằng chỉ số WQI kết hợp GIS 147

13. Phân tích không gian chất lượng đất của các kiểu sử dụng đất nông nghiệp tỉnh Bạc Liêu 158

14. Mối quan hệ giữa kế hoạch và kết quả thực hiện kế hoạch sử dụng đất của quận Cái Răng giai đoạn năm 2017-2021 174

15. Phân tích mối quan hệ giữa hiện trạng và kế hoạch sử dụng đất hằng năm tỉnh Hậu Giang 189

16. Đánh giá đất đai bền vững cho nhóm cây trồng chủ lực trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại tỉnh Gia Lai 203

17. Ứng dụng hàm chuyển đổi thổ nhưỡng trong mô phỏng không gian một số đặc tính đất ở tỉnh Vĩnh Long 218

18. Đánh giá nồng độ NO_2 thành phố Cần Thơ giai đoạn 2019-2022 sử dụng vệ tinh Sentinel-5p Tropomi.....233

19. Ứng dụng AI, GIS và UAV Trong quản lý đất đai: Nghiên Cứu tại khu đô thị Mỹ Gia, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa 243

20. Ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng chỉ tiêu chất lượng môi trường lưu vực sông Ba tỉnh Gia Lai, Việt Nam 255

21. Đánh giá tiềm năng đất đai phục vụ cho việc phát triển cây keo tại huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế_.....269

22. Xác định mối quan hệ giữa hiện trạng sử dụng đất từ kết quả giải đoán ảnh viễn thám làm cơ sở chuyển đổi thành lập bản đồ đất tỉnh An Giang 281

23. Ứng dụng công nghệ máy bay không người lái (UAV) trong thống kê, kiểm kê đất đai và thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất 296

24. Đánh giá tài nguyên đất cho phát triển cây sắn trên địa bàn huyện Vân Canh, tỉnh Bình Định 308

25. Ứng dụng công nghệ Google Earth Engine đánh giá quá trình phát triển đô thị tại thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương giai đoạn 2012-2022 322

26. Ứng dụng webgis hỗ trợ quản lý khiếu nại, tố cáo tại tỉnh Thái Nguyên 333

27. Giải pháp tăng cường chuyển đổi số trong quản lý đất đai 349

28. Nghiên cứu ứng dụng chỉ số NDVI và mô hình hồi quy tuyến tính trong dự báo năng xuất lúa vụ xuân năm 2022 huyện Vụ Bản - tỉnh Nam Định 365

CHUYÊN ĐỀ THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT.....377

29. Ứng dụng GIS và viễn thám để đánh giá biến động sử dụng đất dưới tác động mở rộng không gian đô thị tại thành phố Huế 379

30. Đánh giá thay đổi lớp phủ mặt đất khu vực ven biển thanh hóa từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 389

31. Ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian đánh giá biến động sử dụng đất đô thị tại thủ đức giai đoạn 1991-2021 401

32. Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá biến động diện tích đất trồng lúa tại tỉnh Bến Tre 415

33. Phân tích nguyên nhân biến động thảm thực vật rừng trên lưu vực hồ Ia Mơr, tỉnh Gia Lai giai đoạn 2010-2020 425

34. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS đánh giá biến động rừng tỉnh Lâm Đồng, giai đoạn 2000-2020 436

35. Đánh giá thay đổi chức năng sử dụng đất đô thị: Trường hợp nghiên cứu tại thành phố Vũng Tàu 450

36. Nghiên cứu ứng dụng chuỗi Markov chain trong dự báo biến động sử dụng đất huyện Lộc Hà, tỉnh Hà Tĩnh 460

37. Đánh giá biến động các vùng sản xuất nông nghiệp tỉnh Gia Lai 473

38. Ứng dụng GIS trong theo dõi kết quả thực hiện kế hoạch sử dụng đất năm 2019 tại huyện Tân Thạnh, tỉnh Long An 490

CHUYÊN ĐỀ XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG 499

39. Đánh giá quá trình vận hành cơ sở dữ liệu địa chính trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 tại thành phố Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh 501

40. Ứng dụng công nghệ GNSS thành lập bản đồ địa hình khu vực dự án liên hợp sản xuất Kim Long, huyện Phú Lộc, tỉnh Thừa Thiên Huế 518

41. Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong phân loại cảnh quan ven biển Việt Nam 529

42. Khả năng ứng dụng của mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia Việt Nam trong quản lý đất đai 541

43. Ứng dụng GIS đánh giá mức độ chênh lệch giữa giá đất ở thị trường và giá đất ở theo quy định nhà nước tại phường An Cựu, thành Phố Huế 552

44. Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu GIS phục vụ giám sát xây dựng và chuyển đổi mục đích sử dụng đất tại phường An Bình, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ 562

45. Ứng dụng công nghệ máy bay không người lái (UAV) trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn.....575

46. Xây dựng và thiết kế Webgis Dữ liệu thông tin cây xanh tại Trường Đại học Thủ Dầu Một 588

47. Ứng dụng GIS trong thiết kế và xây dựng cơ sở dữ liệu bất động sản 599

48. Phân tích xây dựng ứng dụng GIS phục vụ y tế trường học tại thành phố Hồ Chí Minh 614

49. Đánh giá hiện trạng phân bố và tiềm năng tuần hoàn cây mít tại tỉnh Hậu Giang 621

50. Ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý đô thị: Lịch sử, cơ hội và thách thức 634

51. Ứng dụng công nghệ thông tin khai thác cơ sở dữ liệu phục vụ công tác quản lý đất đai tại thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai 645

52. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý - Mapinfo xây dựng cơ sở dữ liệu ô nhiễm đất tỉnh Cà Mau 661

53. Ứng dụng nền tảng Goole Earth Engine nghiên cứu phân loại lớp phủ sử dụng đất tỉnh Hưng Yên 676

54. Xây dựng cơ sở dữ liệu giếng khai thác nước dưới đất bằng QGIS trên địa bàn ven biển tỉnh Sóc Trăng 690

55. Ứng dụng công nghệ GIS quản lý hệ thống kinh doanh và xúc tiến đầu tư trên địa bàn tỉnh Bến Tre 703

56. Tích hợp viễn thám và GIS để giải mã đất xây dựng ở tỉnh Thừa Thiên Huế.....714

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA HOẠT ĐỘNG KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ LƯỢNG RÁC THẢI NHỰA TỪ ĐẤT LIỀN PHÁT TÁN RA MÔI TRƯỜNG BIỂN

Đỗ Thị Phương Thảo[1], Nghiêm Văn Tuấn[2], Vũ Khánh Tường Vân[3]*

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất
[2]Cục Viễn thám Quốc gia
[3]Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh,

[*]Email: tuan.nghiem.rsc@gmail.com

Tóm tắt: *Ô nhiễm nhựa trong các đại dương và sông ngòi là một nguy cơ môi trường mới được quan tâm đặc biệt trong thời gian gần đây, với sự tích tụ rác thải nhựa trên các bờ sông, đồng bằng, bờ biển và bề mặt đại dương đang gia tăng nhanh chóng. Nhiều nghiên cứu về nguồn gốc của ô nhiễm nhựa cho thấy rằng nhựa trên đất liền là một trong những nguồn chính gây ô nhiễm nhựa ở biển, do phát thải trực tiếp từ các vùng ven biển hoặc do vận chuyển qua sông. Việc vận chuyển nhựa qua các hệ thống sông, ven biển vẫn chưa được kiểm soát, đặc biệt là ở những khu vực được cho là sẽ đóng góp nhiều nhất vào lượng phát thải nhựa ra đại dương. Hiểu rõ hơn về các con đường và cơ chế vận chuyển rác thải nhựa đến và trong các con sông cũng như sự phát tán của rác nhựa từ sông vào biển là điều kiện tiên quyết để phát triển các chiến lược ngăn ngừa và thu gom hiệu quả. Tuy nhiên trên thực tế hiện nay, dữ liệu về phân bố và định lượng rác thải nhựa từ các nguồn trong đất liền, ven sông, ven biển còn hạn chế; trong khi đây là những dữ liệu rất cần thiết trong nghiên cứu, đánh giá lượng rác thải nhựa từ nguồn trong đất liền để có phương án quản lý hiệu quả. Trong khi đó việc quan trắc và xác định trực tiếp lượng rác thải nhựa từ đất liền ra biển là hết sức khó khăn và không khả thi. Mục tiêu của bài báo này là lựa chọn phương pháp phù hợp có thể áp dụng trong thực tiễn dựa trên xác lập mối quan hệ giữa hoạt động kinh tế - xã hội và lượng rác thải nhựa từ đất liền phát tán ra môi trường biển thông qua ứng dụng công nghệ viễn thám, GIS và mô hình hóa lưu vực. Phương pháp tiếp cận gián tiếp đề xuất yêu cầu dữ liệu đầu vào như lượng rác thải nhựa không kiểm soát, sử dụng đất, gió, lượng mưa và mạng lưới sông ngòi; trên cơ sở đó tính toán xác suất để rác thải nhựa đến sông và sau đó là đại dương. Cách tiếp cận xác suất này làm nổi bật các khu vực có khả năng phát sinh rác thải nhựa vào đại dương. Kết quả nghiên cứu cho thấy ước tính lượng rác thải nhựa phát tán qua sông Mã tại cửa Lạch Hới là khoảng hơn 600 tấn mỗi năm, độ chính xác khoảng 65% nếu so sánh với số liệu quan trắc.*

Từ khóa: Rác nhựa, Viễn thám, GIS, sông Mã.

(APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS IN DETERMINING RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL - ECONOMIC ACTIVITIES AND AMOUNT OF PLASTIC WASTE FROM INLAND AREAS INTO THE MARINE ENVIRONMENT)

Abstract: *Plastic pollution in oceans and rivers is a new environmental risk that has received particular attention recently, with the accumulation of plastic waste on river banks, deltas, coasts and ocean increasing rapidly. Many studies for origins of plastic pollution show that land-based plastics are one of the main sources of marine pollution, either through direct from coastal areas or through transport river which uncontrolled, especially in areas that are expected to contribute the most of plastic into the ocean. A better understanding of the pathways and mechanisms for transporting plastic waste to rivers as well as its dispersal from rivers into the sea is a prerequisite for developing effective prevention and collection strategies. However, in current reality, the data on distribution and quantification of plastic waste from inland, riverside, coastal is still limited while this is a necessary data in research and assessment for among of plastic waste to have effective management plans. Meanwhile, directly monitoring and determining the amount of plastic waste from land to sea is very difficult and not feasible. The goal of this article is to select a suitable method that can be applied and deployed in practice based on establishing the relationship between socio-economic activities and the amount of plastic waste released from land into the sea through the application of remote sensing technology, GIS and basin modeling. Proposed indirect approach. The proposed indirect approach requires input data such as uncontrolled plastic waste, land use, wind, rainfall and river networks. On that basis, calculate the probability of plastic waste reaching rivers and then the sea. This probabilistic approach highlights rivers that are likely to release plastic waste into the sea. Research results show that the an estimate of the amount of plastic waste dispersed through the Ma River at Lach Hoi estuary is about more than 600 tons per year with an accuracy of about 65%, if compared with observational data.*

Keywords: plastic waste, remote sensing, GIS, Ma river.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhựa ngày càng được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới trong nhiều ứng dụng với sản lượng toàn cầu vượt quá 300 triệu tấn mỗi năm kể từ năm 2014 (Plastics Europe, 2016). Việc thải nhựa vào môi trường biển xảy ra thông qua nhiều con đường khác nhau, trong đó chủ yếu là từ đất liền phát tán ra biển thông qua hệ thống cửa sông (GESAMP, 2016). Việc đánh giá rủi ro toàn diện đối với loại ô nhiễm biển tương đối mới này đòi hỏi phải xác định, hiểu và định lượng lượng phát thải cả về mặt địa lý và thời gian. Nhìn chung, lượng nhựa quan sát được khác nhau theo một số bậc độ lớn giữa các sông được lấy mẫu. Một số nghiên cứu cho thấy mật độ dân số khu vực và lưu vực sông (Yonkos *et al.*, 2014; Eriksen *et al.*, 2013), tỷ lệ mưa (Yonkos *et al.*, 2014; Moore *et al.*, 2011) và sự hiện diện của các rào cản nhân tạo như hồ, đập (Mani *et al.*,

2015) đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định và ước lượng khối lượng nhựa từ sông vào đại dương.

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đã lấy mẫu nhựa trong nước mặt của các con sông. Ở châu Âu, các nghiên cứu ước tính rằng sông Danube thải 530-1.500 tấn nhựa vào biển Đen hàng năm (Lechner *et al.*, 2014). Một nghiên cứu khác của châu Âu ước tính rằng 20-31 tấn chảy vào biển Bắc mỗi năm từ sông Rhine (Van der Wal *et al.*, 2015; Mani *et al.,* 2015), với các vị trí khác nhau dọc theo con sông này chứng tỏ sự hiện diện của nhiều nguồn thải quan trọng (ví dụ, nhà máy xử lý nước thải, các nhánh sông) và các bồn chìm. Tại sông Po (Ý), số liệu quan trắc cho thấy có sự chênh lệch lớn về lượng nhựa khác nhau giữa mùa đông và mùa xuân (Vianello *et al.*, 2015).

Lượng nhựa bề mặt cho thấy có mối tương quan có ý nghĩa thống kê với mật độ dân số và tỷ lệ phát triển đô thị ở các lưu vực quanh vịnh Chesapeake (Hoa Kỳ) (Yonkos *et al.,* 2014). Nghiên cứu cũng báo cáo nồng độ vi nhựa cao nhất đo được (lên đến 1,6 miligam/m^3 cho 1,73 hạt/m^3) xảy ra sau các trận mưa lớn tại ba trong số bốn địa điểm quan trắc. Ở Nam Mỹ, theo dõi từ các nhà khoa học và tình nguyện viên tại các sông Elqui, Maipo, Biobio và Maule đã chứng minh một mô hình nhất quán giữa lượng vi nhựa (khoảng 0,05-0,74 hạt/m^3) và sự hiện diện của rác thải trên các bờ sông (Rech *et al.,* 2015).

Nghiên cứu trước đây như Lebreton *et al*. (2017); Schmidt *et al.* (2017) đã ước tính sự phân bố lượng rác thải nhựa ở khu vực ven sông vào đại dương dựa trên các chỉ số thực nghiệm đại diện cho việc tạo ra chất thải bên trong lưu vực sông. Những đánh giá này đã chứng minh mối tương quan đáng kể giữa dữ liệu nồng độ nhựa (vi mô) được thu thập bằng lưới kéo trên bề mặt sông, số liệu thống kê quốc gia về việc phát sinh chất thải nhựa không được quản lý (MPW) và mật độ dân số. Đối với cả hai nghiên cứu, một công thức thực nghiệm đã được trình bày trên cơ sở của mối tương quan này, được ngoại suy cho những con sông khác không có sẵn dữ liệu. Kết quả nghiên cứu này đã ước lượng được lượng phát thải nhựa là từ 1,15 triệu đến 2,41 triệu tấn (MT) mỗi năm (Lebreton *et al.,* 2017) và 0,41 triệu đến 4 triệu tấn năm mỗi năm (Schmidt *et al.,* 2017). Các nghiên cứu này không tính đến sự phân bố không gian của việc tạo ra chất thải nhựa hoặc sự khác biệt về khí hậu hoặc địa lý trong các lưu vực sông.

Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trên 50% tổng lượng rác thải nhựa ra đại dương là từ các nước nằm trong khu vực biển Đông như Trung Quốc, Việt Nam, Indonesia và Philippine (Jambeck *et al*., 2015). Trong đó, Việt Nam là nước có lượng rác thải nhựa xả ra biển nhiều thứ 4 trên thế giới với khối lượng dao động khoảng 0,28-0,73 triệu tấn năm, tương đương 6% tổng lượng rác thải nhựa ra biển của thế giới (Jambeck *et al*., 2015). Ô nhiễm rác thải nhựa ở biển Đông của Việt Nam do nguồn từ đất liền có thể tổng quát thành 3 nhóm nguồn phát sinh ô nhiễm chính, đó là: (1) từ các hệ thống sông quốc tế chảy qua lãnh thổ Việt Nam; (2) từ các hệ thống sông nội địa của Việt Nam chảy trực tiếp ra biển; (3) từ các khu vực, cộng đồng dân cư ven biển.

Tuy nhiên, trên thực tế có thể lượng rác thải nhựa phát tán vào biển Đông từ các hệ thống sông ở Việt Nam có thể khác so với con số mà Jambeck *et al.* (2015) đã đưa ra nếu áp dụng cách tiếp cận mô hình hóa ở quy mô địa phương khi xét đến các dữ liệu, số liệu đầu vào sát thực tế hơn.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cách tiếp cận trên quy mô toàn cầu

Cách tiếp cận mô hình

Mô hình toàn cầu được sử dụng để tính lượng nhựa từ hầu hết các con sông lớn và trung bình trên thế giới (ước tính khoảng 40.760 sông) đổ trực tiếp ra biển và đại dương (Rodell *et al.*, 2004). Trong mô hình này, hầu hết các nghiên cứu sử dụng dữ liệu không gian địa lý về mật độ dân số (Yetman *et al.*, 2004; Gaffin *et al.*, 2004) và tổng lượng rác thải không được kiểm soát (MPW) trên mỗi người dân và mỗi ngày ở hầu hết các quốc gia trên thế giới. Rác thải bị coi là không được kiểm soát (quản lý sai) khi nó được vứt bừa bãi hoặc xử lý không đúng cách. MPW tương ứng với phần nhựa được tìm thấy trong chất thải được quản lý không đúng cách trên đất liền. Định nghĩa này đã được áp dụng trong một ước tính trước đây về lượng chất thải nhựa toàn cầu xuất phát từ dân cư ven biển trên toàn thế giới (Jambeck *et al.*, 2015). Tỷ lệ sản sinh MPW được tích hợp bên trong lưu vực. Khối lượng kết quả được tích lũy theo các mô hình thoát nước tự nhiên bắt nguồn từ địa hình địa phương và có tính đến sự hiện diện của các rào cản nhân tạo (ví dụ đập, bờ ao, bờ ruộng…) đóng vai trò như bồn rửa. Tính thời vụ của các yếu tố đầu vào tại vị trí đầu nguồn được tính từ dòng chảy lưu vực trung bình hàng tháng.

Công thức tính

Để ước tính khối lượng nhựa phát sinh hàng ngày từ các lưu vực riêng lẻ, sử dụng phương trình tham số sau:

$$Mout = (kMmpwR)a \qquad (1)$$

Cụ thể, *Mout* là khối lượng nhựa giải phóng ở dòng chảy ra tính bằng kilogam mỗi ngày; *Mmpw* là khối lượng MPW được tạo ra bên trong lưu vực phía hạ lưu của các rào cản nhân tạo và *R* là lưu lượng dòng chảy trung bình hàng tháng của sông; *k* và *a* là các tham số hồi quy. Hệ số này được xác định dựa trên các số liệu quan trắc ở trên các con sông khác nhau.

Tính toán dòng chảy bề mặt

Một số nghiên cứu (Van der Wal *et al.*, 2015; Lechner, 2014) trực tiếp đưa ra ước tính về tỷ lệ khối lượng nhựa phát sinh hàng ngày hoặc hàng năm. Đối với các nghiên cứu khác, tính toán lượng nhựa thải ra hàng ngày từ các con sông vào đại dương bằng cách nhân khối lượng ước tính từ các quan sát với khối lượng nước chảy ở lớp bề mặt mỗi ngày. Lưu lượng dòng chảy và tổng lưu lượng trung bình hàng tháng được sử dụng từ các mô hình thủy văn toàn cầu tương ứng với khoảng thời gian khảo sát. Đối với một số con sông không được mô phỏng lưu lượng trong mô hình toàn cầu hoặc không có số liệu thì có thể sử dụng mối quan hệ giữa dạng kênh và lưu lượng trong phương trình sau:

$$D = cQf \qquad (2)$$

Trong đó, *Q* là lưu lượng sông, *D* là độ sâu sông, *c* và *f* là các tham số thực nghiệm có giá trị tương ứng là 0,349 và 0,341.

Ước tính khối lượng MPW

Để ước tính tỷ lệ sản xuất MPW nội địa mỗi năm trong các lưu vực sông trên toàn thế giới, nhiều nghiên cứu đã kết hợp dữ liệu về lượng rác thải phát sinh tính theo kilogam trên mỗi người

dân và mỗi ngày với mật độ dân số theo lưới tính theo người trên mỗi kilomet vuông (Jambeck *et al.*, 2015; Hoornweg *et al.*, 2012; Yetman *et al.*, 2004; Gaffin *et al.*, 2004). Trong đó, giả định rằng nhựa trong đất liền được tích tụ bằng cách tuân theo các mô hình thoát nước tự nhiên.

2.2. Cách tiếp cận quy mô lưu vực

2.2.1. Khái quát hoá quá trình vận chuyển rác nhựa từ đất liền ra biển

Trong những năm gần đây, kết quả từ các chương trình kiểm đếm trực quan dài hạn để định lượng lượng rác thải nhựa trôi nổi từ các con sông ở các lục địa khác nhau đã được đưa ra (van Calcar *et al.*, 2019). Ở quy mô toàn cầu, những nghiên cứu này đã cung cấp bằng chứng quan sát thấy có sự tương quan nhất định giữa số liệu quan sát thực tế và tính toán bằng mô hình về lượng rác thải nhựa phát tán ra biển từ các con sông ở khu vực châu Á (van Emmerik *et al.*, 2019a; van Emmerik *et al.*, 2019b; van Emmerik *et al.*, 2019c; Crosti *et al.*, 2018; Castro-Jiménez *et al.*, 2019).

Tuy nhiên, ở quy mô địa phương (quy mô lưu vực), một số nghiên cứu đã báo cáo sự khác biệt giữa các số liệu quan trắc thực tế và công thức lý thuyết (Castro-Jiménez *et al.*, 2019), đồng thời nhấn mạnh hạn chế của các mô hình hiện tại và sự cần thiết phải có một công thức sửa đổi có tính đến yếu tố địa lý, quy mô lưu vực, sử dụng đất và khí hậu để ước tính chính xác hơn lượng nhựa phát thải ra môi trường biển từ các con sông.

Xác suất P(E) để rác thải nhựa từ trên đất liền ra được đến biển được xây dựng từ xác suất giao nhau của ba sự kiện: *M* (vận động trên đất liền), *R* (vận chuyển từ đất liền ra sông) và *O* (vận chuyển từ sông ra biển). Mối quan hệ này được thể hiện dưới công thức thực nghiệm như sau:

$$P(E) = P(M \cap R \cap O) = P(M) \times P(R) \times P(O) \quad (4)$$

Để tính toán lượng rác thải nhựa phát tán ra biển (đại dương), sẽ chia lưu vực sông thành các ô lưới (dạng grid) có kích thước nhất định. Lượng rác thải nhựa phát tán ra mô trường biển được tính bằng cách nhân giá trị $P(E)$ với tổng khối lượng chất thải nhựa không được quản lý (MPW) được tạo ra (kg năm) trong mỗi ô theo công thức:

$$MEn = MPWn \times P(En) \quad (5)$$

Tổng lượng nhựa phát thải ME hàng năm từ một con sông sẽ được tính bằng tổng tích lũy của toàn bộ các giá trị MEn cho tất cả n ô lưới chứa trong lưu vực sông theo công thức:

$$ME = \sum n\ MEn = \sum n\ MPW \times P(E) \quad (6)$$

Tương tự như trầm tích và các mảnh vụn, rác thải nhựa có thể di chuyển khi có mưa, nơi dòng chảy bề mặt tích tụ và cuốn theo rác thải nhựa trên bề mặt (Axelsson & van Sebille, 2017). Các trận mưa lớn hơn có thể kích hoạt quá trình vận chuyển rác thải nhựa trôi nổi. Lượng nước tạo thành dòng chảy, là một phần nhỏ của lượng mưa, có thể thay đổi tùy thuộc vào việc sử dụng đất, đặc điểm của sự kiện mưa, sự biến thiên theo thời gian của lượng mưa và sự phân bố của nó trong năm. Những thay đổi này có thể tác động đáng kể đến dòng chảy và đối với việc vận chuyển rác thải nhựa do mưa gây ra. Mối quan hệ giữa dòng chảy và vận chuyển rác thải nhựa phụ thuộc vào các ngưỡng thủy văn và tùy thuộc vào đặc điểm của từng lưu vực sông.

dân và mỗi ngày với mật độ dân số theo lưới tính theo người trên mỗi kilomet vuông (Jambeck *et al.*, 2015; Hoornweg *et al.*, 2012; Yetman *et al.*, 2004; Gaffin *et al.*, 2004). Trong đó, giả định rằng nhựa trong đất liền được tích tụ bằng cách tuân theo các mô hình thoát nước tự nhiên.

2.2. Cách tiếp cận quy mô lưu vực

2.2.1. Khái quát hoá quá trình vận chuyển rác nhựa từ đất liền ra biển

Trong những năm gần đây, kết quả từ các chương trình kiểm đếm trực quan dài hạn để định lượng lượng rác thải nhựa trôi nổi từ các con sông ở các lục địa khác nhau đã được đưa ra (van Calcar *et al.*, 2019). Ở quy mô toàn cầu, những nghiên cứu này đã cung cấp bằng chứng quan sát thấy có sự tương quan nhất định giữa số liệu quan sát thực tế và tính toán bằng mô hình về lượng rác thải nhựa phát tán ra biển từ các con sông ở khu vực châu Á (van Emmerik *et al.*, 2019a; van Emmerik *et al.*, 2019b; van Emmerik *et al.*, 2019c; Crosti *et al.*, 2018; Castro-Jiménez *et al.*, 2019).

Tuy nhiên, ở quy mô địa phương (quy mô lưu vực), một số nghiên cứu đã báo cáo sự khác biệt giữa các số liệu quan trắc thực tế và công thức lý thuyết (Castro-Jiménez *et al.*, 2019), đồng thời nhấn mạnh hạn chế của các mô hình hiện tại và sự cần thiết phải có một công thức sửa đổi có tính đến yếu tố địa lý, quy mô lưu vực, sử dụng đất và khí hậu để ước tính chính xác hơn lượng nhựa phát thải ra môi trường biển từ các con sông.

Xác suất P(E) để rác thải nhựa từ trên đất liền ra được đến biển được xây dựng từ xác suất giao nhau của ba sự kiện: *M* (vận động trên đất liền), *R* (vận chuyển từ đất liền ra sông) và *O* (vận chuyển từ sông ra biển). Mối quan hệ này được thể hiện dưới công thức thực nghiệm như sau:

$$P(E) = P(M \cap R \cap O) = P(M) \times P(R) \times P(O) \quad (4)$$

Để tính toán lượng rác thải nhựa phát tán ra biển (đại dương), sẽ chia lưu vực sông thành các ô lưới (dạng grid) có kích thước nhất định. Lượng rác thải nhựa phát tán ra mô trường biển được tính bằng cách nhân giá trị $P(E)$ với tổng khối lượng chất thải nhựa không được quản lý (MPW) được tạo ra (kg năm) trong mỗi ô theo công thức:

$$MEn = MPWn \times P(En) \quad (5)$$

Tổng lượng nhựa phát thải ME hàng năm từ một con sông sẽ được tính bằng tổng tích lũy của toàn bộ các giá trị MEn cho tất cả n ô lưới chứa trong lưu vực sông theo công thức:

$$ME = \sum n\ MEn = \sum n\ MPW \times P(E) \quad (6)$$

Tương tự như trầm tích và các mảnh vụn, rác thải nhựa có thể di chuyển khi có mưa, nơi dòng chảy bề mặt tích tụ và cuốn theo rác thải nhựa trên bề mặt (Axelsson & van Sebille, 2017). Các trận mưa lớn hơn có thể kích hoạt quá trình vận chuyển rác thải nhựa trôi nổi. Lượng nước tạo thành dòng chảy, là một phần nhỏ của lượng mưa, có thể thay đổi tùy thuộc vào việc sử dụng đất, đặc điểm của sự kiện mưa, sự biến thiên theo thời gian của lượng mưa và sự phân bố của nó trong năm. Những thay đổi này có thể tác động đáng kể đến dòng chảy và đối với việc vận chuyển rác thải nhựa do mưa gây ra. Mối quan hệ giữa dòng chảy và vận chuyển rác thải nhựa phụ thuộc vào các ngưỡng thủy văn và tùy thuộc vào đặc điểm của từng lưu vực sông.

Trong hầu hết các nghiên cứu liên quan đến dịch chuyển rác thải nhựa từ trong đất liền ra biển đều giả định rằng dữ liệu gió và lượng mưa hàng năm là một tham số quan trọng cho xác suất vận chuyển phát tán rác thải nhựa đất liền ra biển. Phân tích lượng mưa toàn cầu cho thấy rằng ở các khu vực có tổng lượng mưa hàng năm cao hơn cũng thường xuất hiện các trận mưa thường xuyên và cường độ cao hơn. Ở những khu vực có ít hoặc không có mưa, gió vẫn có thể là một yếu tố tác động đến sự dịch chuyển và vận chuyển rác thải nhựa trên đất liền, đặc biệt là từ các bãi chôn lấp ngoài trời (Beck *et al.*, 2019; Barnes *et al.*, 2009).

Các nghiên cứu trước đây đã cho thấy có mối tương quan chặt chẽ giữa gió và lượng mưa với các số liệu quan trắc rác thải nhựa ven sông (Schirinzi *et al.*, 2020). Nếu nhựa được vận động bởi gió đến sông, cống hoặc lạch thì động lực của dòng chảy sẽ tiếp tục vận chuyển nhựa xuống hạ lưu.

2.2.2. Xác định giá trị các thông số ảnh hưởng đến quá trình di chuyển của rác thải nhựa từ đất liền ra sông

- Xác định khả năng dịch chuyển của rác từ đất liền ra sông do tác động của lớp phủ hay sử dụng đất

Xác suất dịch chuyển và khoảng cách di chuyển đến con sông gần nhất sẽ được xác định, tuy nhiên xác suất này cũng phụ thuộc vào đặc điểm cảnh quan giữa vị trí của rác và con sông gần nhất. Điều này thể hiện sự khác biệt giữa các khu vực đồng bằng và miền núi hoặc khu vực nông thôn và thành thị. Tương tự như công thức Chezy (Holland, 1998) và phương pháp hợp lý (Dhakal *et al.*, 2012) trong thủy văn, hệ số "độ nhám" cũng sẽ là một tham số quan trọng để biểu thị cho sự khác biệt về đặc trưng bề mặt của lưu vực. Độ nhám hiện nay được xác định dựa trên phân loại sử dụng đất (lớp phủ mặt đất) và độ dốc địa hình để xác định gần đúng các cơ chế phức tạp của việc vận chuyển rác thải nhựa trên bộ; độ nhám thể hiện sự cản trở hoặc làm chậm quá trình vận chuyển rác theo dòng nước từ vị trí này đến vị trí khác. Ở đây, độ nhám của ô được định nghĩa là xác suất vận chuyển đến ô có vạch xuống gần nhất. Các ô (lưu vực con) thô ráp hơn có xác suất vận chuyển thấp hơn (ví dụ rừng cây thân gỗ), trong khi các ô (lưu vực con) mịn hơn có xác suất vận chuyển cao hơn (ví dụ đường nhựa, bê tông, đất trống…). Nghiên cứu như Axelsson *et al.* (2017) và Willis *et al.* (2017) đã chỉ ra rằng chất thải nhựa có nhiều khả năng sẽ được vận chuyển theo gió hoặc mưa trên bề mặt lát đá hơn là trong thảm thực vật rậm rạp. Các quan sát về nhựa cao hơn được xác định gần các cửa thoát nước mưa, liên quan đến việc sử dụng đất đô thị hóa, trong khi các khu vực xa cơ sở hạ tầng hơn có tỉ lệ rác thải nhựa được quan sát thấp hơn. Các khu vực có nhiều thực vật, chẳng hạn như rừng, cung cấp nhiều nơi trú ẩn và vướng víu hơn các khu vực trống, làm giảm khả năng vận chuyển và dịch chuyển do gió.

Để xác định độ nhám bề mặt phù hợp với điều kiện về lớp phủ mặt đất của Việt Nam, chúng tôi sử dụng giải pháp xác định giá trị độ nhám Maining"s n dựa trên suy giải lớp phủ mặt đất từ viễn thám và phân tích GIS nhằm xác định giá trị độ nhám trung bình cho từng lưu vực con đã được các tác giả Vũ Thị Phương Thảo và Đỗ Thị Phương Thảo công bố năm 2021. Giá trị độ nhám tương ứng từng loại hình lớp phủ được đề xuất như trong bảng 1.

Bảng 1. Đề xuất giá trị độ nhám Manning's n áp dụng cho tính toán khả năng dịch chuyển của rác nhựa từ đất liền ra sông

Tên lớp phủ	Giá trị Manning's n đề xuất
Giao thông	0,01
Dân cư, công trình xây dựng mật độ cao	0,06
Rừng kín	0,40
Rừng thưa, cỏ, bụi	0,30
Dân cư mật độ thấp	0,04
Nông nghiệp	0,32
Đất trống	0,02

- Xác định khả năng dịch chuyển của rác từ đất liền ra sông do tác động của các yếu tố mưa, gió, độ dốc

Xác xuất vận chuyển rác nhựa từ ô khởi điểm (phát ra ban đầu) đến ô sông gần nhất đối với một số yếu tố như mưa, gió, độ dốc, dòng chảy được tính toán theo công thức trong bảng sau:

Bảng 2. Xác suất dịch chuyển nhựa từ đất liền ra sông của một số yếu tố

Tham số	Ký hiệu	Đơn vị	Xác xuất dịch chuyển (%)	Công thức tính
Mưa	P	mm năm	0-100	$\min(P^*\alpha, 1)$
Gió	W	m/s	0-100	$\min(W^*\beta, 1)$
Độ dốc	S	%	ŋ-100	$\min(\varepsilon^*S+\zeta, \eta)$

- Tổng hợp khả năng dịch chuyển của rác từ đất liền ra sông

Vì độ gồ ghề được tích lũy trên đường đi xuống, kết quả là xác suất đến được sông sẽ giảm theo cấp số nhân với khoảng cách đến sông D_{Land}. Xác suất vận chuyển đến sông được công thức như sau:

$$P(R) = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} V_i \times (\varepsilon \times s_i + \tau)}{n} \right)^{D_{Land}} \quad (7)$$

Trong đó, V_i là xác suất để nhựa được vận chuyển đến ô lưới tiếp theo liên quan đến việc sử dụng đất của ô lưới i, s_i là phần trăm độ dốc của ô i, ε là hệ số xác định xác suất tăng dần với độ dốc tăng dần, ô là ngưỡng xác suất tối thiểu cho các khu vực có độ dốc bằng 0 và n là số ô từ điểm gốc đến ô sông gần nhất.

2.2.3. Xác định giá trị các thông số ảnh hưởng đến quá trình di chuyển của rác thải nhựa từ sông ra biển

Tương tự với việc vận chuyển lá và các mảnh vụn gỗ qua sông, xác suất đối với nhựa được đưa vào sông, đến đại dương, tăng lên theo lưu lượng dòng chảy trong sông và giảm theo khoảng

nghĩa là các công thức cũng như phương pháp xử lý số liệu, dữ liệu chủ yếu áp dụng như đối với trên quy mô toàn cầu nhưng được bổ sung thêm một số thông số (ví dụ độ nhám thực phủ) theo quy mô lưu vực; đồng thời chi tiết hoá kích thước các ô mẫu nội suy để phù hợp.

Với cách tiếp cận như vậy, đề xuất bộ dữ liệu đầu vào của cách tiếp cận này gồm các thông số như trong bảng 4.

Bảng 4. Tham số đầu vào của mô hình toàn cầu áp dụng trong ước tính lượng rác thải nhựa phát sinh trong lưu vực sông Hồng và sông Mê Kông

Đầu vào	Đơn vị	Nguồn
Mật độ dân số	Người/km^2	Thống kê về dân số
Lượng nhựa không được quản lý (MPW)	Kg người	Điều tra
Dữ liệu hồ, đập	Vị trí	Viễn thám
Ranh giới lưu vực	Ranh giới	DEM
Lưu lượng dòng chảy bề mặt	mm/ngày/km^2	Mô hình toàn cầu
Độ nhám	Hằng số/tiểu lưu vực	Viễn thám, bảng tra

2.3.2. Giải pháp ước tính lượng rác nhựa từ các hệ thống sông quốc tế quy mô nhỏ và hệ thống sông nội địa đóng góp vào Biển Đông

Đối với các sông quốc tế nhưng quy mô nhỏ, phần lớn lưu vực chủ yếu nằm trên lãnh thổ Việt Nam (như sông Mã, sông Lam) và các sông nội địa của Việt Nam thì áp dụng cách tiếp cận "Cách tiếp cận trên quy mô lưu vực" như đã trình bày. Với cách tiếp cận này, đề xuất bộ tham số đầu vào của mô hình như trong bảng 5.

Bảng 5. Tham số đầu vào của mô hình lưu vực áp dụng trong ước tính lượng rác thải nhựa phát sinh trong các lưu vực nội địa của Việt Nam

Tham số	Đơn vị	Nguồn
Mưa	mm năm	Dữ liệu khí tượng
Gió	m/s	Dữ liệu khí tượng
Độ dốc	%	Dữ liệu khí tượng
Lượng nhựa không được quản lý (MPW)	Kg người năm	Điều tra
Dân số	Người	Thống kê về dân số
Độ nhám bề mặt	Hằng số/tiểu lưu vực	Viễn thám, bảng tra
Dòng chảy	m^3/s	Mô hình
Ranh giới lưu vực		DEM
Hệ thống sông, suối		DEM, bản đồ

3. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN

3.1. Khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Mã nằm ở sườn phía Đông của dãy Trường Sơn thuộc cực Bắc của Trung Bộ, Trung Lào và Tây bắc Bắc Bộ. Lưu vực nằm ở vị trí địa lý từ 22037‟33” đến 22037‟33” vĩ độ Bắc và 103005‟10” đến 106005‟10”‟ kinh độ Đông. Dòng chính sông Mã bắt nguồn từ sườn phía nam dãy Pu Huổi Long ở Tuần Giáo thuộc tỉnh Điện Biên, chảy theo hướng tây bắc - đông nam qua Sơn La, Sầm Nưa (Lào), Hoà Bình, Thanh Hoá rồi đổ ra biển tại 3 cửa: cửa Sung, cửa Lạch Trường và cửa Hới. Sông Mã là sông lớn, có diện tích lưu vực đứng thứ 5 ở Việt Nam sau các sông Mê Kông, sông Hồng - Thái bình, sông Đồng Nai và sông Cả. Tổng diện tích toàn lưu vực là 28.400km^2 trong đó, diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam là 17.720km^2 chiếm 62% tổng diện tích toàn lưu vực, tại Lào là 10.680km^2 chiếm 38% diện tích lưu vực.

3.2. Dữ liệu sử dụng

Để ước tính lượng rác nhựa phát sinh từ đất liền ra biển thông qua hệ thống sông, bài báo sử dụng các nguồn dữ liệu như sau:

- Dữ liệu mô hình số địa hình (DEM), được sử dụng để tính toán ranh giới lưu vực; hệ thống sông, suối và độ dốc. Trong nghiên cứu, chúng tôi sử dụng DEM toàn cầu có độ phân giải 30m, được tải từ trang web của NASA (https://earthexplorer.usgs.gov/);

- Dữ liệu viễn thám Sentinel 2A chụp trong giai đoạn từ tháng 3-7 2023, được tải từ địa chỉ https://scihub.copernicus.eu/ có độ phân giải 10m, được sử dụng để chiết xuất thông tin lớp phủ mặt đất lưu vực sông.

- Dữ liệu khí tượng, thủy văn như lượng mưa, tốc độ gió, lưu lượng dòng chảy: thu thập từ Tổng cục Khí tượng - Thủy văn;

- Dữ liệu về dân số: sử dụng số liệu thống kê dân số tương đối đến cấp xã được công bố trên cổng thông tin điện tử của các tỉnh Điện Biên, Lai Châu, Thanh Hóa.

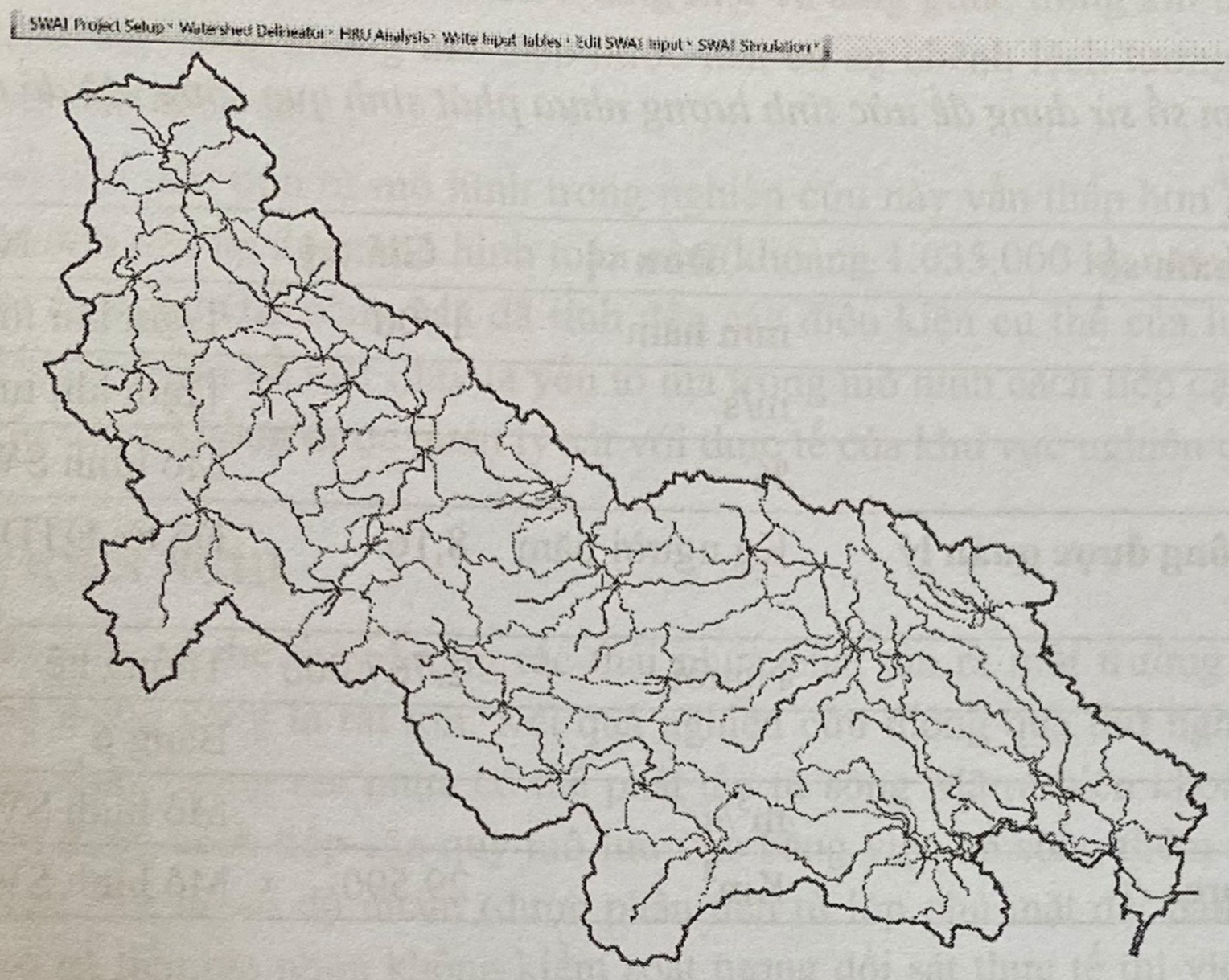
- Dữ liệu về lượng nhựa không được quản lý (MPW) được lấy từ số liệu khảo sát, điều tra của Đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ điều tra, giám sát và bản đồ phân vùng rủi ro ô nhiễm rác thải nhựa ở biển Việt Nam”, mã số ĐTĐLCN.55 20.

3.3. Xây dựng bộ tham số đầu vào

Để thử nghiệm giải pháp đã đề xuất, trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung vào ước tính lượng nhựa phát tán ra biển Đông từ sông Mã qua cửa Lạch Hới của tỉnh Thanh Hóa. Nghiên cứu đã sử dụng DEM toàn cầu có độ phân giải 30m để tính toán các thông tin lưu vực như sông suối, phân chia lưu vực con để làm cơ sở tính toán tham số đầu vào của mô hình lưu vực áp dụng trong ước tính lượng rác thải nhựa phát sinh ra môi trường biển. Việc tính toán các thông tin về lưu vực được thực hiện bằng mô hình ArcSWAT chạy trên nền tảng ArcGIS (Hình 1).

Toàn bộ lưu vực sông Mã được phân chia thành 84 lưu vực con (Hình 2) và mạng lưới sông suối đến cấp 3. Trên cơ sở các lưu vực con đã phân chia, chúng tôi đã chiết xuất một số thông tin vật lý liên quan đến lưu vực như trong bảng 6; trong đó giá trị độ nhám Maining‟s n

được tính toán dựa trên phương pháp của các tác giả Vũ Thị Phương Thảo và Đỗ Thị Phương Thảo công bố năm 2021.



Hình 1. Chiết xuất thông tin lưu vực sông Mã dựa trên mô hình SWAT

Bảng 6. Minh họa tham số vật lý của 42 trong tổng số 84 lưu vực con thuộc lưu vực sông Mã

Lưu vực con	Độ dốc (%)	Độ nhám Maining's n	Lưu vực con	Độ dốc (%)	Độ nhám Maining's n	Lưu vực con	Độ dốc (%)	Độ nhám Maining's n
1	37,96	0,271	15	41,98	0,400	29	44,48	0,330
2	39,20	0,369	16	43,98	0,391	30	43,15	0,391
3	45,30	0,371	17	45,61	0,399	31	41,74	0,394
4	43,95	0,385	18	48,07	0,390	32	47,79	0,358
5	45,25	0,400	19	39,58	0,370	33	33,49	0,380
6	36,96	0,374	20	46,43	0,383	34	45,93	0,399
7	35,92	0,378	21	44,14	0,400	35	41,02	0,386
8	43,93	0,368	22	41,89	0,398	36	46,25	0,389
9	46,91	0,394	23	43,44	0,400	37	39,02	0,399
10	40,06	0,398	24	44,13	0,384	38	30,63	0,359
11	46,58	0,385	25	44,57	0,400	39	44,79	0,400
12	37,31	0,345	26	43,81	0,398	40	47,83	0,396
13	43,12	0,395	27	34,74	0,391	41	52,86	0,397
14	35,51	0,395	28	47,10	0,386	42	49,27	0,383

Trên cơ sở các số liệu, dữ liệu thu thập được và phân tích thông qua phần mềm ArcGIS, nghiên cứu đã xây dựng được bộ số liệu đầu vào phục vụ mô hình hóa ước tính lượng rác nhựa phát tán từ đất liền của lưu vực sông Mã ra biển qua cửa Lạch Hới (Thanh Hóa) như bảng 7.

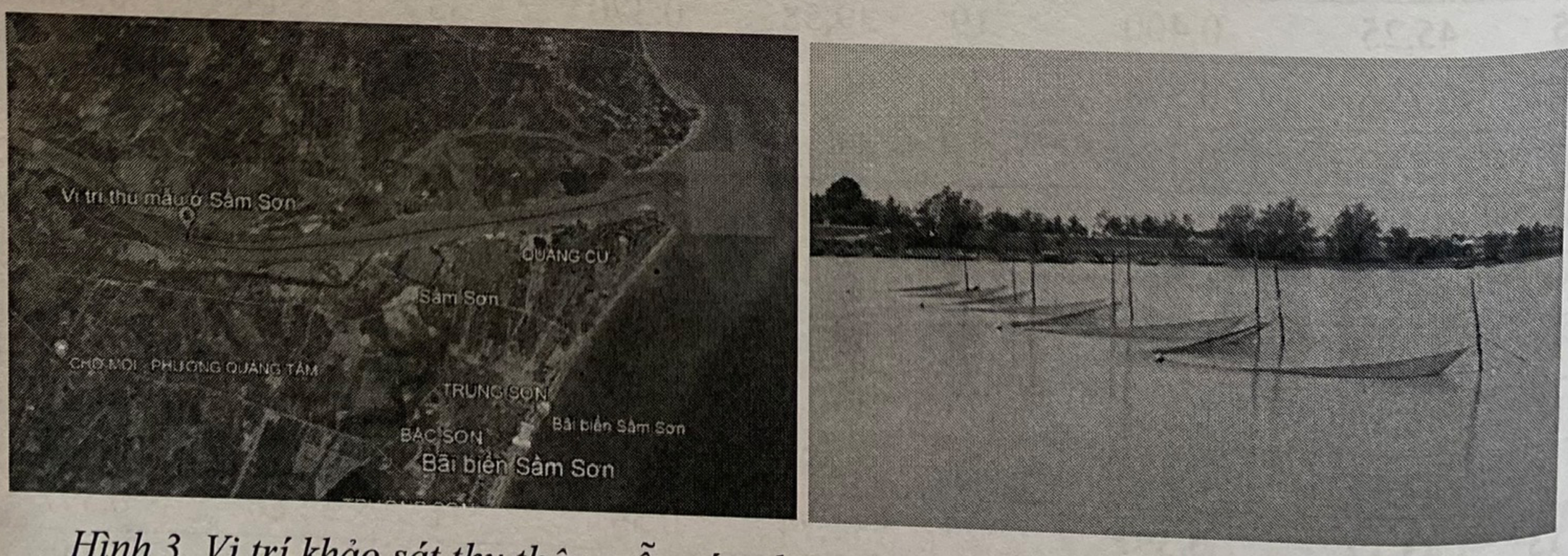
Bảng 7. Các tham số sử dụng để ước tính lượng nhựa phát sinh qua sông Mã đổ ra Biển Đông tại cửa Lạch Hới

Tham số	Đơn vị	Giá trị	Nguồn
Mưa	mm năm	1500	Trạm khí tượng
Gió	m/s		Trạm khí tượng
Độ dốc	%		Mô hình SWAT (Bảng 6)
Lượng nhựa không được quản lý (MPW)	Kg người năm	8,16	Đề tài ĐTĐLCN.55 20
Dân số	Người	2.767.000	Thông kê
Độ nhám			Bảng 6
Dòng chảy	m^3/s		Mô hình SWAT
Diện tích lưu vực	Km^2	29.590	Mô hình SWAT

3.4. Ước tính lượng nhựa từ sông Mã phát tán ra biển Đông dựa trên giải pháp mô hình hóa và GIS

Sau khi xác định được các tham số, tiến hành áp dụng mô hình tính toán lượng rác nhựa theo Công thức (6) được phát triển trên nền tảng phần mềm Microsoft Excel. Kết quả cho thấy, tổng lượng nhựa của lưu vực sông Mã phát sinh hàng năm qua cửa Lạch Hới khoảng 621.000kg, tương đương khoảng 1.700kg.

Để đánh giá độ chính xác, nghiên cứu đã sử dụng số liệu điều tra, thu thập mẫu tại cửa sông Lạch Hới được thực hiện trong thời gian từ tháng 11 2021 đến tháng 01/2022 (Hình 3). Khu vực khảo sát có độ rộng sông khoảng 292m và chỉ tập trung thu thập rác nhựa cỡ lớn (kích thước lớn hơn 5mm). Số liệu khảo sát cho thấy, lượng rác nhựa thu thập được là khoảng 1.120 kg/ngày.



Hình 3. Vị trí khảo sát thu thập mẫu rác nhựa cỡ lớn trên sông Mã tại của Lạch Hới (Nguồn: Đề tài ĐTĐLCN.55/20)

So sánh giữa số liệu tính toán và số liệu thu thập khảo sát thực tế cho thấy độ chính xác khoảng 65%, có thể coi là chấp nhận được. Trên thực tế, số liệu thu thập trực tiếp tại cửa sông hầu như mới thu gom được rác nhựa cỡ lớn ở tầng mặt và tầng giữa, trong khi đó vi nhựa và rác nhựa cỡ lớn ở tầng đáy sông không thu thập được nên có sự chênh lệch tương đối lớn giữa số liệu ước tính và số liệu khảo sát.

Tuy vậy, số liệu ước tính từ mô hình trong nghiên cứu này vẫn thấp hơn khá nhiều so với dữ liệu được ước tính nếu áp dụng mô hình toàn cầu (khoảng 1.035.000 kg năm). Điều này là do mô hình lưu vực áp dụng cho sông Mã đã tính đến các điều kiện cụ thể của lưu vực, trong đó quan trọng nhất là độ nhám bề mặt (đây là yếu tố mà trong mô hình cách tiếp cận toàn cầu đã bỏ qua) và số liệu rác nhựa không được quản lý sát với thực tế của khu vực nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Qua nghiên cứu có thể thấy lượng rác thải nhựa phát tán ra môi trường biển từ đất liền thông qua các hệ thống sông là rất lớn. Kết quả nghiên cứu thông qua thử nghiệm đối với lưu vực sông Mã cho thấy lượng rác nhựa có thể phát tán từ sông Mã ra biển khoảng 600 tấn mỗi năm. Với việc áp dụng cách tiếp cận quy mô lưu vực bằng việc bổ sung thêm một số thông số vật lý của lưu vực như hệ số độ nhám (được phân tích từ lớp phủ mặt đất bằng GIS), độ dốc, lượng mưa và có số liệu rác nhựa không kiểm soát tương đối sát thực tế thì việc ước tính tổng lượng rác nhựa phát tán ra biển là tương đối chính xác.

Do đó, nghiên cứu này, đề xuất hai cách tiếp cận áp dụng để ước tính lượng rác thải nhựa phát sinh từ trong đất liền cho các lưu vực sông của Việt Nam, gồm:

- Cách tiếp cận quy mô toàn cầu có bổ sung một số thông tin về độ nhám bề mặt: áp dụng cho hai lưu vực sông Hồng và sông Mê Kông;

- Cách tiếp cận quy mô lưu vực: áp dụng cho lưu vực sông quốc tế có quy mô nhỏ như sông Mã, sông Lam và các sông nội địa của Việt Nam. Ở quy mô này, các công thức cũng như các thông số đầu vào đã được xác định cụ thể nhằm chi tiết hoá được các quá trình vật lý di chuyển của rác thải nhựa từ đất liền ra biển một cách tương đối sát thực tế.

Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa phát triển được mô hình hoàn chỉnh có thể tính toán lượng rác nhựa có khả năng phát sinh ở mỗi lưu vực con nên chưa thể hiện được sự phân bố không gian về khả năng phát sinh rác nhựa trên toàn bộ lưu vực sông Mã. Để thực hiện được việc này, các nghiên cứu tiếp theo cần hoàn thiện mô hình dựa trên tiếp cận phân bố không gian thay vì mô hình thống kê.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài "Nghiên cứu xây dựng công nghệ điều tra, giám sát và bản đồ phân vùng rủi ro ô nhiễm rác thải nhựa ở biển Việt Nam", mã số ĐTĐLCN.55 20.

Tài liệu tham khảo

Axelsson C. and van Sebille E. 2017. Prevention through policy: Urban macroplastic leakages to the marine environment during extreme rainfall events. *Mar. Pollut. Bull. 124: 211-227.*

Beck H.E., Wood E.F., Pan M., Fisher C.K., Miralles D G., Van Dijk A.I.J.M., McVicar T.R. and Adler R.F. 2019. MSWep v2 Global 3-hourly 0.1° precipitation: Methodology and quantitative assessment. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 100: 473-500.

Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C. and Barlaz M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. B.* 364: 1985-1998.

Crosti R., Arcangeli A., Campana I., Paraboschi M., González-Fernández D. 2018. „Down to the river": Amount, composition, and economic sector of litter entering the marine compartment, through the Tiber river in the Western Mediterranean Sea. *Rend. Fis. Acc. Lincei.* 29: 859-866.

Castro-Jiménez J., González-Fernández D., Fornier M., Schmidt N., Sempéré R. 2019. Macro-litter in surface waters from the Rhone River: Plastic pollution and loading to the NW Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull. 146: 6066.*

Dhakal N., Fang X., Cleveland T.G., Thompson D.B., Asquith W.H. and Marzen L.J. 2012. Estimation of volumetric runoff coefficients for Texas watersheds using land-use and rainfall-runoff data. *J. Irrig. Drain. Eng.* 138: 10. 1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000368.

Eriksen M. *et al.* 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Mar. Pollut. Bull.* 77: 177-182.

GESAMP. 2016. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment (eds Kershaw, P. J. & Rochman, C. M.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC UNIDO WMO IAEA UN UNEP UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). *Rep. Stud. GESAMP.* 93: 220.

Gaffin S., Rosenzweig C., Xing X. and Yetman G. 2004. Downscaling and Geo-spatial Gridding of Socio-economic Projections from the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES). *Glob. Environ. Chang.* 14: 105-123.

Hoornweg D. and Bhada-Tata P. 2012. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. *World Bank.* http://hdl.handle.net/10986/17388.

Holland P.G. 1998. Chézy formula, in Hydrology and Lakes. *Encyclopedia of Earth Science (Springer, Dordrecht, 1998);* https://doi.org/10.1007/1-4020-4513-1_36.

Jambeck J.R. *et al.* 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science.* 347: 768-771.

Lechner A. *et al.* 2014. The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe"s second largest river. *Environ. Pollut.* 188: 177-181.

Lebreton L.C.M.J., Van Der Zwet, Damsteeg J.W., Slat B., Andrady A. and Reisser J. 2017. River plastic emissions to the world"s oœans. *Nat. Commun.* 8: 15611.

Mani T., Hauk A., Walter U. and Burkhardt-Holm P. 2015. Microplastics profile along the Rhine River. *Sci. Rep. 5: 17988.*

Moore C., Lattin G. and Zellers A. 2011. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *J. Integr. Coast. Zone Manag.* 11: 65-73.

Odell M. *et al.* 2004. The Global Land Data Assimilation System. Bull. Amer. Meteor. Soc. 85: 381-394.

Plastics Europe 2016. Plastics–the facts 2016: an analysis of European plastics production, demand and waste data. *http://www.plasticseurope.org.*

Rech S. *et al.* 2015. Sampling of riverine litter with citizen scientists–findings recommendations. *Environ. Monit. Assess.* 187: 1-18.

Schmidt C., Krauth T. and Wagner S. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. *Environ. Sci. Technol.* 51: 12246-12253.

Schirinzi G.F., Köck-Schulmeyer M., Cabrera M., González-Fernández D., Hanke G., Farré M. and Barceló D. 2020. Riverine anthropogenic litter load to the Mediterranean Sea near the metropolitan area of Barcelona, Spain. *Sci. Total Environ.* 714: 136807.

van Emmerik T., Strady E., Kieu-Le T.C., Nguyen L. and Gratiot N. 2019. Seasonality of riverine macroplastic transport. *Sci. Rep. 9: 13549.*

van Emmerik T., Loozen M., van Oeveren K., Buschman F. and Prinsen G.. 2019. Riverine plastic emission from Jakarta into the ocean. *Environ. Res. Lett. 14, 084033 (2019).*

van Emmerik T., Tramoy R., van Calcar C., Alligant S., Treilles R., Tassin B. and Gasperi J. 2019. Seine plastic debris transport tenfolded during increased river discharge. *Front. Mar. Sci. 6: 642.*

Van der Wal M. *et al*. 2015. Identification and Assessment of Riverine Input (Marine) Litter. Final Report for the European Commission DG Environmenunder Framework Contract No ENV.D.2/FRA/2012/0025.

Vũ Thị Phương Thảo và Đỗ Thị Phương Thảo. 2021. Khả năng tính toán độ nhám địa hình từ lớp phủ mặt đất phục vụ giám sát tài nguyên nước thượng lưu. *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ.* 49.

Vianello A. *et al.* 2015. Occurrence and distribution of floating microplastics in the North Adriatic Sea: preliminary results. Proceedings of the MICRO2015 Seminar on microplastics. Piran.

Willis K., Denise Hardesty B. and Kriwoken L.C. 2017. Wilcox, Differentiating littering, urban runoff and marine transport as sources of marine debris in coastal and estuarine environments. *Sci. Rep.* 7: 44479.

Yonkos L., Friedel E., Perez-Reyes A., Ghosal S. and Arthur C. 2014. Microplastics in four estuarine rivers in the Chesapeake Bay, USA. *Environ. Sci. Technol.* 48: 14195-14202.

Yetman G., Gaffin S. and Xing X. 2004. Global 15 × 15 minute grids of the downscaled population based on the SRES B2 scenario, 1990 and 2025. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) doi:10.7927/H4HQ3WTH.