

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN ĐƯỜNG QUAN HỆ CƯỜNG ĐỘ MƯA - THỜI ĐOẠN - TẦN SUẤT VÀ MÔ HÌNH MƯA THIẾT KẾ TẠI HÀ NỘI

Ngô Lê An¹, Phạm Mỹ Linh², Nguyễn Thanh Thủy¹

Tóm tắt: *Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một vấn đề nóng hiện nay với những tác động mạnh mẽ tới các hiện tượng thời tiết cực đoan, trong đó có sự thay đổi của mưa cực trị. Bài báo này nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất và mô hình mưa thiết kế tại Hà Nội. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp Tỷ lệ đơn giản nhằm chi tiết hoá lượng mưa thời đoạn dài thiết kế về các thời đoạn ngắn hơn. Mô hình mưa thiết kế được xây dựng theo phương pháp Khối xen kẽ. Sự thay đổi về lượng mưa trong tương lai theo các kịch bản BĐKH được mô phỏng bằng bốn mô hình khí hậu vùng (RCM). Kết quả mô phỏng của các mô hình này được hiệu chỉnh sai số nhằm phù hợp với điều kiện địa phương. Kết quả của nghiên cứu cho thấy, dù có sự khác biệt định lượng đáng kể giữa các mô hình khí hậu, đường IDF có xu thế tăng mạnh ở cả hai trạm đo Láng và Hà Đông ở các tần suất và thời đoạn khác nhau. Tương ứng, các mô hình mưa thiết kế cũng cho sự gia tăng về đỉnh mưa so với thời kì nền.*

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, IDF, mô hình mưa thiết kế, Hà Nội...

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu (BĐKH) do sự gia tăng nhiệt độ trên toàn cầu đã dẫn đến những ảnh hưởng mạnh mẽ tới các hình thái thời tiết cực đoan, đặc biệt là mưa cực trị. Đã có những nghiên cứu cho thấy, các thời kỳ lặp lại ứng với lượng mưa lớn nhất năm sẽ chắc chắn suy giảm vào cuối thế kỉ 21 ((IPCC), 2012), hay nói cách khác là tần suất đề xuất hiện những trận mưa đặc biệt lớn sẽ ngày càng cao. Theo báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường về kịch bản BĐKH và nước biển dâng cho Việt Nam, lượng mưa một ngày lớn nhất có xu thế gia tăng trên toàn bộ lãnh thổ với mức độ thay đổi từ 10 đến 50% (Bộ Tài nguyên và Môi Trường, 2016). Do vậy, nguy cơ Việt Nam phải thường xuyên đối mặt với những vấn đề về thiên tai lũ lụt xảy ra trong thời gian tới ngày càng nhiều.

Đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất (IDF) là đường mô tả mối quan hệ giữa cường độ mưa, thời đoạn mưa ứng với các thời

kỳ lặp lại khác nhau. Đường IDF được sử dụng trong các bài toán thiết kế về tài nguyên nước, đặc biệt liên quan tới các bài toán tiêu thoát nước đô thị. Sự thay đổi mưa cực trị cũng sẽ dẫn đến sự thay đổi về đường quan hệ IDF. Vì thế, việc nghiên cứu các tác động của BĐKH đến đường IDF trong tương lai cũng như mô hình mưa thiết kế sẽ có vai trò quan trọng trong công tác quy hoạch, quản lý tiêu thoát nước đô thị cũng như các công tác phòng tránh và giảm nhẹ các tác hại của thiên tai này.

Hà Nội là thành phố quan trọng nhất Việt Nam với vai trò thủ đô về chính trị, văn hoá và kinh tế. Các vấn đề ngập lụt do mưa lớn sẽ có tác động rất lớn đến kinh tế và xã hội của thành phố nói riêng và cả nước nói chung. Vì thế, mục tiêu của nghiên cứu này sẽ tập trung đánh giá tác động của BĐKH đến sự thay đổi đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất và mô hình mưa thiết kế tương ứng cho thành phố Hà Nội.

Đã có nhiều các nghiên cứu về tác động của BĐKH đến đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất cũng như mô hình mưa thiết kế. Nhìn chung, các cách tiếp cận chính của các nghiên cứu

¹ Trường Đại học Thủy lợi

² Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

này là dựa trên phân tích xu thế chuỗi dữ liệu thực đo hoặc sử dụng các kết quả mô phỏng mưa bằng các mô hình khí hậu. Đối với phương pháp phân tích xu thế, một số nghiên cứu đã xác định các xu thế biến đổi theo thời gian đặc trưng mưa các thời đoạn từ dữ liệu mưa thực đo để từ đó xác định chúng trong tương lai (Denault, Millar and Lence, 2006; Ologhadien, 2019). Đối với cách tiếp cận thứ hai, các nghiên cứu thường sử dụng các mô hình khí hậu mô phỏng các đặc trưng mưa trong tương lai. Sự biến đổi lượng mưa trong thời đoạn ngắn có thể được mô phỏng trực tiếp bằng các mô hình khí hậu hoặc được ước tính bằng các phương pháp thống kê dựa trên mối quan hệ giữa thời đoạn ngắn-dài (Prodanovic and Simonovic, 2007; Wang, Huang and Liu, 2014). Cách tiếp cận thứ nhất có ưu điểm đơn giản nhưng không gắn trực tiếp với một kịch bản BĐKH cụ thể. Với cách tiếp cận thứ hai, số lượng số liệu cần mô phỏng và thu thập, phân tích đòi hỏi rất lớn, đặc biệt với trường hợp sử dụng mô hình khí hậu mô phỏng các đặc trưng mưa thời đoạn ngắn. Do vậy, các nghiên cứu hiện nay thường sử dụng kết hợp các mô hình khí hậu mô phỏng khí hậu tương lai và sau đó sử dụng các phương pháp thống kê để ước tính sự thay đổi các đặc trưng mưa các thời đoạn khác nhau. Đây cũng là cách tiếp cận của nghiên cứu này.

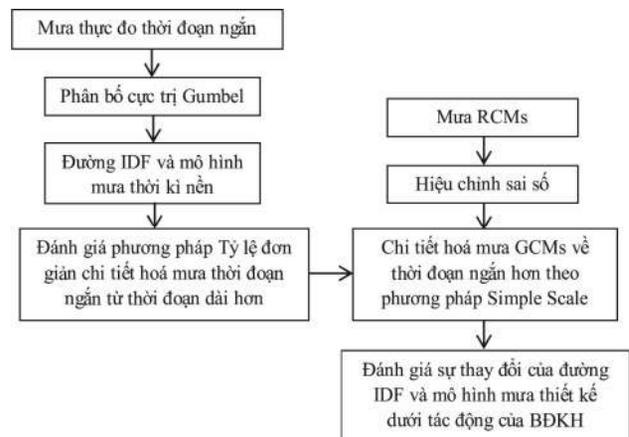
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các bước nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến đường quan hệ cường độ mưa – thời đoạn – tần suất cũng như mô hình mưa thiết kế được thể hiện ở hình 1. Từ số liệu mưa thực đo thời đoạn ngắn, báo cáo sử dụng phân bố cực trị Gumbel tính toán và xây dựng đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất. Sau đó, phương pháp chi tiết hoá mưa thời đoạn ngắn Tỷ lệ đơn giản (Simple Scale) được xây dựng và tính toán thử nghiệm cho giai đoạn nền.

Lượng mưa thời kỳ tương lai theo kịch bản biến đổi khí hậu được mô phỏng bằng các mô hình RCMs. Phương pháp hiệu chỉnh sai số phân vị kinh nghiệm được áp dụng để hiệu chỉnh lượng mưa mô phỏng từ các mô hình cho phù hợp với điều kiện địa phương.

Do lượng mưa mô phỏng theo RCMs thường có thời đoạn ngày. Phương pháp Tỷ lệ đơn giản tính

toán chi tiết hoá lượng mưa theo kịch bản biến đổi khí hậu về thời đoạn ngắn hơn nhằm xây dựng đường IDF cho các thời kỳ trong tương lai. Mô hình mưa thiết kế được xây dựng dựa trên phương pháp Khối xen kẽ (Chow, Maidment and Mays, 1988). Các phân tích về sự thay đổi lượng đường quan hệ IDF cũng như mô hình mưa thiết kế của các giai đoạn trong tương lai so với thời kỳ nền do BĐKH sẽ được đưa ra.



Hình 1. Các bước nghiên cứu

2.1 Hàm xác suất xây dựng đường IDF

Để tính toán cường độ mưa lớn nhất thời đoạn ứng với các thời kỳ lặp lại khác nhau, các phân bố xác suất cực trị thường được sử dụng như nhóm các phân bố cực trị tổng quát GEV, Gumbel hay Pearson III. Trong nghiên cứu này, hàm phân bố xác suất Gumbel (Gumbel, 1935) được lựa chọn để mô tả tần suất lượng mưa thời đoạn ngắn có dạng:

$$F_d(i) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{i-\beta}{\alpha}\right)\right) \quad (1)$$

Trong đó, F_d là tần suất cường độ lượng mưa lớn nhất thời đoạn d , α và β lần lượt là trị số vị trí và tỷ lệ, được tính theo trị số trung bình μ_d và độ lệch chuẩn σ_d theo công thức sau:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma_d; \quad \text{và} \quad \beta = \mu_d - 0,5772\alpha$$

Trị số cường độ i lớn nhất thời đoạn d ứng với thời kỳ lặp lại T được tính theo công thức:

$$i_d = \mu_d - \beta \ln\left(-\ln\left(\frac{1}{1-T}\right)\right) \quad (2)$$

2.2 Hiệu chỉnh sai số

Kết quả mô phỏng mưa từ các mô hình RCM thường có sự sai khác so với thực tế vì việc giản hoá

trong mô phỏng sự phức tạp quá trình hình thành mưa trong phạm vi nhỏ (địa phương). Do vậy, lượng mưa mô phỏng theo các kịch bản BĐKH từ các mô hình RCM được hiệu chỉnh theo phương pháp hiệu chỉnh phân vị kinh nghiệm có dạng (Piani *et al.*, 2010):

$$P_0 = F_0^{-1}(F_m(P_m)) \quad (3)$$

Với P_m là lượng mưa mô phỏng, P_0 là lượng mưa sau hiệu chỉnh, F_m và F_0 tương ứng là hàm phân bố xác suất của lượng mưa mô phỏng và thực đo.

2.3 Chi tiết hoá lượng mưa về thời đoạn ngắn – Phương pháp Tỷ lệ đơn giản

Gupta và Waymire đã phát triển khái niệm tỷ lệ dựa trên bằng chứng thực nghiệm cho thấy tính bất biến về tỷ lệ giữa các thời đoạn khác nhau của mưa (Gupta and Waymire, 1990). Sau đó, Burlando và Rosso đã ứng dụng mô hình tỷ lệ để xây dựng mối quan hệ giữa lượng mưa - thời đoạn - tần suất sử dụng phân bố xác suất log chuẩn (Burlando and Rosso, 1996). Sau đó, đã có rất nhiều các nghiên cứu về việc đánh giá, sử dụng phương pháp tỷ lệ trong việc phân tích các tính chất mưa cực trị được thực hiện (Menabde, Seed and Pegram, 1999; Willems, 2000; Nhat *et al.*, 2007).

Nếu coi I_d và I_D tương ứng là cường độ mưa lớn nhất năm thời đoạn d và D , phương pháp Tỷ lệ đơn giản (Menabde, Seed and Pegram, 1999) giả thiết quan hệ giữa cường độ mưa thời đoạn ngắn I_d với cường độ mưa thời đoạn dài hơn I_D có dạng:

$$I_d \stackrel{dist}{=} \left(\frac{d}{D}\right)^{-\eta} I_D \quad (4)$$

Với η là hệ số tỷ lệ, dấu "*dist*" ở đây được hiểu là phân bố xác suất đồng nhất ở cả hai vế của phương trình. Điều này dẫn đến, nếu nâng hai vế của phương trình (4) với một hệ số mũ q và kết hợp với đẳng thức (4) thì ta được:

$$E[I_d^q] = \left(\frac{d}{D}\right)^{-\eta q} E[I_D^q] \quad (5)$$

Trong đó $E[\]$ là kỳ vọng, q là bậc moment. Lấy logarit hai vế của phương trình (5) để xác định trị số η :

$$\text{Log}(E[I_d^q]) = -\eta q \text{log}\left(\frac{d}{D}\right) + \text{log}(E[I_D^q]) \quad (6)$$

Từ tập hợp các kết quả η được xác định từ phương trình (6), ta sẽ xác định được hệ số tỷ lệ η . Theo phương pháp Tỷ lệ đơn giản, hệ số η này sẽ có tính chất bất biến.

2.4 Dữ liệu

2.4.1 Dữ liệu thực đo

Tại Hà Nội, hai trạm khí tượng được sử dụng để nghiên cứu là Láng và Hà Đông với các thời đoạn mưa là 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 360, 720 và 1440 phút. Dữ liệu đo đạc được lấy từ năm 1980 đến 2013.

2.4.2 Dữ liệu mô phỏng BĐKH

Nghiên cứu này sử dụng kết quả mô phỏng mưa thời đoạn ngày của 4 mô hình khí hậu vùng (RCM) theo hai kịch bản RCP 4.5 và RCP8.5. Tên các mô hình cũng như cơ quan phụ trách được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các mô hình khí hậu sử dụng trong nghiên cứu

TT	Mô hình RCM	Mô hình GCM biên	Kí hiệu	Độ phân giải	Cơ quan
1	CCLM5-0-2	EC-EARTH	EC	0,44°x0,44°	Cộng đồng mô hình khí hậu giới hạn vùng
2	CCLM5-0-2	MPI-ESM-LR	CC	0,44°x0,44°	Cộng đồng mô hình khí hậu giới hạn vùng
3	REMO2009	MPI-ESM-LR	RM	0,44°x0,44°	Trung tâm Khí tượng, Viện khí tượng Max Planck, Đức
4	HadGEM3-RA	HadGEM2-AO	HG	0,44°x0,44°	Viện nghiên cứu khí tượng quốc gia Hàn Quốc

2.4.3 Các kịch bản nghiên cứu

Thời kỳ nền của nghiên cứu này được lựa chọn từ năm 1980 - 2013, trùng với thời kỳ thu thập dữ liệu. Thời gian của chuỗi số là 34

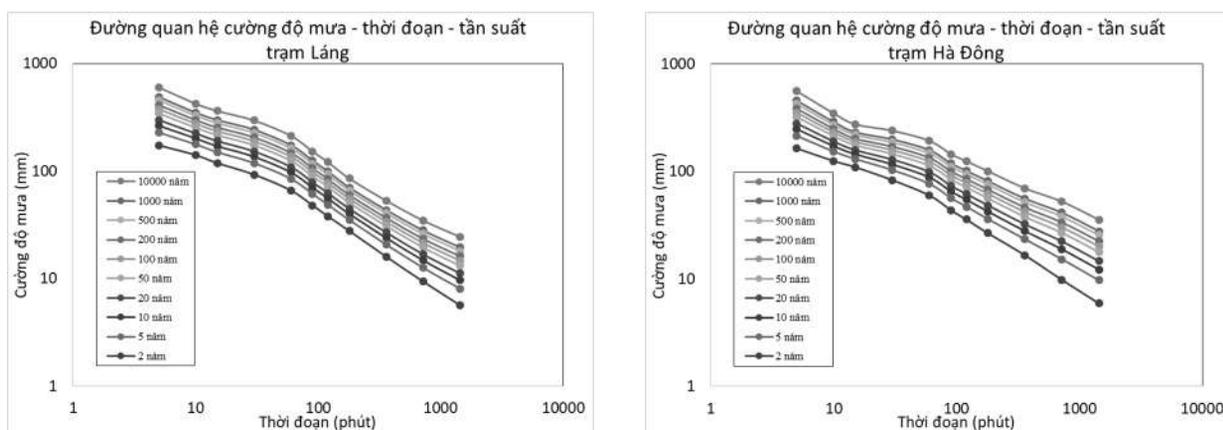
năm sẽ đủ dài để đảm bảo độ tin cậy của kết quả nghiên cứu. Hai giai đoạn trong tương lai được lựa chọn xem xét là 2030-2059 và 2060-2089.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 Xây dựng đường IDF thực đo

Từ chuỗi số liệu lượng mưa lớn nhất các thời đoạn ngắn từ năm 1980 đến 2013 của hai trạm

Láng và Hà Đông, sử dụng phân bố tần suất Gumbel tính toán các trị số mưa lớn nhất thời đoạn ứng với các thời kỳ lặp lại khác nhau. Kết quả tính toán được thể hiện ở hình 2.

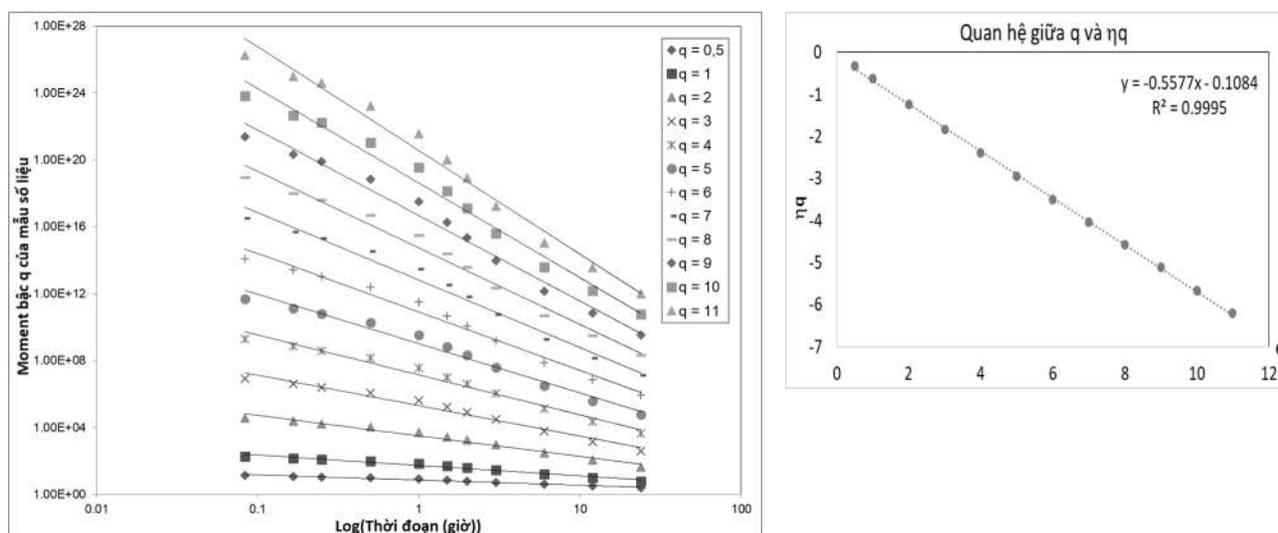


Hình 2. Đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất thực đo tại Láng và Hà Đông

3.2 Xác định thông số phương pháp Tỷ lệ đơn giản

Tính chất tỷ lệ của mưa các thời đoạn khác nhau được phân tích giữa trên quan hệ giữa thời đoạn và

các trị số moment bậc q (phương trình 5) khác nhau thể hiện ở hình 3 (trái) (ví dụ cho trạm Láng). Kết quả cho thấy, quan hệ giữa các thời đoạn mưa và các trị số moment bậc q có thể coi là tuyến tính.



Hình 3. Quan hệ giữa thời đoạn và moment bậc q (trái) và giữa η_q và hệ số moment q (phải) tại trạm Láng

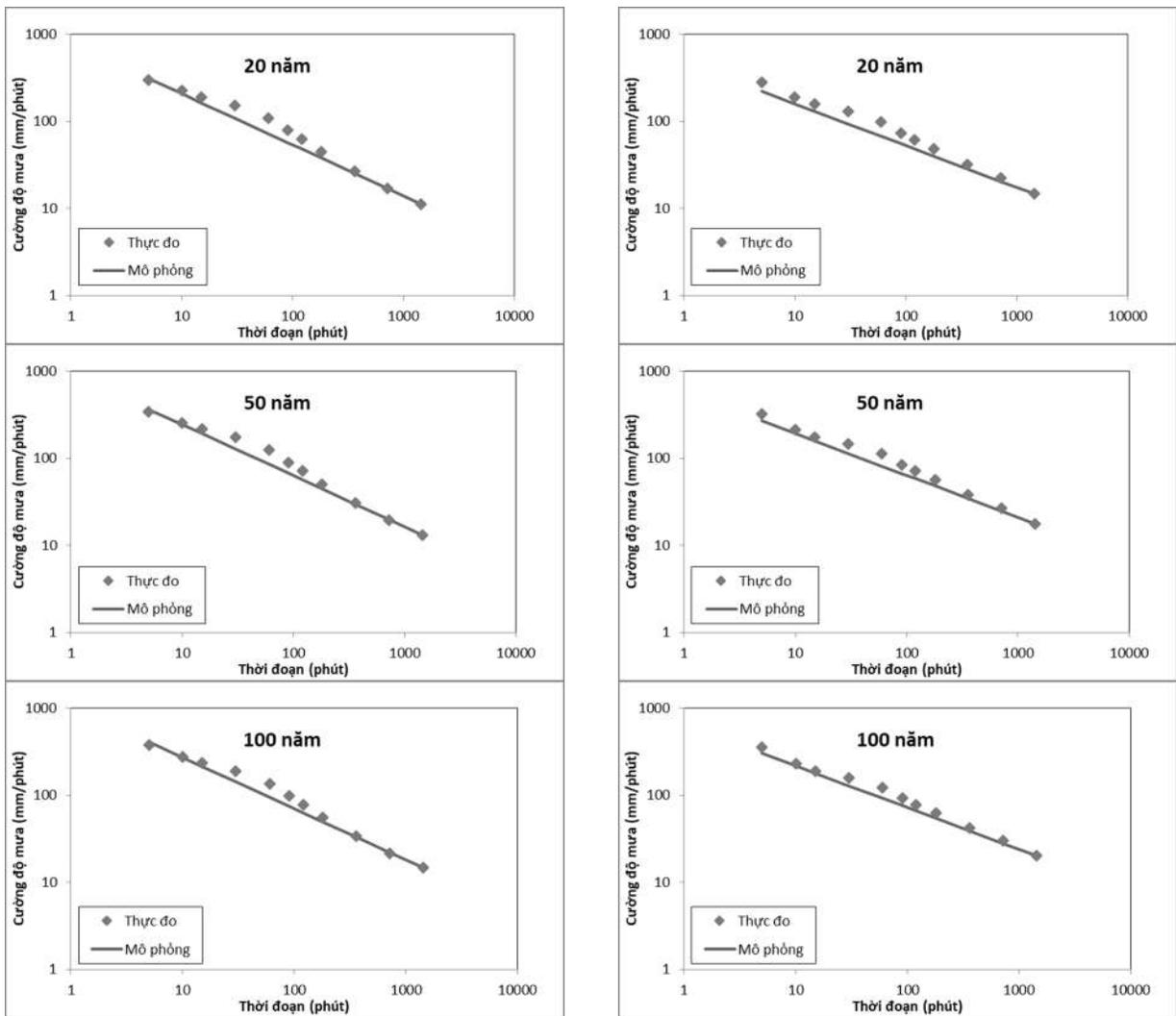
Hệ số tỷ lệ η_q từ hình 3 được vẽ với hệ số moment q và thể hiện ở hình 3 (phải) cho thấy mối quan hệ hồi quy tuyến tính giữa hai biến này rất tốt với R^2 xấp xỉ 0,99. Hệ số góc của đường quan hệ này chính là hệ số tỷ lệ cần tìm của trạm Láng.

Áp dụng phương pháp tỷ lệ đơn giản tính toán

xây dựng lại đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất cho hai trạm Láng và Hà Đông từ dữ liệu mưa thực đo thời đoạn ngày. Kết quả đường IDF cho một số thời kỳ lặp lại điển hình được thể hiện ở hình 4 cho thấy đường IDF xây dựng theo phương pháp Tỷ lệ đơn giản từ lượng

mưa thời đoạn ngày khá phù hợp với số liệu thực đo, thể hiện khả năng ứng dụng tính toán chi tiết

hoá lượng mưa thiết kế về thời đoạn ngắn hơn từ thời đoạn dài.



Hình 4. Đường IDF tính toán theo phương pháp Tỷ lệ đơn giản (mô phỏng) so với thực đo cho hai trạm Láng (trái) và Hà Đông (phải)

3.3 Hiệu chỉnh sai số mô hình RCM

Do kết quả các mô hình RCM mô phỏng vẫn có nhiều các sai số, bước hiệu chỉnh sai số

theo phương pháp định bậc kinh nghiệm đã cải thiện tốt hơn chất lượng mô phỏng thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Đánh giá phương pháp hiệu chỉnh sai số cho lượng mưa một ngày lớn nhất

Trạm	Tham số	Thực đo	HG	EC	CC	RM	HG	EC	CC	RM
			Trước hiệu chỉnh				Sau hiệu chỉnh			
Láng	Trung bình (mm)	137.0	75.4	85.7	94.5	165.1	136.0	141.8	147.1	143.3
	Độ lệch chuẩn (mm)	61.1	39.5	29.2	36.7	109.3	59.0	67.9	64.2	59.9
Hà Đông	Trung bình (mm)	126.3	75.4	85.7	94.5	165.1	125.1	127.3	134.0	132.5
	Độ lệch chuẩn (mm)	49.6	39.5	29.2	36.7	109.3	51.0	55.7	54.3	51.1

Kết quả đánh giá cho thấy, trước khi hiệu chỉnh, trị số trung bình lượng mưa một ngày lớn

nhất cũng như độ lệch chuẩn của nó có khác biệt đáng kể so với thực đo. Kết quả sau hiệu chỉnh

cho các tham số thống kê như trung bình và độ lệch chuẩn đã xấp xỉ với thực đo thể hiện mức độ hiệu quả cũng như cần thiết của phương pháp hiệu chỉnh sai số. Do vậy khi áp dụng bước hiệu chỉnh này cho các số liệu mô phỏng trong tương lai sẽ cho kết quả đáng tin cậy hơn.

3.4 Biến động lượng mưa một ngày lớn nhất
 Áp dụng phương pháp hiệu chỉnh sai số vào các dữ liệu mô phỏng trong tương lai của các mô hình RCM, kết quả đánh giá sự thay đổi (%) về lượng mưa một ngày lớn nhất so với thời kỳ nền được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Sự thay đổi (%) đặc trưng lượng mưa một ngày lớn nhất

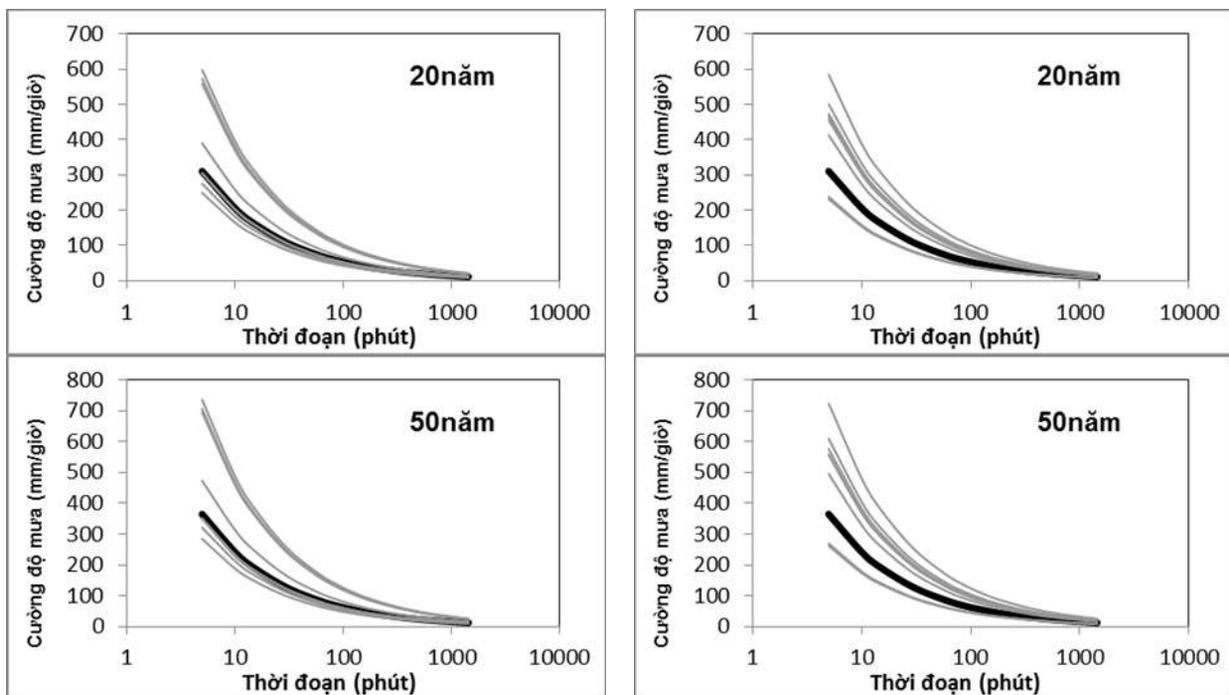
Trạm	Giai đoạn	Đặc trưng	EC	CC	RM	HG	EC	CC	RM	HG
			RCP4.5				RCP8.5			
Láng	2030-2059	μ	3.2	22.3	-6.7	11.2	35.5	42.6	-7.9	1.6
		σ	52.6	149.1	-35.3	-16.9	143.5	152.7	-15.4	-0.8
	2060-2089	μ	30.6	16.3	-8.1	16.9	33.2	21.7	-10.0	32.0
		σ	98.3	83.6	-41.6	52.1	154.5	89.3	-43.7	71.4
Hà Đông	2030-2059	μ	5.4	8.2	4.1	24.2	24.8	30.7	0.0	6.5
		σ	29.2	75.0	-5.8	0.8	60.3	54.7	3.7	5.4
	2060-2089	μ	19.3	10.9	1.1	26.7	20.2	18.1	1.7	39.9
		σ	45.2	42.4	-9.6	63.5	87.6	41.1	-10.6	67.1

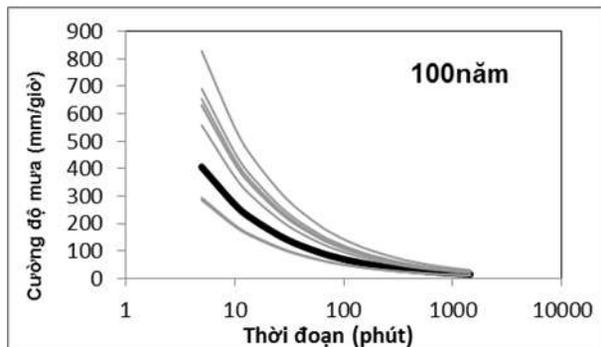
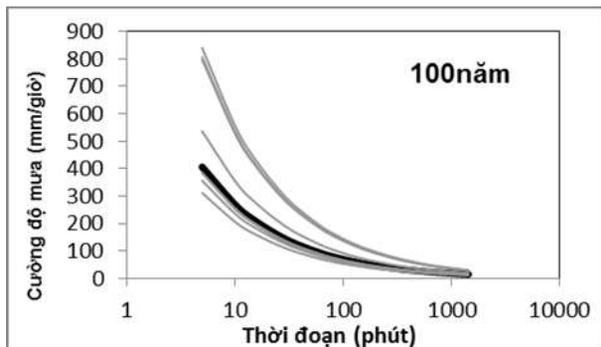
Từ kết quả bảng 3 cho thấy, nhìn chung lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình các giai đoạn có xu thế tăng ở các mô hình và kịch bản, ngoại trừ mô hình REMO2009.

3.5 Đường quan hệ IDF trong tương lai

Từ chuỗi số liệu mưa một ngày lớn nhất trong tương lai theo các kịch bản BĐKH được mô phỏng bằng các mô hình RCM, xác định các trị số

mưa một ngày lớn nhất ứng với các thời kỳ lặp lại khác nhau. Sau đó áp dụng phương pháp Tỷ lệ đơn giản để tính toán về lượng mưa thiết kế ở các thời đoạn ngắn hơn, từ đó xây dựng đường quan hệ IDF cho hai giai đoạn trong tương lai là 2030-2059 và 2060-2089 với hệ số tỷ lệ η cho hai trạm Láng và Hà Đông đã được xác định ở mục 3.2. Ví dụ kết quả tại trạm Láng được trình bày ở hình 5.





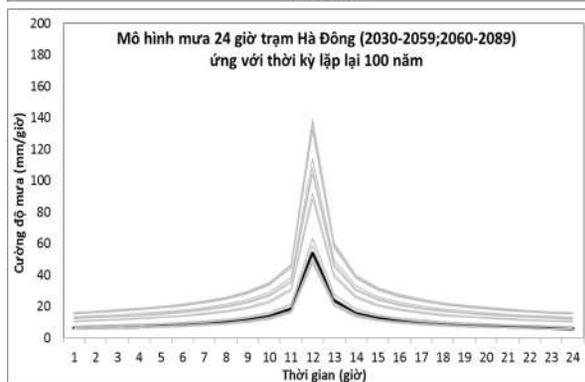
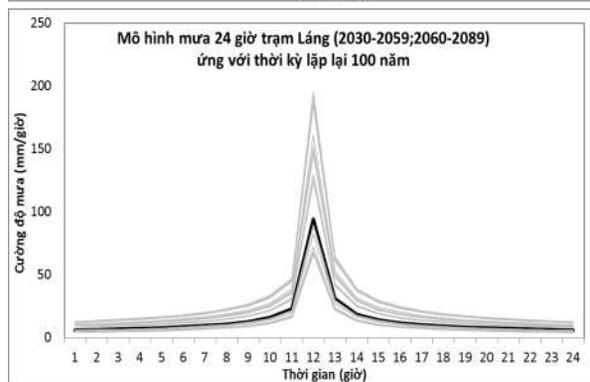
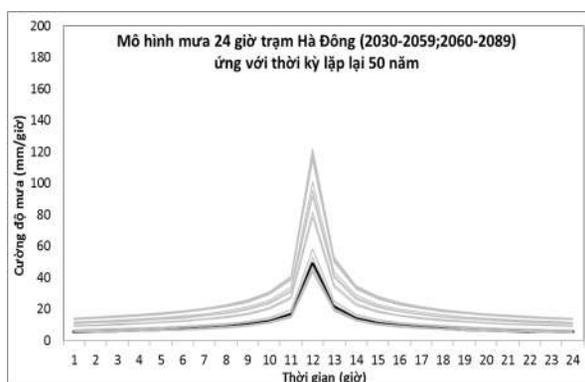
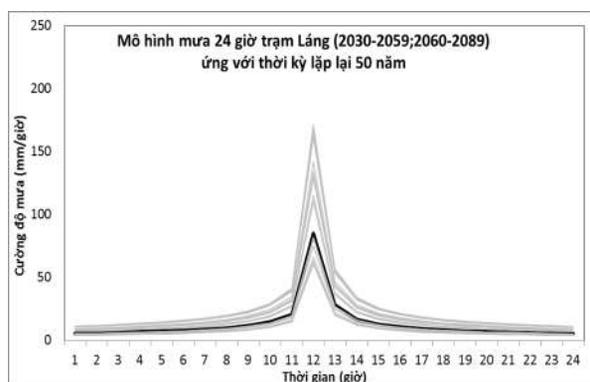
Hình 5. Đường quan hệ IDF tại Láng giai đoạn 2030-2059 (trái) và 2060-2089 (phải). Đường nét đậm là giai đoạn nền, đường nét mỏng tương ứng là kết quả mô phỏng của một RCM

3.6 Sự thay đổi mô hình mưa thiết kế

Phương pháp Khối xen kẽ được sử dụng để xây dựng mô hình mưa 24 giờ trong nghiên cứu này. Phương pháp Khối xen kẽ xây dựng mô hình mưa nhân tạo dựa trên đường quan hệ IDF theo cách tiếp cận lượng mưa trong một khoảng (hay một khối) sẽ được xác định sao cho độ sâu tổng cộng trong bất kỳ khoảng thời gian nào ở tâm trận mưa

sẽ bằng độ sâu lượng mưa xác định từ đường cong IDF trong khoảng thời gian đó (Chow, Maidment and Mays, 1988).

Áp dụng phương pháp Khối xen kẽ kết hợp với các đường IDF thời kỳ nền và tương lai đã được xác định ở mục 3.5, kết quả mô phỏng sự thay đổi về mô hình mưa ở Hà Nội (tính cho thời đoạn 1 giờ với thời gian mưa 24 giờ) được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Mô hình mưa thiết kế tại Láng và Hà Đông thời kỳ nền (nét đậm) và tương lai theo các mô hình RCM (nét mảnh)

Kết quả hình 6 cho thấy, đối với trạm Hà Đông, mô hình mưa cho xu thế chắc chắn tăng

đáng kể ở thời điểm tâm mưa khi gần như toàn bộ các mô hình RCM đều cho kết quả cao hơn so với

thời kỳ nền. Trong khi đó, đối với trạm Láng, khoảng một nửa số mô hình (RM và HG) cho đỉnh mưa của mô hình mưa thấp hơn so với thời kỳ nền nhưng không đáng kể (<20%), các mô hình còn lại cho kết quả đỉnh mưa tăng lên từ 50-100%. Dù có xu thế cường độ mưa cực trị gia tăng, nhưng cũng có thể thấy sự khác biệt giữa các mô hình mô phỏng theo các kịch bản cũng khác biệt đáng kể. Điều này cho thấy, các đánh giá về tác động của biến đổi khí hậu đến đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất cũng như mô hình mưa thiết kế có tính bất định cao. Do vậy, trong các bài toán thiết kế có xem xét đến ảnh hưởng của BĐKH, cần phải có những đánh giá kỹ lưỡng từ nhiều mô hình khí hậu khác nhau nhằm có được kết quả hợp lý nhất.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến đường quan hệ cường độ mưa - thời đoạn - tần suất cũng như mô hình mưa thiết kế cho hai trạm Láng và Hà Đông thuộc Hà Nội. Nghiên cứu đã sử dụng kết quả mô phỏng từ 4 mô hình khí hậu vùng (RCM) cho hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 nhằm có một "bức tranh" đầy đủ hơn về sự thay đổi của các đối tượng nghiên cứu trong tương lai.

Các phương pháp thống kê được sử dụng chính trong nghiên cứu này, trong đó phương pháp hiệu chỉnh sai số được sử dụng để hiệu chỉnh kết quả mô phỏng từ các mô hình RCM về điều kiện địa phương, còn phương pháp phân tích tỷ lệ đơn giản được sử dụng để tính toán các đặc trưng mưa thiết kế thời đoạn ngắn từ các thời đoạn dài hơn. Nhìn

chung, các phương pháp thống kê đã cho thấy tính hiệu quả của chúng trong việc tính toán mô phỏng lại các đặc trưng mưa thời đoạn ngắn từ các mô hình khí hậu vùng.

Kết quả đánh giá đường quan hệ IDF trong tương lai so với thời kỳ nền cho thấy nhìn chung có nhiều khác biệt giữa kết quả mô phỏng của các mô hình. Tuy nhiên, có thể nhận định khả năng cường độ mưa thời đoạn ngắn trong tương lai sẽ gia tăng đáng kể là cao thể hiện ở đa số các mô hình cũng như kịch bản BĐKH đều đồng ý với nhận định này. Điều này dẫn đến, mô hình mưa thiết kế cũng có sự thay đổi mạnh khi đỉnh mưa có khả năng tăng từ 10-100% tùy từng mô hình, kịch bản ở cả trạm Láng và Hà Đông.

Để nâng cao độ chính xác của nghiên cứu, việc mở rộng phạm vi đánh giá cho các trạm đo khí tượng khác trong khu vực như Ba Vì, Sơn Tây, Bắc Ninh... cũng như sử dụng thêm các kết quả mô phỏng từ các mô hình khí hậu vùng cũng như toàn cầu khác là cần thiết. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, để ứng dụng thực tế trong bài toán thiết kế có xét đến tác động của BĐKH, việc sử dụng kết quả từ một mô hình hay chỉ là trị số trung bình sẽ dẫn đến nguy cơ sai số lớn do sự bất định trong mô phỏng các đặc trưng khí hậu trong tương lai là rất cao.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài "Đánh giá hiểm họa ngập lụt đô thị Hà Nội trong điều kiện khí hậu hiện tại và tương lai", mã số VN2019SIN267A101, hợp tác giữa trường Đại học Thủy lợi và KU Leuven - Vương Quốc Bỉ từ quỹ VLIR-OUS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài nguyên và Môi Trường (2016) *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. (IPCC), I. P. on C. C. (2012) *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - IPCC*. Edited by P. M. M. Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor. Cambridge: Cambridge University Press. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>.
- Burlando, P. and Rosso, R. (1996) 'Scaling and multiscaling models of depth-duration-frequency curves for storm precipitation', *Journal of Hydrology*, 187(1-2), pp. 45-64. doi: 10.1016/S0022-1694(96)03086-7.
- Chow, V. Te, Maidment, D. R. and Mays, L. W. (1988) *Applied hydrology*. McGraw-Hill.

- Denault, C., Millar, R. G. and Lence, B. J. (2006) 'Assessment of possible impacts of climate change in an urban catchment', *Journal of the American Water Resources Association*, 42(3), pp. 685–697. doi: 10.1111/j.1752-1688.2006.tb04485.x.
- Gumbel, E. J. (1935) 'Les valeurs extrêmes des distributions statistiques', *Annales de l'institut Henri Poincaré*, 5(2), pp. 115–158.
- Gupta, V. K. and Waymire, E. (1990) 'Multiscaling properties of spatial rainfall and river flow distributions', *Journal of Geophysical Research*, 95(D3), p. 1999. doi: 10.1029/JD095iD03p01999.
- Menabde, M., Seed, A. and Pegram, G. (1999) 'A simple scaling model for extreme rainfall', *Water Resources Research*. John Wiley & Sons, Ltd, 35(1), pp. 335–339. doi: 10.1029/1998WR900012.
- Nhat, L. M. et al. (2007) 'Regional Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships For Ungauged Catchments Based on Scaling Properties', *Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ*, 50B, pp. 33–43.
- Ologhadien, I. (2019) 'Assessment of the impact of climate change on intensity-duration-frequency (IDF) equations in Benin city, Nigeria', *International Journal of Hydrology*, 3(2). doi: 10.15406/ijh.2019.03.00171.
- Piani, C. et al. (2010) 'Statistical bias correction of global simulated daily precipitation and temperature for the application of hydrological models', *Journal of Hydrology*, 395(3–4), pp. 199–215. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.10.024.
- Prodanovic, P. and Simonovic, S. P. (2007) *Development of rainfall intensity duration frequency curves for the City of London under the changing climate*. Ontario.
- Wang, X., Huang, G. and Liu, J. (2014) 'Projected increases in intensity and frequency of rainfall extremes through a regional climate modeling approach', *Journal of Geophysical Research*. Wiley-Blackwell, 119(23), pp. 13,271–13,286. doi: 10.1002/2014JD022564.
- Willems, P. (2000) 'Compound intensity/duration/frequency-relationships of extreme precipitation for two seasons and two storm types', *Journal of Hydrology*. Elsevier Science B.V., 233(1–4), pp. 189–205. doi: 10.1016/S0022-1694(00)00233-X.

Abstract:

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON RAINFALL INTENSITY-DURATION-FREQUENCY CURVES AND RAINFALL PATTERNS IN HA NOI

Climate change is a hot issue which affect extreme weather events in general and extreme precipitation in particular. This paper studies on impact of climate change on precipitation intensity-duration-frequency curves and design precipitation pattern in Hanoi. The Simple scale method is used to estimate the shorter duration of design storm from the longer ones. The alternating block method is for developing a design storm. Precipitation in future is simulated by four Regional Climate Models (RCMs). Bias correction procedure is applied in order to get the reliable results from RCMs. The results of the study show that, despite of different in outputs of RCMs simulations, precipitation intensity tends to increase in both Lang and Ha Dong stations with different frequencies and durations. It leads to increase of peak intensity of design storms.

Keywords: Climate change, IDF, rainfall pattern, Ha Noi...

Ngày nhận bài: 08/12/2019

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2019