

# NGHIÊN CỨU MỐI TƯƠNG QUAN GIỮA MƯA, DÒNG CHẢY VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC Ở KHU VỰC HẠ LƯU SÔNG SÀI GÒN

ThS. **Nguyễn Văn Hồng**, CN. **Trần Tuấn Hoàng**  
 Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường Phía Nam

**B**ài báo tập trung chủ yếu về mưa tạo nên dòng chảy ở lưu vực hạ lưu sông Sài Gòn, đoạn từ phía bắc giáp với tỉnh Bình Dương đến ngã ba Đền Đò (tiếp giáp giữa sông Sài Gòn, Đồng Nai và Nhà Bè) để tìm mối tương quan giữa các chất ô nhiễm trung bình của từng trận mưa trong dòng chảy (EMC), lưu lượng dòng chảy, cường độ và thời gian mưa. Mưa – dòng chảy trên toàn lưu vực tính toán từ các số liệu mưa tương ứng. Kết quả của báo cáo là lưu lượng trên toàn bộ các tiểu lưu vực và tại các nút sông. Biểu đồ ô nhiễm cho thấy diễn tiến chất lượng nước của dòng chảy theo thời gian. Kết quả phân tích biểu đồ ô nhiễm cho thấy nồng độ các chất ô nhiễm trong dòng chảy gia tăng và đạt giá trị cao nhất sau khi trận mưa bắt đầu đến khoảng 30 – 40 (phút) sau khi hình thành dòng chảy.

## 1. Tổng quan

Sự phát triển đô thị quy mô lớn ở thành phố Hồ Chí Minh (Tp. HCM) và các khu vực lân cận dẫn đến tình trạng bê tông hoá bề mặt, làm cho bề mặt không có khả năng thấm hoặc thấm chậm, làm cạn nguồn bổ sung nước dưới đất, tăng nguồn chảy tràn khiến ngập lụt thường xuyên xảy ra trong thành phố sau những cơn mưa lớn. Bên cạnh đó, nước mưa chảy tràn khi chảy qua bề mặt đệm sẽ cuốn các chất thải làm ô nhiễm nguồn nước kênh, sông.

Khối lượng và đặc điểm của nước mưa chảy tràn phụ thuộc vào diện tích của bề mặt đệm, thành phần và nồng độ các chất ô nhiễm có trên bề mặt. Phần lớn các chất ô nhiễm thường là chất rắn lơ lửng (TSS) và chất hữu cơ. Các chất rắn này có xu hướng tích tụ và vận chuyển xuống các kênh, sông. Nhiều nghiên cứu đã đánh giá đặc điểm sự phân bố của TSS và mức độ hấp thụ chất ô nhiễm. Nồng độ các chất TSS trong dòng chảy tràn càng cao nó sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn tiếp nhận. Nồng độ TSS cũng như các chất ô nhiễm khác như: COD, TN, TP, PO4+, NO3-,... trong dòng chảy tràn, lưu lượng dòng chảy cũng như cường độ và thời gian mưa có mối tương quan với nhau. Do đó trong bài báo này tập trung đánh giá mối tương quan giữa mưa –

dòng chảy và nồng độ các chất ô nhiễm hạ lưu sông Sài Gòn khi có mưa.

## 2. Phương pháp và số liệu nghiên cứu

Mạng lưới trạm đo mưa trên khu vực Tp. HCM được mở rộng từ năm 1977, với mật độ khá dày và phân bố rất thuận lợi cho việc tính toán phân bố mưa. Về phương pháp đo mưa, các trạm đo chủ yếu bằng phương pháp thủ công với kết quả là số liệu mưa ngày, với thời gian lấy từ 19 giờ ngày hôm trước tới 19 giờ ngày hôm sau. Riêng trạm Tân Sơn Hòa là trạm tự động số liệu đo mưa tương đối dài.

Để phân tích đặc điểm phân bố mưa trên khu vực Tp. HCM cũng như chọn lựa số liệu mưa để tính toán mưa rào – dòng chảy phục vụ cho tính toán lưu lượng hạ lưu sông Sài Gòn, trong báo cáo này sẽ sử dụng các số liệu quan trắc trên địa bàn thành phố cũng như số liệu của các trạm lân cận. Các yếu tố phân tích bao gồm lượng mưa ngày và cường độ mưa.

9 trạm đo mưa: Tân Sơn Hòa (TSH), nhà máy xi măng Hà Tiên, Cát Lái, Long Sơn, Nhà Bè, Hóc Môn, Lê Minh Xuân, Bình Chánh và Phạm Văn Cội được sử dụng để tính các tham số cho mô hình mưa rào – dòng chảy.

**Bảng 1. Lượng mưa trung bình tháng (Rtb), thấp nhất tháng (Rmin) và cao nhất (Rmax) trạm Tân Sơn Hòa (mm)**

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rtb tháng	9	7	16	59	202	284	285	266	275	293	148	41
Rmin tháng	0	0	0	0	70	106	108	78	137	157	16	0
Rmax tháng	77	73	136	223	478	467	494	493	538	428	422	128

Bảng 1 cho thấy lượng mưa chủ yếu tập trung trong các tháng mùa mưa, từ tháng 5 - 10, chiếm khoảng 85% và từ tháng 5 - 11 chiếm khoảng 93% lượng mưa năm.

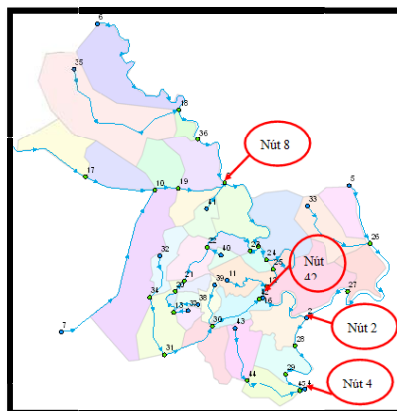
Để nghiên cứu ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn cũng như tìm mối tương quan giữa các chất ô nhiễm trong dòng chảy với lưu lượng dòng chảy, cường độ và thời gian mưa, nghiên cứu tiến hành khảo sát lưu lượng và lấy mẫu nước mặt để phân tích hoá lý chất lượng nước tại vị trí hợp lưu giữa sông Rạch Chiếc và sông Sài Gòn. Khi có mưa, hợp lưu này hứng một phần nước mưa chảy tràn mang các chất nhiễm bẩn có tính đại diện cho khu vực đô thị, dân cư và cụm công nghiệp.

Các mẫu nước được lấy trước và sau khi mưa diễn ra với tần suất 15 phút/ lần cho đến khi kết thúc trận mưa. Số lần lấy mẫu là 4 đợt cho 4 trận mưa có cường độ lớn trong tháng 8 và tháng 9/2013.

Dựa vào các kết quả phân tích các mẫu thu được, nồng độ EMC (nồng độ trung bình của các chất ô nhiễm của các trận mưa) được tính toán để tìm mối tương quan giữa t (thời gian), Q (lưu lượng), C (nồng độ của các chất ô nhiễm) tại vị trí thu mẫu. Từ đó, tính toán nồng độ, tải lượng cho các nút khác trên toàn lưu vực nghiên cứu.

Nồng độ các chất ô nhiễm trung bình của từng trận mưa trong dòng chảy (EMC) được tính theo công thức như sau:

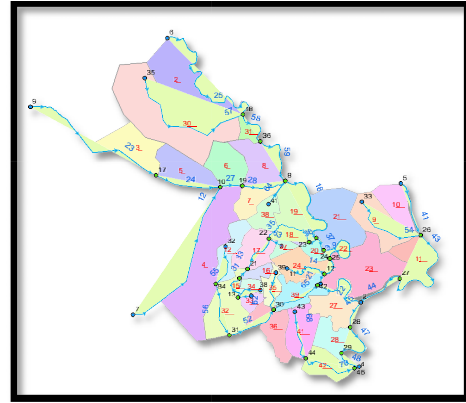
$$EMC = \frac{\int_0^T Q_t C_t dt}{\int_0^T Q_t dt} \approx \frac{\sum_0^T \bar{Q}_t \bar{C}_t \Delta t}{\sum_0^T \bar{Q}_t \Delta t}$$



Hình 2. Sơ đồ nút khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu tính toán được giới hạn từ phía bắc giáp tỉnh Bình Dương đến phía nam đến Nhà Bè gồm có 42 nút, 41 nhánh và 35 tiểu lưu vực.

### 3. Phân tích và đánh giá kết quả mô hình mưa – dòng chảy



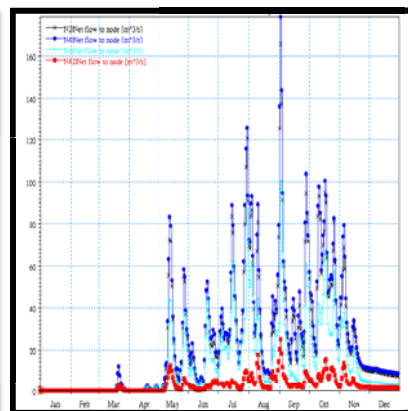
Hình 1. Sơ đồ khu vực tính toán

- Kết quả mô hình mưa – dòng chảy được tính từ mô hình NAM để tính dòng chảy tràn do mưa cho các lưu vực được phân chia cho khu vực Tp. HCM có tính mới trong nghiên cứu về dòng chảy mưa của thành phố.

- Từ số liệu mưa, nhiệt và bốc hơi thu thập được, mô hình đã cho kết quả là lưu lượng tại các lưu vực với các thông số thấm thoát hơi khá hợp lý.

- Nghiên cứu còn sử dụng mô hình Mike Basin để trình bày kết quả mưa, dòng chảy qua lưu lượng tại các nút thu nước và nhánh sông, nhằm thuận tiện cho việc tham khảo và phục vụ cho mô hình ngập lụt sau này.

Kết quả tại một số nút trên hệ thống sông Sài Gòn:



Hình 3. Kết quả Q tại nút 2; 4; 8; 42

Kết quả mô phỏng trận mưa lớn (40 mm) trong thời gian 15 phút, 30 phút, 45 phút, 60 phút, 120 phút

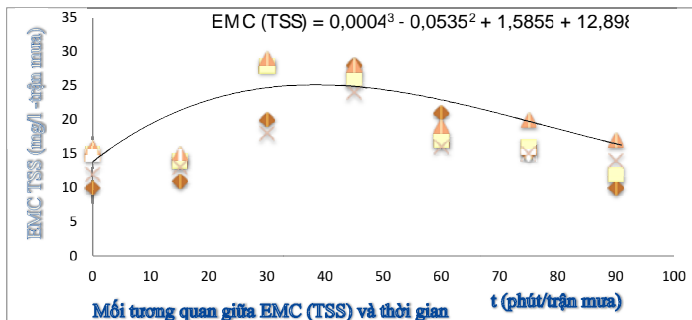
**Bảng 2. Kết quả mô phỏng mưa rào – dòng chảy với trận mưa 40 mm (Đơn vị [m<sup>3</sup>/s])**

Nút	15 phút	30 phút	45 phút	60 phút	120 phút
2	33,2	318,2	868,3	1938,8	10383,9
4	40	386,3	1014,5	2198,2	11491
8	5,7	95,7	384,3	1038,8	6524,62
42	4,6	48,8	132,3	286,6	1560,49

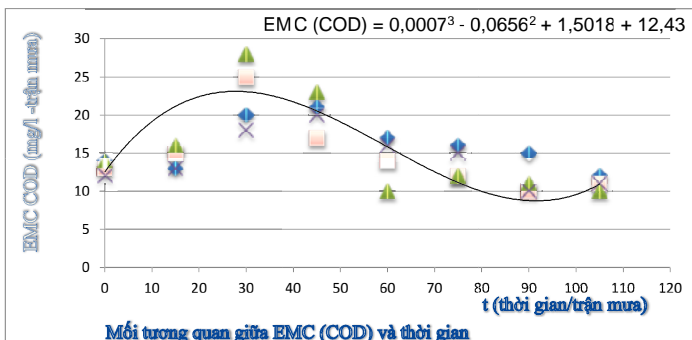
Khi mưa lớn kéo dài khoảng 60 phút đến 120 phút thì lưu lượng dòng chảy tăng rất nhanh và rất lớn. Bình thường mưa lớn ở Tp. HCM kéo dài khoảng 1h thì đường xá hầu như ngập toàn bộ và lưu lượng đo được ở nút N4 (khu vực Nhà Bè) tại thời điểm mưa lớn là hơn 2000 m<sup>3</sup>/s. Kết quả này có thể cho

thấy khi cực trị dòng chảy lưu lượng tại các nút và lưu vực khi có các trận mưa lớn (40 mm) thì vấn đề thoát nước mưa là rất quan trọng.

Kết quả phân tích và mối tương quan giữa thời gian, lưu lượng và chất lượng nước mặt khi có mưa tại vị trí hợp lưu sông Sài Gòn và Rạch Chiếc.



**Hình 4. Mối tương quan giữa hàm lượng chất rắn trung bình của các cơn mưa với thời gian khi mưa**



**Hình 5. Mối tương quan giữa nồng độ COD trung bình của các cơn mưa với thời gian khi mưa.**

Dựa vào mối tương quan giữa nồng độ TSS, COD trung bình của các trận mưa (EMC) với lưu lượng dòng chảy của trận mưa năm 2013. Mối tương quan giữa nồng độ trung bình các chất EMC và lưu lượng dòng chảy tăng, cụ thể là EMC và thời gian (t) tăng cao nhất ở thời điểm mưa đạt thời điểm khoảng 30-40 phút đầu trận mưa tại vị trí hợp lưu và sau đó nồng độ trung bình các chất (EMC) giảm dần.

Phương trình mối tương quan giữa EMC và lưu lượng dòng chảy như sau:

$$EMC (TSS) = 0,0004t^3 - 0,0535t^2 + 1,5855t + 12,898$$

$$EMC (COD) = 0,0007t^3 - 0,0656t^2 + 1,5018t + 12,431$$

Kết quả của 2 phương trình trên cho thấy mối quan hệ quan trọng giữa nồng độ trung bình các chất ô nhiễm của các trận mưa với thời gian mưa.

**Bảng 3. Kết quả tải lượng ô nhiễm TSS với trận mưa trên 40 mm (đơn vị [KgTSS/s])**

Nút	15 phút	30 phút	45 phút	60 phút	120 phút
2	0,45	8,43	15,85	31,99	137,59
4	0,54	10,24	18,51	36,27	152,26
8	0,08	2,54	7,01	17,14	86,45
42	0,06	1,29	2,41	4,73	20,68

**Bảng 4. Kết quả tỉ lệ % tăng giữa tải lượng ô nhiễm (L) TSS và lưu lượng (Q) so với 15 phút khi bắt đầu mưa với trận mưa trên 40mm (đơn vị [%])**

Thời gian	15 phút		30 phút		45 phút		60 phút		120 phút	
Nút	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L
2	0	0	958	1868	2615	3510	5840	7085	31277	30472
4	0	0	966	1882	2536	3403	5496	6667	28728	27988
8	0	0	1679	3271	6742	9047	18225	22111	114467	111521
42	0	0	1061	2067	2876	3859	6230	7559	33924	33051

Bảng 4 cho thấy tỉ lệ % tải lượng chất ô nhiễm tăng ở phút thứ 30 đến phút 45 cao hơn so với lưu lượng dòng chảy, mức tăng của tải lượng ô nhiễm gấp 1,5 đến 2 lần. Cụ thể tại nút số 2 lưu lượng (Q) ở thời điểm phút thứ 30 tăng gấp 958% so với phút thứ 15, nhưng tải lượng ô nhiễm (L) ở thời điểm phút thứ 30 tăng gấp 1868% so với phút thứ 15. Do đó mức tăng tải lượng ô nhiễm tại phút thứ 30 tăng gấp 2 lần so với lưu lượng. Tuy vậy, khi mưa từ phút 60 trở đi tỉ lệ % lưu lượng dòng chảy và tải lượng ô nhiễm tăng tương đương nhau.

#### 4. Kết luận

- Kết quả lưu lượng của mưa – dòng chảy xuất hiện phù hợp với thời gian mưa từ tháng 5 - 11 và cao nhất vào tháng khoảng tháng 8, 9, rồi giảm dần từ tháng 11 - 4 năm sau.

- Kết quả nghiên cứu cho thấy sự phát triển đô thị có quy hoạch của thành phố có phần nào phù hợp, như khu vực vùng ven như quận 7, Nhà Bè, Bình Chánh quy hoạch nhiều cây xanh nên mặt đệm có tăng lên tạo cho nước mưa có thể thấm tốt bổ sung nước ngầm. Tuy nhiên, rõ ràng thấy được khu đô thị như quận 2, Quận Thủ Đức,.. thì mặt đệm đã giảm, làm giảm khả năng bổ sung nước ngầm, tăng lưu lượng chảy tràn. Vì vậy, cần cải thiện qui hoạch hệ thống thoát nước cho phù hợp với hiện trạng.

- Việc phát triển đô thị làm thay đổi mặt đệm. Do đó, cần tính toán xây dựng hệ thống thoát nước phù hợp nhằm giảm thiểu cường độ dòng chảy nhanh và mạnh do mưa. Các chỉ tiêu TSS, COD quan trắc và phân tích cho thấy nồng độ các chất ô nhiễm trong dòng chảy gia tăng dần và đạt giá trị cao nhất sau khi mưa khoảng 30 – 45 (phút) sau khi hình thành dòng chảy. Tải lượng chất ô nhiễm luôn tăng cao hơn so với lưu lượng dòng chảy ở phút thứ

30 đến phút 45 khi bắt đầu mưa, mức tăng của tải lượng ô nhiễm tăng gấp 1,5 đến 2 lần. Tuy nhiên, khi bắt đầu mưa đến phút thứ 60 trở đi lưu lượng dòng chảy và tải lượng dòng chảy tăng tương đương nhau.

- Kết quả chứng minh được dòng chảy khi trận mưa bắt đầu có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng nước của nguồn nước tiếp nhận. Thời gian không mưa trước khi có mưa và cường độ cơn mưa là nguyên nhân chính ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của dòng chảy nước mặt.

#### 5. Kiến nghị

- Cần nghiên cứu sâu hơn về vấn đề mưa rào – dòng chảy kết hợp với triều và lũ thượng nguồn để có một cái nhìn tổng hợp trong qui hoạch và xây dựng đô thị nhất là ngành thoát nước đô thị.

- Cần phải khảo sát lưu lượng nước sông, nước mưa và phân tích chất lượng nước sông, nước mưa chảy tràn liên tục tại các tiểu lưu vực một cách chi tiết (trước, trong và sau một trận mưa) để tính toán ảnh hưởng của các chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông Sài Gòn.

- Cần khảo sát hệ số thấm cho từng tiểu lưu vực khác nhau như khu vực nông thôn, khu dân cư, khu công nghiệp thuộc các tỉnh thành trong lưu vực sông để có thể tính toán lưu lượng nước mưa chảy tràn cho từng tiểu lưu vực một cách chi tiết nhất.

- Cần khảo sát, phân tích thêm các thông số chất lượng nước mưa chảy tràn và chất lượng nước sông như kim loại nặng, dầu mỡ, các hợp chất bảo vệ thực vật, vi sinh vật ...v.v để đánh giá ảnh hưởng của các chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn ảnh hưởng đến chất lượng nước sông một cách đầy đủ hơn.