NGHIÊN CỨU CÁC THÔNG SỐ MƯA Ở KHU VỰC HÀ NỘI BẰNG THIẾT BỊ ĐO HẠT THEO NGUYÊN LÝ QUANG HỌC

Lai Thị Vân Quyên*, Nguyễn Hồng Vũ, Nguyễn Thế Truyện

Tóm tắt: *Nghiên cứu các thông số mưa như kích thước hạt mưa (cụ thể là đường kính) D, lượng mưa R, cường độ mưa I, động năng KE có ý nghĩa lớn đối với nhiều ứng dụng khoa học, thương mại và công nghiệp [1] như đánh giá vấn đề bị méo tín hiệu trong viễn thông khi có trời mưa, đánh giá vấn đề xói mòn của đất trong nông nghiệp, tham số bổ trợ cho các nghiên cứu khí tượng, vật lý khí quyển,... Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về các thông số mưa tại Hà Nội trong khoảng thời gian quan sát khi sử dụng thiết bị đo kích thước hạt bằng quang học do nhóm tác giả cải tiến và chế tạo trong công trình [8]. Về phân bố kích thước hạt, mối quan hệ giữa tần suất xuất hiện với kích thước hạt mưa tuân theo hàm Polynome bậc 6 với hệ số xác định R^2 >0,9. Về mối quan hệ $KE_{time}(I)$ khớp với mô tả hàm tuyến tính với hệ số xác định R^2 >0,8.*

Từ khóa: Đo lường; Xử lý dữ liệu; Quang điện tử; Dự báo lượng mưa; Thiết bị đo mưa; Xói mòn đất.

Các từ viết tắt: KE – Kinetic Energy; D – Diameter; I - Intensity; USLE - Universal Soil Loss Equation; RUSLE - Revised Universal Soil Loss Equation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc đo lường kích thước (*D*) và vận tốc hạt mưa (*v*) cho phép nội suy ra các thông số khác như động năng (*KE*), lượng mưa (*H*) và cường độ mưa (I). Đường kính hạt mưa (*D, mm*) và sự phân bố của nó là thông số mô tả sự kiện mưa, kết cấu vật lý của hạt mưa. Cường độ mưa (*I*) là sự phản ánh của các loại mưa khác nhau được biểu thị bằng lượng mưa rơi trên một đơn vị thể tích không gian trong một đơn vị thời gian [9]. Động năng của hạt mưa (*KE*) là năng lượng của hạt mưa làm phá vỡ lớp đất bề mặt. Do đó, KE là một trong những tham số ảnh hưởng chính đến hệ số xói mòn đất R tại công thức tính toán sự mất đất tổng quát (USLE) ở nghiên cứu của Wischmeier và Smith năm 1958. Hay tương tự ở công thức USLE đã hiệu chỉnh (RUSLE) trong nghiên cứu của Renard và cộng sự năm 1997. Tốc độ sói mòn đất phụ thuộc vào khả năng tách các hạt đất bề mặt của hạt mưa (thể hiện ở động năng) và lượng mưa rơi tạo nên dòng chảy cuốn các hạt đất trôi đi. Điều này chỉ ra trong nhiều nghiên cứu như công trình của Van Dijk và cộng sự năm 2002, Lu và cộng sự năm 2008 [9-11].

Động năng của hạt mưa có thể biểu thị theo hai kiểu: động năng theo thời gian KE_{time} là động năng được tính trên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian có thứ nguyên là J/m^2h và động năng theo lượng mưa KE_{mm} là động năng được tính trên một đơn vị diện tích trên độ cao lượng mưa, có thứ nguyên là J/m^2mm. Để xác định động năng của hạt mưa thì có các cách như từ kích thước *D* và vận tốc rơi *v* của hạt mưa hoặc nội suy từ cường độ mưa *I* [9-10]. Mối quan hệ *KE-I* không giống nhau ở các quốc gia do đặc điểm mưa ở mỗi khu vực đều khác nhau. Do đó, việc nghiên cứu các thông số mưa đặc biệt là mối quan hệ *KE-I* có ý nghĩa rất lớn với mỗi nước.

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về các thông số mưa khi sử dụng thiết bị đo do nhóm tác giả cải tiến và chế tạo trong công trình [8] nhằm phân tích, đánh giá và tìm ra các mối quan hệ thống kê giữa các tham số hạt mưa để phục vụ cho nhu cầu thực tiễn tại khu vực Hà Nội.

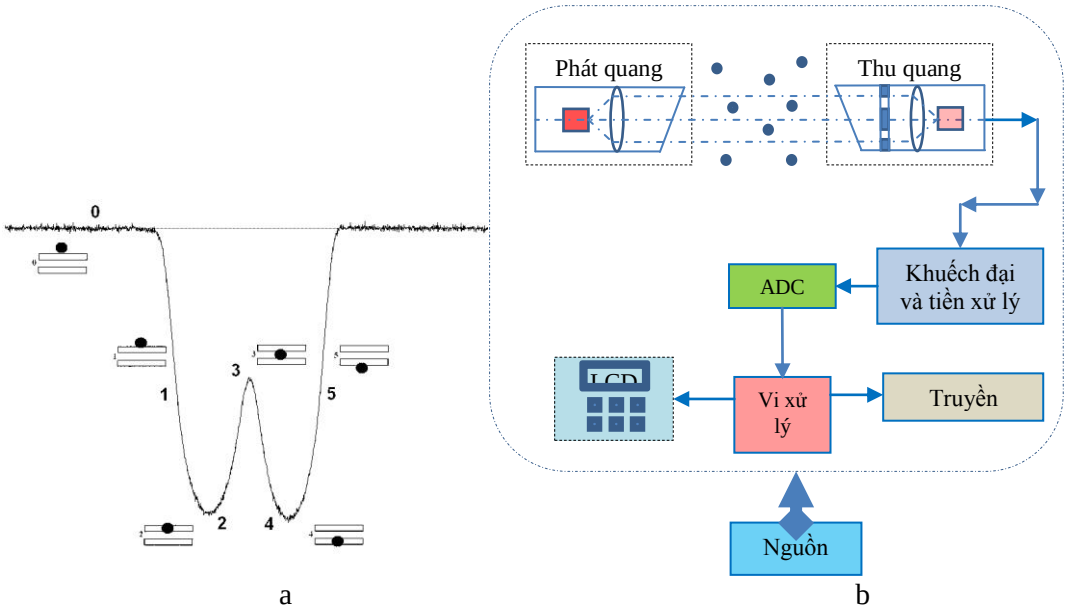
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết bị đo thông số mưa và mô hình thực nghiệm

Thiết bị đo sử dụng: Từ những cách đo đạc thủ công như dùng bột, dùng các thùng đo mưa, cốc đo mưa hạn chế về tính thời thời sự, các phương pháp đo mưa tự động thời gian thực đã được phát triển. Thiết bị đo mưa chao lật phổ biến hiện nay chỉ có thể đo lượng mưa, cường độ mưa và thời gian mưa. Khi cần thêm thông số kích thước và phân bố kích thước hạt mưa thì có các dòng

thiết bị khác: đo bằng tác động cơ học, bằng hình ảnh, bằng hiệu ứng quang học. Khắc phục những nhược điểm như bị ảnh hưởng nhiễu mạnh do môi trường của nhóm đo bằng tác động cơ học; cồng kềnh, khó vận chuyển, triển khai lắp đặt ở những nơi có hạn chế về không gian, giá thành đắt của nhóm đo bằng hình ảnh [2 - 8], nhóm đo bằng hiệu ứng quang học đã trở thành lựa chọn hợp lý cho những ứng dụng nghiên cứu về mưa. Tùy theo số lượng dải ánh sáng đi đến photodiode và ưu nhược điểm của phương pháp đo, thiết bị sử dụng trong nghiên cứu này sẽ là loại hai dải sáng với cơ sở phần cứng và xử lý tín hiệu phần mềm trình bày trong nghiên cứu [8].

Trên cơ sở những đề xuất trong các công trình [4-5-8], thiết bị đề cập trong bài báo có dải đo nhỏ hơn hoặc bằng 10 mm là kích thước hạt mưa phổ biến có nhiều ảnh hưởng đến các ứng dụng thực tiễn ở Việt Nam. Thiết bị sử dụng nguyên lý đo dựa vào hiệu ứng quang học khi hạt cắt qua dải sáng chiếu tới hai khe hẹp. Lượng ánh sáng nhận được trên cảm biến quang đặt ở bên khối thu (xung quang điện) có liên quan mật thiết với kích thước của hạt. Nguyên lý đo mô tả dưới dạng xung quang điện thu được trên cảm biến khi hạt cắt qua hai dải sáng và sơ đồ khối của thiết bị được thể hiện trong hình 1.

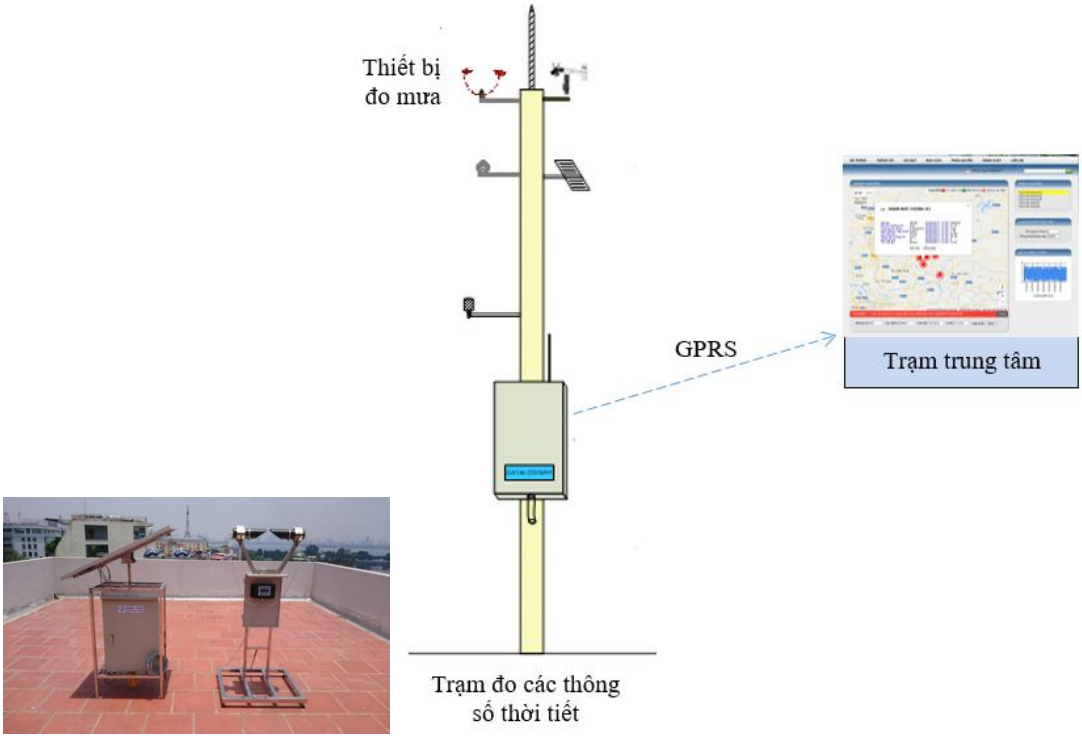


a. Nguyên lý đo [4]
b. Sơ đồ khối của thiết bị [8]

Hình 1. *Nguyên lý và sơ đồ khối của thiết bị đo các thông số mưa.*

Hạt mưa cắt qua dải sáng chiếu từ khối phát quang sang khối thu quang sẽ hấp thụ, tán xạ một phần năng lượng làm cho lượng ánh sáng thu được trên cảm biến quang giảm đi so với khi không có hạt rơi. Tùy thuộc vào vị trí của hạt so với dải sáng chiếu tới các khe nhạy sáng ở khối thu, cường độ xung quang điện thu được trên cảm biến sẽ có dạng như hình 1a. Ở hình 1b, khối phát quang sử dụng nguồn sáng là LED đỏ CL-P1WARR650 của hãng ViShay phát ra ánh sáng có bước sóng 650nm được điều khiển bằng khối tạo tần số 455kHz. Chùm sáng song song đường kính 50mm được tạo ra sau khi qua thấu kính thủy tinh quang học K8 hai mặt lồi, đường kính 53 mm (đường kính thông quang là 50mm), tiêu cự là 100mm bên khối phát được đưa qua khoảng đo và thu trên khối thu quang có màn che chứa hai khe nhạy sáng có các kích thước độ rộng w=2mm, khoảng cách g=5mm, chiều dài là 30mm. Ánh sáng qua hai khe nhạy sáng được thu trên photodiode loại BPW34 đặt tại tiêu điểm của thấu kính hội tụ có các thông số tương tự như thấu kính tạo chùm song song. Xung quang điện thu được sau đó được đưa qua khối khuếch đại, lọc, tiền xử lý, ADC lấy mẫu với tần số 50kHz, xử lý tính toán trên vi xử lý STM32F407VGT6 [8].

Hình 2a mô tả hình ảnh thiết bị đo mưa sử dụng trong nghiên cứu.



a b

a.Hình ảnh thiết bị đo mưa sử dụng trong nghiên cứu [8];
b.Mô hình thực nghiệm đo các thông số mưa.

Hình 2. *Thiết bị đo và mô hình thực nghiệm đo các thông số mưa.*

Mô hình thực nghiệm đo các thông số mưa được mô tả trong hình 2b. Mô hình gồm trạm đo đặt tại khu vực cần đo đạc và trạm trung tâm. Dữ liệu thời tiết ở trạm đo gửi về trạm trung tâm qua đường truyền GPRS để thu thập và phân tích, xử lý. Dữ liệu này sẽ được đối sánh với dữ liệu đo tại trung tâm khí tượng để so sánh, kiểm chứng.



Hình 3. *Trạm đo các thông số mưa đặt tại trạm khí tượng Hà Đông.*

Địa điểm và thời gian thử nghiệm: Trạm đo các thông số mưa được đặt tại vườn khí tượng của trạm khí tượng Nông nghiệp Hà Đông Ba La, Hà Đông, Hà Nội, Việt Nam – trạm khí tượng quốc tế đồng bằng duy nhất ở miền Bắc Việt Nam nằm tại tọa độ 20°57'25.3"Bắc và 105°45'11.2" Đông (hình 3). Trạm trung tâm đặt tại Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa. Khí hậu Hà Nội có thể tiêu biểu cho kiểu khí hậu nhiệt đới gió mùa ẩm ở khu vực Bắc Bộ, Việt Nam. Mùa hè nóng, mưa nhiều từ tháng 5 đến tháng 9. Mùa đông lạnh, mưa ít từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau. Theo dữ liệu khí tượng quốc gia, nhiệt độ trung bình hàng năm cao nhất 29,8ºC, thấp nhất là 15,2ºC. Lượng mưa trung bình năm là 1.800mm và mỗi năm có khoảng hơn 100 ngày mưa. Do đó, nhóm nghiên cứu lựa chọn khoảng thời gian thử nghiệm vào mùa mưa năm 2018.

2.2. Phương pháp xử lý số liệu đo

Phương pháp xử lý số liệu đo được tiến hành như sau: Số liệu đo lượng mưa *R* sẽ được so sánh, đối chiếu với các số liệu của trạm khí tượng quốc tế để đánh giá độ tin cậy. Sử dụng lý thuyết thống kê và phân tích hồi quy đa thức sẽ tiến hành phân tích các giá trị đo kích thước hạt mưa *D*, động năng *KE* và tìm mối quan hệ giữa kích thước hạt mưa với xác suất xuất hiện, mối quan hệ *KE-I* để từ đó đưa ra các đánh giá về độ sói mòn đất. Các công thức tính đường kính, vận tốc, động năng, lượng mưa, cường độ mưa lần lượt được chỉ ra như dưới đây.

Tính toán đường kính hạt ở công trình [8] được thực hiện theo các hàm phụ thuộc của đường kính hạt mưa *D* vào các biến số $k_{075} = \frac{i_{075_3} - i_{075_2}}{i_{075_4} - i_{075_1}}$ với dạng xung hai chồi xung; biên độ cực đại của xung quang điện u_{max} với dạng xung có một chồi xung không bằng đầu; độ bằng đầu l_d với dạng xung có một chồi xung bị bằng đầu.

$$D = A + B_1.k_{075} + \mathrm{B}_2.k_{075}^2 \quad (1)$$

$$D = A_{11} + B_{11}.u_{max} + \mathrm{B}_{12}.u_{max}^2 \quad (2)$$

$$D = A_{21} + B_{21}.l_d + \mathrm{B}_{22}.l_d^2 \quad (3)$$

Công thức (1), (2), (3) và các hệ số trong đó do nhóm tác giả thu được khi tiến hành thực nghiệm thả viên bi sắt hình cầu có kích thước chính xác biết trước qua khoảng đo và sử dụng thống kê, phân tích đa thức hồi quy bậc hai khi xử lý số liệu đo.[8].

Tính toán vận tốc hạt được trình bày trong công trình [4]. Cụ thể, với hạt có đường kính lớn hơn độ rộng của khe nhạy sáng thì vận tốc tính theo công thức (4); với hạt có đường kính nhỏ hơn độ rộng của khe nhạy sáng thì vận tốc tính theo công thức (5)

$$v_h = k_v.\frac{2w + g}{(i_{05_2} - i_{05_1}).\Delta\tau} \quad (4)$$

$$v_h = \frac{g}{(i_{\max 2} - i_{\max 1}).\Delta\tau} \quad (5)$$

Trong đó:

g – Khoảng cách giữa các khe nhạy sáng;

w – Độ rộng của khe nhạy sáng;

$\Delta\tau$: Khoảng thời gian lấy mẫu;

$k_v = \frac{1 + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^3}}{g}$: Hệ số hiệu chỉnh vận tốc;

i_{05_1}: Chỉ số mẫu tương ứng với giá trị 0,5 x $U_{\max 1}$ ở sườn lên của chồi thứ 1 xung quang điện;

i_{05_2}: Chỉ số mẫu tương ứng với giá trị 0,5 x $U_{\max 2}$ ở sườn xuống của chồi thứ 2 xung quang điện.

Tính toán động năng *KE*: Theo công trình của Sempere-Torres vào cộng sự [11], mối quan hệ của KE_{time}-I có phương sai thay đổi ít hơn so với của KE_{mm}-I và KEmm nhạy cảm với phân bố kích thước hạt mưa hơn nên trong công trình này sẽ tìm mối quan hệ giữa KE_{time}-I [11]. Động năng theo thời gian ở đây sẽ tính toán động năng theo thời gian mỗi phút KE_{time} do Fornis và cộng sự (2005) đề xuất công thức (6) [8].

$$KE_{time} = \frac{\rho\pi}{12}.\frac{1}{10^6}.\frac{3600}{t}.\frac{1}{A}.\sum_{i=1}^{n} D_i^3.v_i^2 \quad (6)$$

Trong đó: ρ: Khối lượng riêng của nước (ρ=1g/cm^3);

A: Diện tích khoảng lấy mẫu A=0,00105 m^2;

t: Khoảng chu kỳ tính KE (t=60s);

n: Số lượng hạt trong khoảng chu kỳ 1 phút;

D_i: Đường kính hạt thứ i trong n hạt đo đường ở khoảng 1 phút (mm);

v_i: Vận tốc hạt thứ i trong n hạt đo đường ở khoảng 1 phút (m/s).

Tính toán cường độ mưa *I* (mm/h) là lượng mưa H được tính theo công thức (7) trong khoảng đơn vị thời gian theo giờ.

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{4}{3}.\pi.\left(\frac{D_i}{2}\right)^3}{1050}.k_H \quad (7)$$

Trong đó: k_H là hệ số hiệu chỉnh lượng mưa được xây dựng khi hiệu chỉnh lượng mưa với những lượng nước biết trước thả giọt qua thiết bị đo.

Thuật toán thực hiện đo, tính toán kích thước hạt, vận tốc hạt, lượng mưa do nhóm tác giả xây dựng được thể hiện trong công trình [8]. Thuật toán hoàn toàn cho phép nhúng vào vi xử lý tốc độ cao để tính toán đồng thời kích thước và vận tốc hạt ở chế độ thời gian thực.

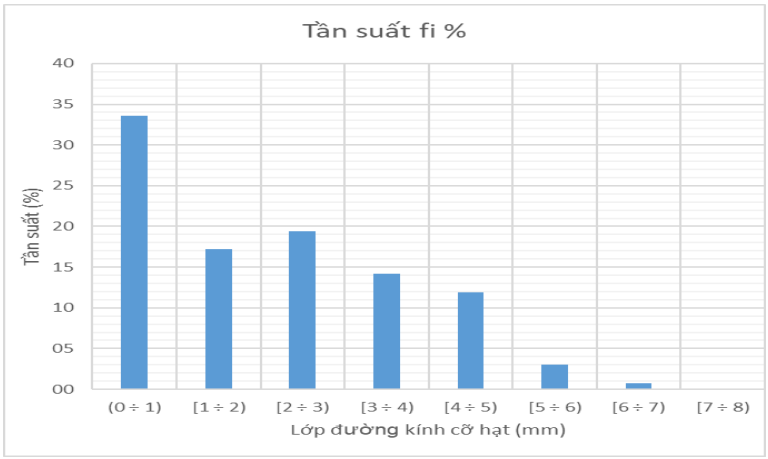
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thiết bị đo mưa thiết kế có khả năng đo được kích thước và vận tốc của hạt mưa trong từng trận mưa, theo ngày, theo tháng, theo năm. Đồng thời, từ các thông số này có thể tính ra được lượng mưa, cường độ mưa và động năng KE của hạt mưa. Điều này rất hữu ích trong việc bổ xung số liệu giám sát chất lượng môi trường sống hay dự đoán tình trạng sói mòn đất,…

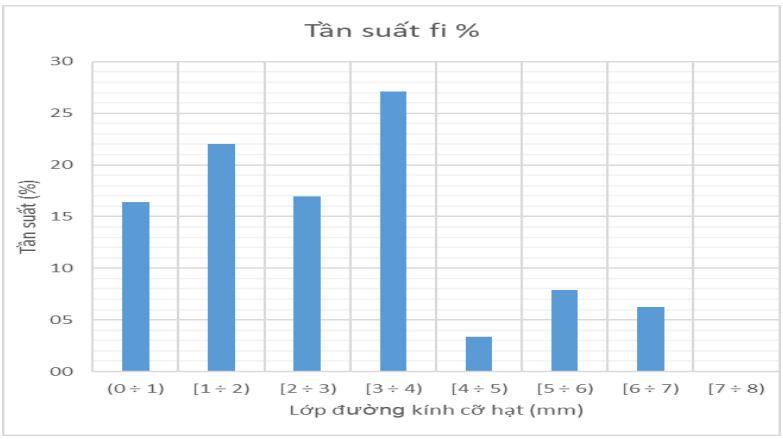
Về lượng mưa đo được, khi tiến hành hiệu chuẩn tại Trung tâm khí tượng quốc gia và thử nghiệm thiết bị cải tiến đo mưa thực tế tại trạm Hà Đông – trạm khí tượng quốc tế và đối sánh với thiết bị đo mưa tại trạm. Kết quả cho thấy, ở dải lượng mưa lớn hơn 10 mm, sai lệch lượng mưa lớn nhất là 0,86 mm. Ở dải lượng mưa nhỏ hơn hoặc bằng 10mm, sai lệch lượng mưa lớn nhất là 0,18mm. Lượng mưa đo được bằng thiết bị trong công trình [8] thấp hơn so với kết quả đo bởi thiết bị tại trạm khí tượng. Tuy nhiên, sai số lượng mưa vẫn trong khoảng cho phép. Như vậy, lượng mưa đo được bằng hai thiết bị là tương đương nhau.

Về kích thước và phân bố hạt, hình 4 mô tả phân bố kích thước hạt trong một trận mưa đo được ở các ngày theo dõi vào tháng 6/2018 tại Hà Nội. Ngày 16/6, phân bố kích thước hạt nhỏ hơn 2 mm chiếm cao nhất hơn 33% tổng số hạt mưa rơi đo được trong trận đó (hình 4a). Kích thước trung bình của hạt mưa trong trận này là 2,1mm. Ngày 20/6, phân bố kích thước hạt trong dải [3-4mm) chiếm cao nhất so với các hạt khác hơn 25% tổng số hạt mưa rơi đo được trong trận đó (hình 4b). Tiến hành khảo sát, phân tích các trận mưa xảy ra trong tháng 6/2018, có thể thấy được mối quan hệ giữa tần suất xuất hiện với kích thước hạt mưa tuân theo hàm Polynome bậc 6 với hệ số xác định R^2 >0,9. Trong đó, x là kích thước hạt (đơn vị mm). Hàm Polynome biến thiên

từ 0 đến 1. Ví dụ với hạt có kích thước 8mm, trong trận mưa như hình 5 thì xác suất xuất hiện tính theo hàm là: 0,17. Với hạt 3mm thì xác suất tính theo hàm là 0,18. Những con số này rất gần với giá trị rời rạc thu được khi khảo sát trận mưa đó.

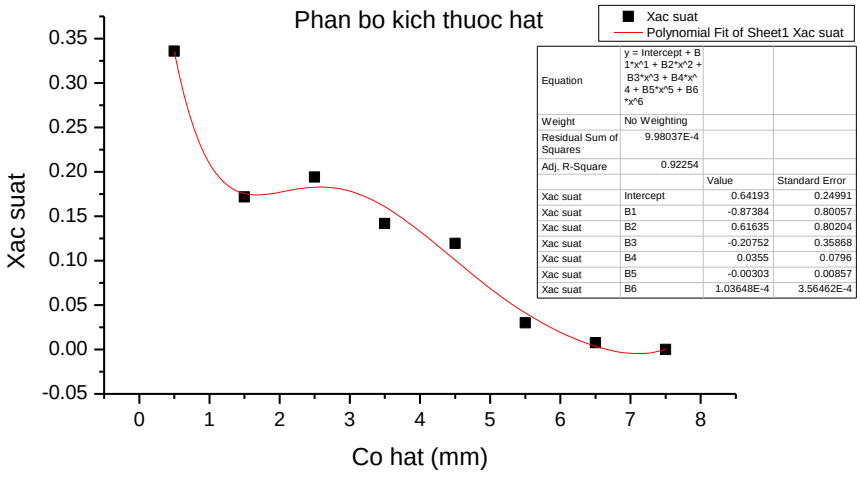


a.16/6



b.20/6

Hình 4. *Phân bố kích thước hạt trong trận mưa.*



Hình 5. *Mối quan hệ giữa xác suất xuất hiện và kích thước hạt.*

Về mối quan hệ động năng KE_{time} - Cường độ mưa I và độ xói mòn đất: tùy theo những điều kiện địa lý và khí tượng, các kiểu mưa của từng khu vực sẽ không giống nhau dẫn đến sự khác nhau về phân bố kích thước và vận tốc hạt mưa làm cho mối quan hệ KE_{time} – I thay đổi theo. Trong công trình [11], từ nhiều nghiên cứu ở các nơi khác nhau trên thế giới, những mối quan hệ giữa động năng hạt mưa KE_{time} và cường độ mưa I được tìm ra dưới dạng hàm mũ (8), hàm logarit (9), hàm tuyến tính (10) và hàm power-law (11). Các hệ số a, b, c trong phương trình mô tả này được tìm ra nhờ quá trình thực nghiệm.

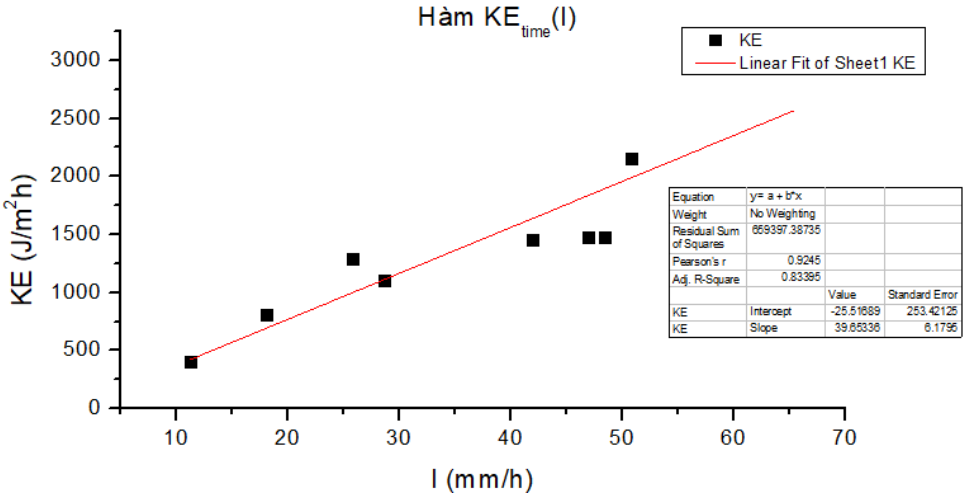
$$KE_{time} = a.I(1 - b.e^{-c.I}) \quad (8)$$

$$KE_{time} = I(a + b.log\ (I)) \quad (9)$$

$$KE_{time} = a(I - b) \quad (10)$$

$$KE_{time} = a.I^{b} \quad (11)$$

Việc tìm ra mối quan hệ KE_{time} – I ở khu vực Hà Nội nói riêng và các khu vực khác tại Việt Nam nói chung cần nhiều thời gian quan sát với nhiều loại mưa khác nhau. Trong thời gian thử nghiệm với mưa thực tế tại Hà Nội, nhóm nghiên cứu đã tìm ra mối quan hệ $KE_{time}(I)$. Mối quan hệ này được mô tả trong hình 6. Trong đó, hàm mô tả quan hệ $KE_{time}(I)$ là hàm tuyến tính với hệ số xác định $R^2 > 0,8$.



Hình 6. *Mô tả mối quan hệ $KE_{time}(I)$ trong khoảng thời gian quan sát.*

Trong nghiên cứu của Renard và cộng sự năm 1997, độ mất đất được tính theo công thức (12) – công thức RUSLE

$$A = R.\ K.\ L.\ S\ .C\ .P \quad (12)$$

trong đó:

A: Độ mất đất trung bình hàng năm (độ xói mòn);

R: Hệ số xói mòn do mưa;

K: Hệ số xói mòn của đất thay đổi tùy theo loại đất;

L và *S*: Lần lượt là các yếu tố địa hình chiều dài và độ dốc của khu vực khảo sát;

C: Hệ số quản lý độ che phủ đất của cây;

P: Hệ số kiểm soát sói mòn thực nghiệm.

Theo công trình [12], hệ số xói mòn do mưa *R* là tích của động năng *KE* và cường độ mưa lớn nhất trong 30 phút I_{30} (công thức (13)).

$$R = KE.\ I_{30} \quad (13)$$

Từ mối quan hệ *KE* – *I* tìm được bằng thực nghiệm, dựa vào cường độ mưa *I* là một tham số được đo rộng rãi có thể suy ngược ra động năng KE. Vì vậy, mối quan hệ *KE* - *I* trở nên hữu ích

trong việc ước tính độ xói mòn của đất theo thời gian và không gian rồi từ đó lập bản đồ các khu vực có nguy cơ xói mòn, dự báo về lượng mưa xói mòn trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Những kết quả thu thập bước đầu khi tiến hành khảo sát các tham số mưa tại khu vực Hà Nội đã khẳng định việc sử dụng thiết bị đo do nhóm tác giả xây dựng trong nghiên cứu [8] và phương pháp thu thập, xử lý số liệu được để xuất trong bài báo đáp ứng được yêu cầu của việc khảo sát, đánh giá các thông số mưa về độ tin cậy. Xác định được mối quan hệ giữa động năng KE_{time} của hạt mưa với cường độ mưa *I*. Đây là giá trị khoa học và thực tiễn của công trình.

Dữ liệu cường độ mưa có thể dễ dàng có được từ các trạm đo mưa nhưng thông tin liên quan đến động năng thì không có sẵn. Do đó, việc thiết lập được mối quan hệ $KE_{time} - I$ có ý nghĩa lớn cho việc tính toán động năng của hạt mưa tác động vào đất nhất là những khi có bão. Từ đó, có thể dự đoán về độ sói mòn đất, về sạt lở đất ở những khu vực khảo sát thông qua các phương trình USLE, RUSLE. Tuy nhiên, thời gian thu thập mẫu ngắn là một trong những hạn chế chính của công trình. Điều đó có thể có tác động đến độ chính xác của kết quả nghiên cứu. Việc tiếp tục mở rộng phạm vi, thời gian đo đạc thực nghiệm sẽ cho phép xác định được những yếu tố giúp cho việc dự báo về lượng mưa cũng như tác động xói mòn gây sạt lở đất chính xác và đầy đủ hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ali Tokay., et al, "*Comparison of Raindrop Size Distribution Measurements by Collocated Disdrometers"*. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. **Vol.30 (**2013). p.1672-1689.

[2]. F. Y. Testik và M. K. Rahman, "*High-Speed Optical Disdrometer for Rainfall Microphysical Observa*tions". Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. **Vol.33** (2015). p.231-242.

[3]. D.V. Kiesewetter, V.1. Malyugin, M.Y. Litvak, "*Method for the Drops Velocity Measurement"*. A.c. N2177091 1, USSR, Bul. Izobret (in Russian)., 39, (1992).

[4]. Lai Thi Van Quyen, Nguyen Manh Thang, Nguyen Hong Vu, Nguyen The Truyen, V.I. Malyugin, D.V. Kiesewetter, "*The Optical Disdrometer".* Advances in Wireless and Optical Communication. (RTUWO), International Conference, Riga, Latvia. (2017).

[5]. Lai Thi Van Quyen, Nguyen Manh Thang, Nguyen Hong Vu, Nguyen The Truyen, Victor Ivanovich Malyugin, Dmitry Vladimirovich Kiesewetter, "*Device for Measuring Parameters of the Meteorological Precipitation*". Proc. XXVI International Scientific Conference Electronics - ET2017. (2017).

[6]. D.V. Kiesewetter, V.I. Malyugin, "*Simultaneous Measurements of Velocity and Size of Moving Particles*". J. Tech. Phys., **Vol.79,** No 2, **(**2009), pp. 90-95.

[7]. D.V. Kiesewetter, V.I. Malyugin, "*Simultaneous Measurements of Velocity and Size of Moving Particles*". Proc Lasers for Measurements and Information Transfer 2003, SPIE, **Vol.5381**, (2004), p. 200-209.

[8]. Lai Thị Vân Quyên., Nguyễn Hồng Vũ., Nguyễn Thế Truyện, "*Thiết kế, chế tạo thiết bị đo kích thước hạt mưa bằng quang học*". Tạp chí Nghiên cứu khoa học và Công nghệ quân sự, (2020), **Vol.66**. p.105-116

[9]. Mahadi Lawan Yakubu, Zulkifli Yusop & Mohamad Ali Fulazzaky. "*The Influence of Rain Intensity on Raindrop Diameter and The Kinetics of Tropical Rainfall: case study of Skudai, Malaysia*". Hydrological Sciences Journal, (2016), 61:5, 944-951, DOI: 10.1080/02626667.2014.934251

[10]. Lisbeth Lolk Johannsen, Nives Zambon, Peter Strauss, Tomas Dostal, Martin Neumann, David Zumr, Thomas A. Cochrane, Günter Blöschl & Andreas Klik. "*Comparison of Three Types of Laser Optical Disdrometers under Natural Rainfall Conditions*". Hydrological Sciences Journal, (2020), 65:4, 524-535, DOI: 10.1080/02626667.2019.1709641

[11]. Seung Sook Shin, Sang Deog Park, and Byoung Koo Choi. "*Universal Power Law for Relationship between Rainfall Kinetic Energy and Rainfall Intensity*". Hindawi Publishing Corporation Advances in Meteorology, (2016), Article ID 2494681, 11 pages

[12]. Derege Tsegaye Meshesha, Atsushi Tsunekawa, Mitsuru Tsubo, Nigussie Haregeweyn & Enyew

Adgo. "*Drop Size Distribution and Kinetic Energy Load of Rainfall Events in The Highlands of the Central Rift Valley, Ethiopia*". Hydrological Sciences Journal, (2014), 59:12, 2203-2215, DOI: 10.1080/02626667.2013.865030

ABSTRACT

CASE STUDY OF RAIN PARAMETERS IN HANOI BY THE DROP SIZE MEASUREMENT EQUIPMENT THAT BASED ON OPTICAL PRINCIPLE

Research rain parameters such as drop size (diameter) D, rainfall amount R, rainfall intensity I, rainfall kinetic energy (KE) is great significance for many applications in wave propagation, erosion, meteorological, atmospheric physic research, troposphere structure measurement,… The paper presents some results on rainfall characteristics in Hanoi during the observation period when using drop size measurement equipment that based on optical principle have been improved and manufactured in the project [8]. Regarding the particle size distribution, the relationship between the frequency of occurrence and the rain particle size follows the Polynome function of degree 6 with the coefficient of determination $R^2 > 0.9$. Relationship $KE_{time}(I)$ matches a linear function with the coefficient of determination $R^2 > 0.8$.

Keywords: Measuring; Data processing; Optoelectronics; Meteorological precipitation; The disdrometers; Soil erosion.
Abbreviations: KE – Kinetic Energy; D – Diameter; I - Intensity; USLE - Universal Soil Loss Equation; RUSLE - Revised Universal Soil Loss Equation

.

Nhận bài ngày 23 tháng 10 năm 2020
Hoàn thiện ngày 02 tháng 12 năm 2020
Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 12 năm 2020

Địa chỉ: Viện NC Điện tử, Tin học và Tự động hóa.
*Email: vanquyen2407@gmail.com.