

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TIÊU THOÁT NƯỚC KHU VỰC HÀ NAM, THỊ XÃ QUẢNG YÊN, QUẢNG NINH CÓ XÉT ĐẾN TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Đặng Minh Hải, Ngô Lê Long,
Nguyễn Hoàng Sơn, Lã Phú Hiến
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Khu vực Hà Nam là một đô thị ven biển có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội của tỉnh Quảng Ninh. Do có 70 % diện tích có cao độ địa hình thấp hơn mực nước triều cao nên việc tiêu thoát nước của khu vực Hà Nam gặp nhiều khó khăn. Trong tương lai, sự gia tăng các trận mưa cực đoan (do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu) cùng với mực nước nguồn tiếp nhận tăng lên (do ảnh hưởng của nước biển dâng) sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng tới ngập lụt khu vực Hà Nam. Bài báo này tập trung vào đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến mức độ ngập lụt khu vực đảo Hà Nam, thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh bằng sử dụng mô hình SWMM 5.1 ứng với 3 trận mưa thiết kế khác nhau. Kết quả cho thấy mô hình thoát nước 1 chiều được hiệu chỉnh và kiểm định nên có độ tin cậy cao. Số điểm ngập sẽ tăng từ 20% đến 30%, thời gian ngập trung bình tăng từ 10% tới 30%, thể tích tràn trung bình tăng từ 40% tới 300%. Những kết quả trên là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp ứng phó và thích ứng với biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở khu vực Hà Nam.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, Nước biển dâng, Ngập lụt, Quảng Yên.

Summary: Ha Nam area is a coastal urban belong to Quang Yen town that plays an important role in the socio-economic development of Quang Ninh province. Nearly 70% of its area with terrain elevation lower than the high tide level, making drainage condition in the Ha Nam area difficult. In the future, an increase in extreme rainfall induced by climate change along with rising sea levels will seriously affect flooding in the Ha Nam area. This paper focuses on assessing the impact of climate change and sea level rising on the flooding in Ha Nam area using the SWMM 5.1 model with three designed rainfall events. The results show that the 1D drainage model has been well calibrated and subsequently varified to ensure that it is highly reliable. The number of flooded points will increase from 20% to 30%, the average flooding time will increase from 10% to 30%, the average overflow volume will increase from 40% to 300%. The above results are the scientific basis to propose solutions to respond and adapt to climate change and sea level rising in the Ha Nam are.

Keyword: Climate change, Seal water level rising, Flood risk, Quang Yen.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Quảng Yên là thị xã ven biển nằm phía Tây Nam của tỉnh Quảng Ninh, gồm 19 đơn vị

hành chính, được phân chia thành 2 khu vực khá rõ nét (khu vực Hà Nam và Hà Bắc). Khu vực Hà Nam nằm ở hữu ngạn sông Chanh được hình thành từ thế kỷ thứ XV được bao bọc bởi 34km đê biển. Đây là vùng đất tạo nên do quai đê lấn biển, mở rộng các bãi bồi ven sông và bãi sù vẹt ven biển, có địa hình trũng,

Ngày nhận bài: 16/02/2024
Ngày thông qua phản biện: 20/3/2024
Ngày duyệt đăng: 02/4/2024

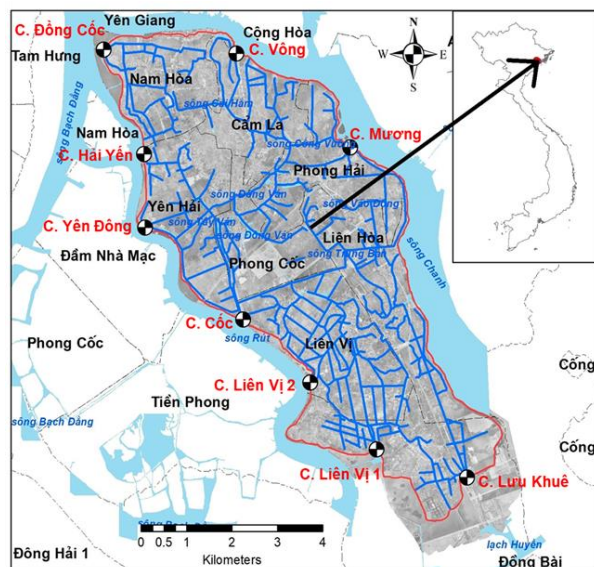
thấp, hầu hết diện tích tự nhiên đều nằm dưới mực nước biển.

Phần lớn các khu vực của đảo Hà Nam chưa có hệ thống cống thu gom nước mưa trong khu dân cư ngoại trừ một số khu dân cư đã xây dựng cống thoát nước chung, có nhiệm vụ thu gom cả nước mưa và nước thải. Khi có mưa, dòng chảy mặt được hình thành và chảy tràn trên bề mặt và thoát ra kênh rạch, ao hồ xung quanh khu dân cư. Sau đó, được vận chuyển bởi mạng lưới kênh rạch tự nhiên (có tổng chiều dài 150 km) về 9 cống tiêu đầu mối (cống Đồng Cốc, cống Hải Yến, cống Yên Đông, cống Cốc, cống Liên Vị 1, cống Liên Vị 2, cống Lưu Khuê, cống Mương, cống Vòng) để thoát ra sông Rút và sông Chanh (hình 1). Nhìn chung, việc tiêu thoát nước mưa ở khu vực Hà Nam dựa vào mạng lưới kênh rạch tự nhiên và các cống tiêu tự chảy đầu mối và chịu ảnh hưởng của thủy triều.

Theo kịch bản BĐKH (TNMT 2016) được Bộ TNMT công bố, lượng mưa 1 ngày lớn nhất được dự báo tăng thêm 50% so với thời kỳ nền theo cả 2 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Nước biển từ Móng Cái đến Hòn Dấu sẽ tăng từ 20 cm đến 100 cm cho các thời kỳ khác nhau. Theo các quy hoạch đã được phê duyệt, quá trình phát triển các khu dân cư, các khu công nghiệp sẽ diễn ra mạnh mẽ, làm thay đổi căn bản hiện trạng sử dụng đất và cao độ san nền của khu vực Hà Nam. Vì vậy, việc đánh giá ảnh hưởng của BĐKH và nước biển dâng đến ngập lụt khu vực Hà Nam cần phải được thực hiện để cung cấp cơ sở khoa học cho việc thực hiện các giải pháp giảm thiểu rủi ro ngập lụt cũng như nâng cao khả năng ứng phó, thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng trong tương lai.

Bài báo này tập trung vào đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến mức độ ngập lụt khu vực đảo Hà Nam, thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh bằng sử

dụng mô hình SWMM 5.1 (Lewis A. Rossman 2010) ứng với các trận mưa thiết kế khác nhau. Đầu tiên mô hình SWMM 5.1 được sử dụng để thiết lập mô hình thoát nước 1 chiều cho khu vực Hà Nam với đầy đủ các công trình của hệ thống thoát nước. Sau khi mô hình 1 chiều được hiệu chỉnh và kiểm định dựa vào dữ liệu thực đo, các trận mưa thiết kế sẽ được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của BĐKH và nước biển dâng đến ngập lụt ở khu vực Hà Nam.



Hình 1: Sơ đồ vị trí hệ thống thoát nước khu vực Hà Nam, thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh

2. THIẾT LẬP MÔ HÌNH SWMM 5.1

2.1. Khái quát về mô hình SWMM 5.1

Mô hình SWMM 5.1 là mô hình thủy văn thủy lực bán phân bố. Dòng chảy trên các tiểu lưu vực được mô phỏng theo mô hình hồ chứa phi tuyến. Dòng chảy trong hệ thống truyền dẫn được diễn toán theo phương trình Saint – Venant 1 chiều cho dòng chảy không ổn định biến đổi chậm. Việc giải đồng thời các phương trình liên tục và phương trình bảo toàn động lượng cho mỗi đường ống/kênh cùng với phương trình bảo toàn thể tích tại các nút sẽ xác định được sự biến đổi theo thời gian và

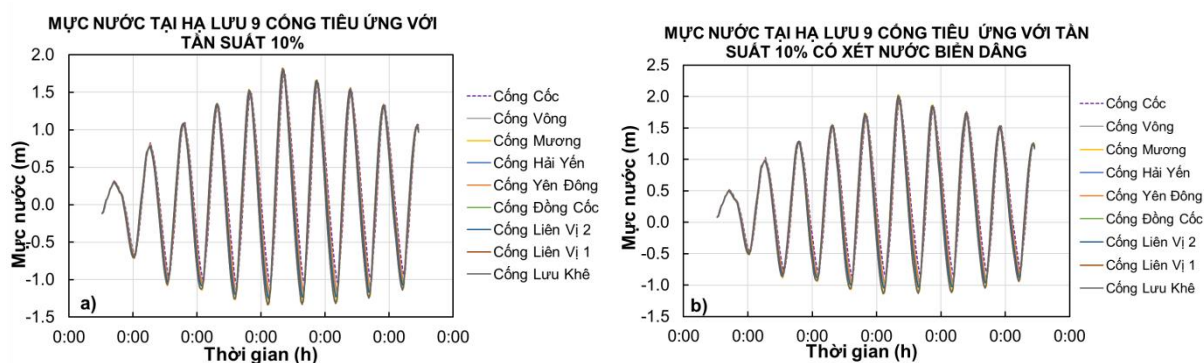
không gian của mực nước và lưu lượng trên toàn mạng lưới. Phương pháp giải Nút-Đường dẫn được phỏng theo mô hình Sacramento-San Joaquin Delta và mô hình WRE Transport (Lewis A. Rossman 2010).

2.2. Thiết lập mô hình

2.2.1. Điều kiện biên

Biên dưới của mô hình là mực nước tại hạ lưu của 9 cống thoát nước gồm cống Đồng Cốc, cống Hải Yến, cống Yên Đông, cống Cốc, cống Liên Vị 1, cống Liên Vị 2, cống Lưu Khê, cống Mường, cống Vông. Mực nước tại hạ lưu của 9 cống được xác định dựa vào mô hình thủy lực một chiều được thiết lập cho các sông bao quanh đảo Hà

Nam gồm sông Bạch Đằng, sông Chanh, Sông Rút (Sơn 2023). Mực nước ứng với tần suất 10% tại hạ lưu 9 cống được thể hiện ở hình 2a. Theo kịch bản của Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố về biến đổi khí hậu và nước biển dâng (Thục et al. n.d.), mực nước từ Móng Cái đến Hòn Dấu sẽ tăng từ 13 cm đến 25 cm vào năm 2040. Trong nghiên cứu này, khi xét tới ảnh hưởng của nước biển dâng, mực nước tại hạ lưu 9 cống được giả thiết tăng thêm 20 cm và đường quá trình mực nước khi xét tới ảnh hưởng của nước biển dâng được thể hiện ở hình 2b.



Hình 2: Mực nước ứng với tần suất 10% tại hạ lưu 9 cống:
(a) chưa xét đến nước biển dâng và (b) có xét đến nước biển dâng

2.2.2. Điều kiện ban đầu

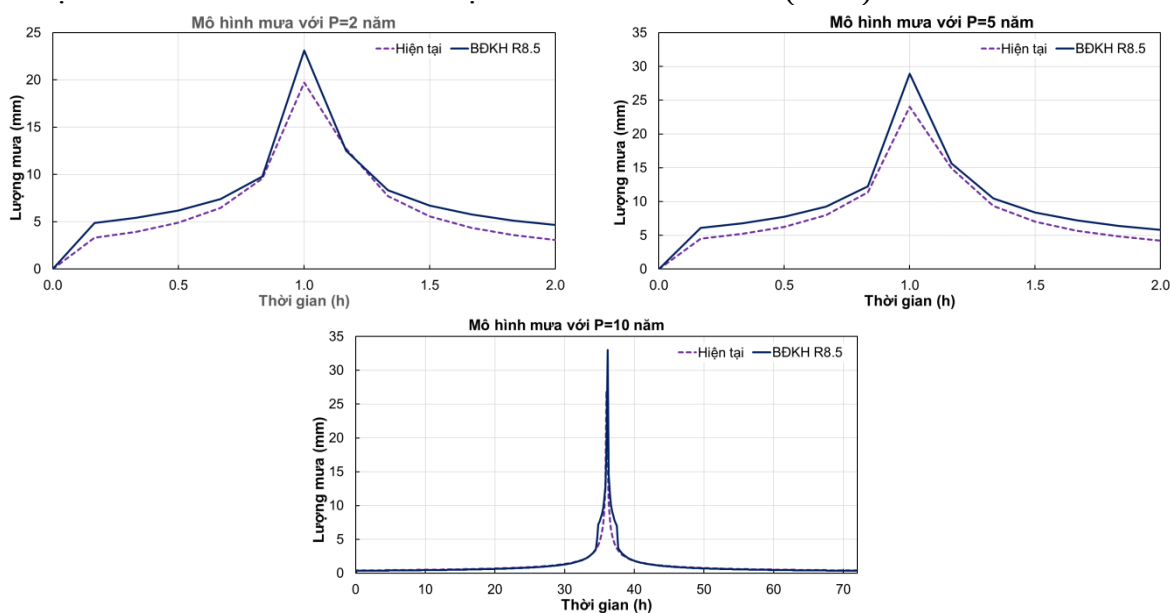
Điều kiện ban đầu của mô hình được thiết lập trên cơ sở mô phỏng với các trận mưa giả định để đảm bảo rằng mực nước tại các vị trí trạm đo phù hợp với mực nước thực tế tại thời điểm bắt đầu mô phỏng ứng với trận mưa thực tế (dùng để hiệu chỉnh mô hình) và trận mưa thiết kế (dùng để đánh giá năng lực hệ thống thoát nước).

2.2.3. Mô hình mưa thiết kế

Để đánh giá năng lực của các công trình trong hệ thống thoát nước, 4 loại mô hình mưa được lựa chọn. Mô hình mưa ứng với chu kỳ lặp lại 2 năm, thời gian mưa 2h để

đánh giá năng lực làm việc của các tuyến cống nhánh. Mô hình mưa ứng với chu kỳ lặp lại 5 năm, thời gian mưa 2h để đánh giá năng lực làm việc của các tuyến cống lưu vực. Mô hình mưa ứng với chu kỳ 10 năm, thời gian mưa 3 ngày để đánh giá năng lực làm việc của các tuyến kênh chính, cống qua đường, cống thoát nước đầu mối. Mô hình mưa ứng với chu kỳ 20 năm, thời gian mưa 3 ngày để đánh giá năng lực làm việc của toàn hệ thống thoát nước khi tần suất mưa vượt tần suất thiết kế. Bốn mô hình mưa với các chu kỳ lặp lại và thời gian mưa tương ứng trong kịch bản BĐKH RCP 8.5 cũng được

xác định. Cả 8 mô hình mưa được tham chiếu từ An (2023).



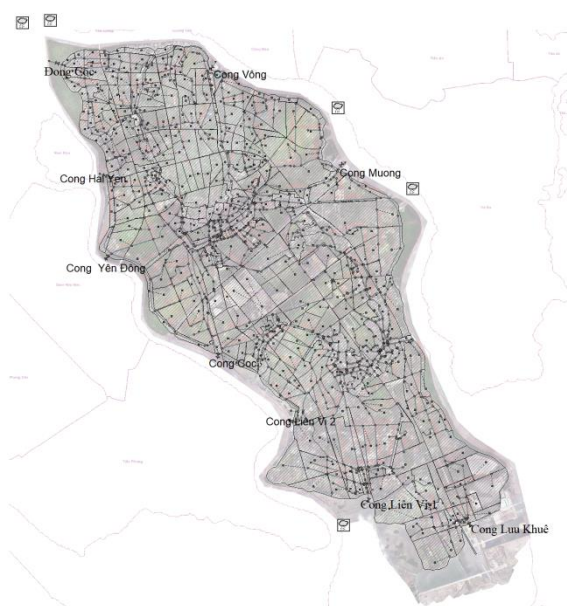
Hình 3: Mô hình mưa thiết kế ứng với tần suất $P = 2$ năm, 5 năm, 10 năm

2.2.5. Mô phỏng các thành phần của hệ thống thoát nước

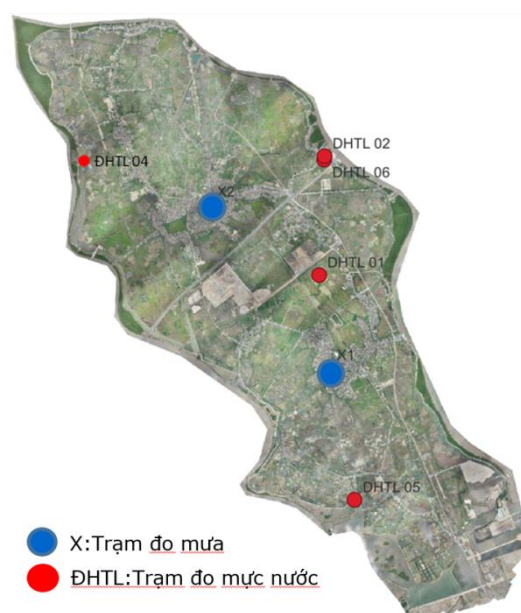
Mô hình mô phỏng 1 chiều hệ thống thoát nước khu vực Hà Nam gồm 403 tiểu lưu vực (subcatchments), 973 nút (nodes), 1090 tuyến truyền dẫn (conduits), 124 cống qua đường (conduits), 9 cống thoát nước đầu môi (orifices), 1 hồ điều hòa (storage unit).

Các thông số về độ dốc, tỉ lệ diện tích không

thấm của các tiểu lưu vực được xác định trên cơ sở phân tích ảnh trực giao chụp từ drone tháng 3 năm 2023. Mô hình Green – Ampt được lựa chọn là mô hình thấm tại các tiểu lưu vực. Thông số về quy mô và kích thước của nút, các tuyến truyền dẫn, cống qua đường, cống thoát nước đầu môi được xác định từ tài liệu khảo sát thực hiện tháng 3 năm 2023. Các thông số còn lại được xác định khi hiệu chỉnh mô hình.



(a). hệ thống thoát nước



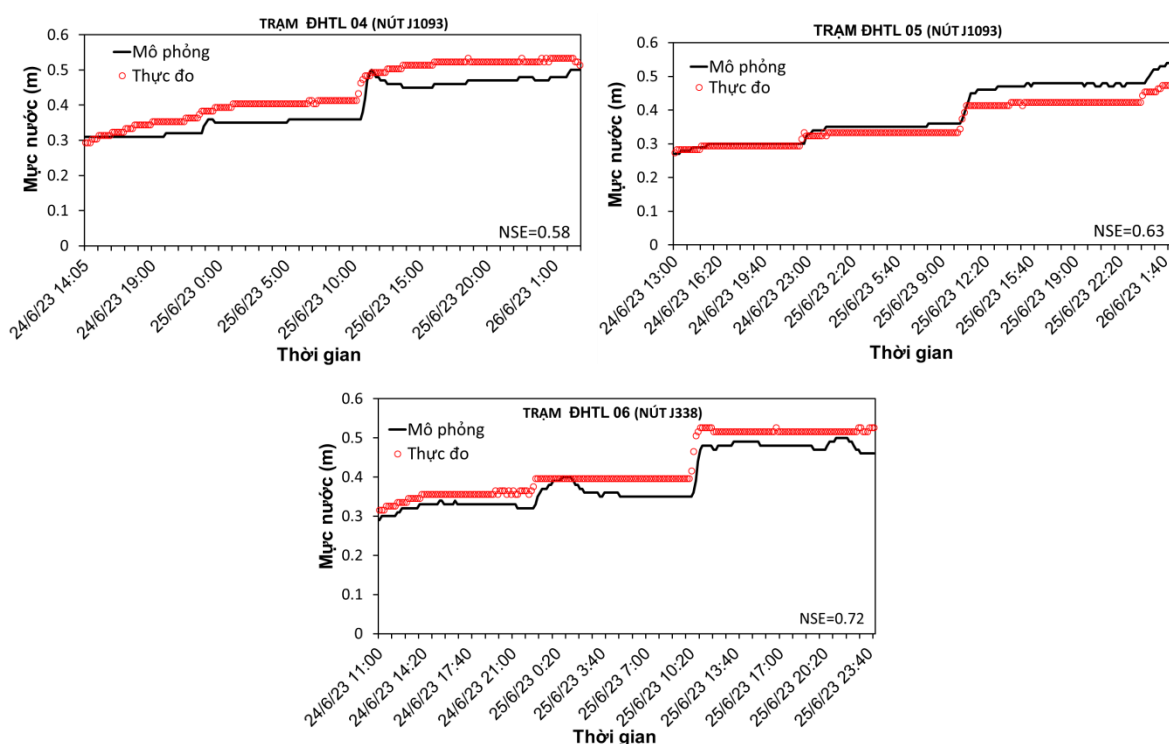
(b). Vị trí trạm đo mực nước và trạm đo mưa

Hình 4: Sơ đồ mô phỏng hệ thống thoát nước và vị trí trạm đo mực nước, mưa khu vực Hà Nam

2.2.6. Hiệu chỉnh mô hình

Bộ thông số của mô hình được hiệu chỉnh để mực nước mô phỏng phù hợp với mực nước thực đo tại 3 vị trí: trạm đo ĐHTL 04 ở thượng lưu cống Hải Yến; trạm đo ĐHTL 05 ở thượng lưu cống Liên Vị 1; trạm đo ĐHTL 06 ở thượng lưu cống Mương. Hai trạm đo mưa được thiết lập để hiệu chỉnh mô hình gồm trạm X1 và trạm X2. Các tiểu lưu vực nằm ở phía Bắc của đường cao tốc Hà Nội – Hải Phòng sử dụng dữ liệu mưa của trạm X1; các tiểu lưu vực ở phía Nam của đường cao tốc Hà Nội – Hải Phòng sử dụng dữ liệu mưa của trạm X2. Trận mưa từ 18h30 ngày 23/6/2023 đến 4h50 ngày 25/6/2023 với tổng lượng 69.4 mm của trạm X1 và trận mưa từ 18h30 ngày 23/6/2023 đến 5h20 ngày 25/6/2023 với tổng lượng 65.2 mm của trạm X2 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Các thông số của mô hình được hiệu chỉnh gồm: chiều rộng tiểu lưu vực, hệ số nhám bề mặt tiểu lưu vực, độ sâu điển trưng trên lưu vực, hệ số nhám trong hệ thống truyền

dẫn. Sau khi điều chỉnh bộ thông số của mô hình, chỉ số NSE (Nash and Sutcliffe 1970) của các trạm ĐHTL 04, ĐHTL 05 và ĐHTL 06 lần lượt là 0.58, 0.62 và 0.72. Các trị số này của chỉ số NSE nằm trong phạm vi chấp nhận được. Sau đó, bộ thông số của mô hình được kiểm định với trận mưa 60.4 mm từ 10h00 ngày 25/6/2023 đến 20h ngày 25/6/2023 tại trạm X1 và 68.5 mm từ 10h20 ngày 25/6/2023 đến 20h30 ngày 25/6/2023 tại trạm X2. Chỉ số NSE của các trạm ĐHTL 04, ĐHTL 05 và ĐHTL 06 cho trường hợp kiểm định lần lượt là 0.49, 0.55 và 0.53. Những hạn chế trong việc mô phỏng chế độ vận hành của 9 cống thoát nước đầu mối trong thời kỳ xảy ra trận mưa sử dụng để kiểm định mô hình có thể là nguyên nhân làm cho chỉ số NSE giảm. Tuy nhiên, chỉ số NSE của 3 trạm vẫn nằm trong phạm vi cho phép chứng tỏ mô hình đảm bảo độ tin cậy để có thể sử dụng để đánh giá ngập lụt theo các kịch bản và đề xuất các giải pháp giảm thiểu.



Hình 5: So sánh đường quá trình mực nước mô phỏng

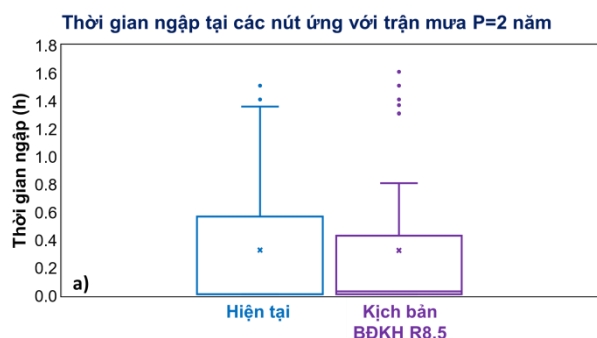
với đường quá trình mực nước thực đo tại 3 trạm

2.3.7. Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng

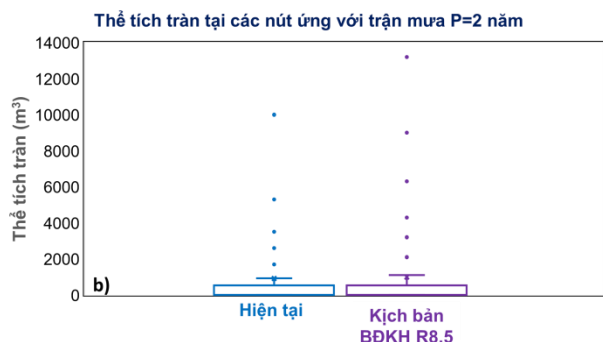
Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến ngập lụt khu vực Hà Nam, tỉnh Quảng Ninh được đánh giá thông qua so sánh mức độ ngập lụt trong điều kiện hiện tại và điều kiện có xét tới BĐKH và NBD. Khi xảy ra một trận mưa nào đó, mức độ ngập lụt tại một nút được đặc trưng bởi thời gian ngập của nút và thể tích nước tràn khỏi nút. Mức độ ngập lụt của toàn khu vực được đặc trưng bởi các trị số bách vị thứ nhất (Q1), bách vị phân thứ hai (Q2, trung vị), bách vị phân thứ 3 (Q3), trị số $IQR = Q3 - Q1$ của thời gian ngập và thể tích tràn của các nút. Q1 là giá trị có 25% nhỏ hơn hoặc bằng nó; Q2 là giá trị có 50% nhỏ hơn hoặc bằng nó; Q3 là giá trị có 75% nhỏ hơn hoặc bằng nó; IQR là chỉ số đặc trưng cho mức độ phân tán của của số liệu. Nếu $(Q3 - Q2) > (Q2 - Q1)$ thì gọi phân bố của số liệu là lệch trên. Nếu $(Q3 - Q2) < (Q2 - Q1)$ thì gọi phân bố của số liệu là lệch dưới.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá điều kiện ngập lụt ứng với trận mưa P = 2 năm



Biến đổi khí hậu và NBD đã làm gia tăng mức độ ngập lụt khu vực Hà Nam khi trận mưa P = 2 năm xảy ra. Số điểm ngập đã tăng từ 35 điểm ở hiện tại tới 44 điểm trong điều kiện bị ảnh hưởng của BĐKH và NBD. Thời gian ngập trung bình không thay đổi khi vẫn giữ 0.33 h ở cả 2 kịch bản. Có sự tăng nhẹ thời gian ngập lớn nhất từ 1.51h ở kịch bản hiện tại tới 1.61h khi xét tới ảnh hưởng của BĐKH và NBD. BĐKH và NBD đã làm cho số lượng các vị trí có thời gian ngập đặc biệt lớn (outlier) nhiều hơn so với hiện tại. Khi loại bỏ các điểm có thời gian ngập lớn thì mức độ hội tụ về thời gian ngập ở kịch bản BĐKH và NBD cao hơn so với hiện tại (hình 6a). Hình 6b cho thấy thể tích tràn trung bình đã tăng gần 10% và thể tích tràn lớn nhất tăng tới hơn 30% khi xét tới ảnh hưởng của BĐKH và NBD. Nếu loại bỏ các điểm có thể tích tràn lớn bất thường (outlier) thì sự phân phối lưu lượng tràn ở các vị trí còn lại giữa hai kịch bản là tương tự nhau. Điều này chứng tỏ rằng BĐKH và NBD đã làm tăng số lượng điểm ngập và tăng thời gian, lưu lượng tràn tại một số điểm ngập nghiêm trọng.



Hình 6: Ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến mức độ ngập lụt ứng với trận mưa P=2 năm: (a) Thời gian ngập; (b) Thể tích tràn

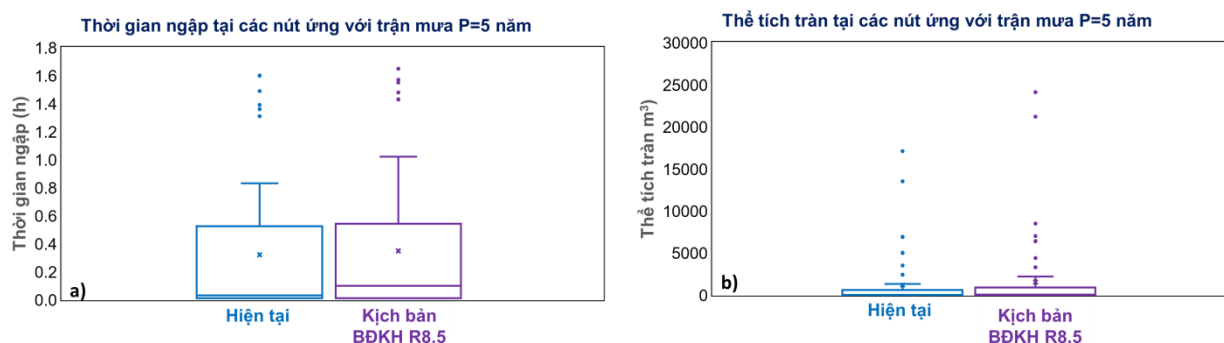
3.2. Đánh giá điều kiện ngập lụt ứng với trận mưa P = 5 năm

Nhìn chung không có sự khác biệt lớn về các đặc trưng thống kê của thời gian ngập tại các

nút giữa kịch bản hiện tại và kịch bản có xét đến BĐKH và NBD khi xảy ra trận mưa P = 5 năm. Theo đó, so với kịch bản hiện tại, thời gian ngập trung bình và thời gian ngập lớn

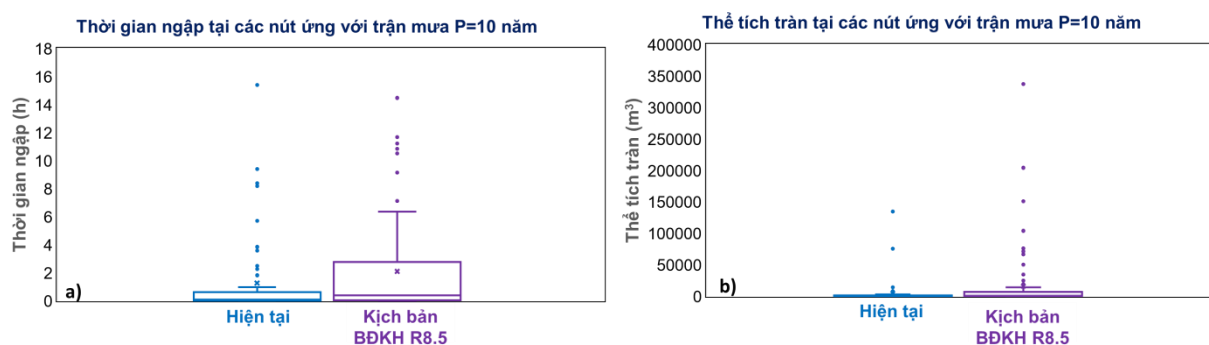
nhất của kịch bản có xét tới BĐKH và NBD đã tăng nhẹ. Khoảng thời gian ngập của nhóm các điểm ngập nặng (outlier) trong kịch bản BĐKH và NBD cũng tương tự khoảng thời gian ngập của các điểm outlier trong kịch bản hiện tại (hình 8a). Khác với mô hình phân bố thời gian ngập của các nút, mô hình phân bố thể tích tràn của các nút cho thấy thể tích tràn của nút ngập nặng nhất ở kịch bản có xét đến BĐKH và NBD tăng hơn 40% so với thể tích tràn lớn nhất hiện tại. Có 2 vị trí ngập nặng (tại xã Liên Vị) mà lưu lượng tràn của nó lớn hơn thể tích tràn lớn nhất của kịch bản hiện tại. Khi

loại bỏ các điểm ngập nặng nhất (outlier) thì mô hình phân bố thể tích tràn của kịch bản xét tới ảnh hưởng của BĐKH và NBD có xu hướng phân tán và lệch trên nhiều hơn so với kịch bản hiện trạng. Giá trị trung bình và bách vị phân thứ 3 của thể tích tràn của kịch bản BĐKH và NBD đã tăng tương ứng gần 40% và 50% so với các giá trị tương ứng của kịch bản hiện trạng. Ở cả 2 kịch bản, thể tích tràn của nhóm các điểm ngập nặng (outlier) lớn hơn rất nhiều so với thể tích tràn của các điểm ngập còn lại.



Hình 7: Ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến mức độ ngập lụt ứng với trận mưa $P=5$ năm: (a) Thời gian ngập; (b) Thể tích tràn

3.3. Đánh giá ngập lụt ứng với trận mưa $P = 10$ năm



Hình 8: Ảnh hưởng của BĐKH và NBD đến mức độ ngập lụt ứng với trận mưa $P=10$ năm: (a) Thời gian ngập; (b) Thể tích tràn

Hình 8a cho thấy số điểm ngập đã tăng gần 30%, từ 66 điểm ở kịch bản hiện tại tới 89 điểm ở kịch bản có xét đến ảnh hưởng của BĐKH và NBD. Ở kịch bản hiện tại, do thời gian ngập của các điểm ngập lâu (outlier) lớn hơn rất nhiều so với thời gian ngập của các

điểm còn lại làm cho thời gian ngập trung bình nằm trên cả bách vị phân thứ 3. Có sự giảm nhẹ thời gian ngập dài nhất ở kịch bản hiện trạng so với kịch bản BĐKH và NBD mà nguyên nhân có thể do sự ra tăng lưu lượng tràn khi lượng mưa tăng do BĐKH và mực

nước nguồn tiếp nhận tăng. Cả giá trị trung bình và bách vị phân thứ 3 của thời gian ngập trong kịch bản BĐKH và NBD đều lớn hơn giá trị tương ứng trong kịch bản hiện tại chứng tỏ rằng BĐKH và NBD đã làm gia tăng thời gian ngập của phần lớn các nút trong hệ thống thoát nước khu vực Hà Nam. Mức độ ngập của toàn bộ khu vực Hà Nam trong kịch bản BĐKH và NBD được thể hiện ở sự gia tăng số điểm ngập nặng, phạm vi và chiều sâu ngập của nó. Thể tích tràn lớn nhất tăng tới gần 3 lần từ 135 000 m³ ở kịch bản hiện tại đến 337 000 m³ ở kịch bản BĐKH và NBD. Thể tích tràn trung bình tăng gần 4 lần từ 4532 m³ lên 15788 m³. Thể tích tràn ở các điểm ngập nặng (outlier) lớn hơn rất nhiều ở những điểm còn lại chứng tỏ rằng khi mưa lớn xảy ra nước tập trung nhanh về các vị trí trũng, gây ra ngập lụt nặng cho những vị trí đó.

4. KẾT LUẬN

Biến đổi khí hậu đang ngày càng biểu hiện một cách rõ rệt với sự gia tăng của nhiệt độ,

mức nước biển dâng cùng với sự thay đổi về tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan. Trên cơ sở xác định lượng mưa thiết kế trong điều kiện khí hậu hiện tại và tương lai, nghiên cứu đã ứng dụng thành công Mô hình SWMM 5.1 để mô phỏng diễn biến của ngập lụt xảy ra ở khu vực Hà Nam, tỉnh Quảng Ninh ứng với 3 trận mưa thiết kế có chu kỳ lặp lại khác nhau. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến ngập lụt được đánh giá thông qua so sánh mức độ ngập lụt trong điều kiện hiện tại và điều kiện có xét tới BĐKH và NBD. Kết quả cho thấy biến đổi khí hậu và nước biển dâng đã làm gia tăng mức độ ngập lụt khu vực nghiên cứu cả về số điểm ngập, thời gian ngập và lưu lượng tràn. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học cho việc đề xuất các giải pháp tăng cường khả năng thoát nước, thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho khu vực Hà Nam nói riêng và huyện Quảng Yên nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] An, N. Le. (2023). *Báo cáo chuyên đề tính toán mưa trong đề tài Nghiên cứu giải pháp giảm thiểu ngập lụt và cải thiện ô nhiễm môi trường khu vực Hà Nam, thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh.*
- [2] Lewis A. Rossman. (2010). “Storm Water Management Model User’s Manual, Version 5.0.” *United States Environment Protection Agency, EPA/600/R-(July)*, 285.
- [3] Nash, J. E., and Sutcliffe, J. V. (1970). “River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles.” *J. Hydrol.*, 3(10), 282–290.
- [4] Son, N. H. (2023). *Báo cáo cập nhật mô hình 1 chiều của các sông bao quanh khu vực Hà Nam.*
- [5] Thục, T., Thắng, N. V., Thị, H., Hương, L., Khiêm, M. V., Xuân, N., Hiệp, N. V., Thăng, V. V., Tường, L. N., Chiến, Đ. Đ., and Đại, H. V. (n.d.). “Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.”
- [6] TNMT, B. (2016). *Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.*