

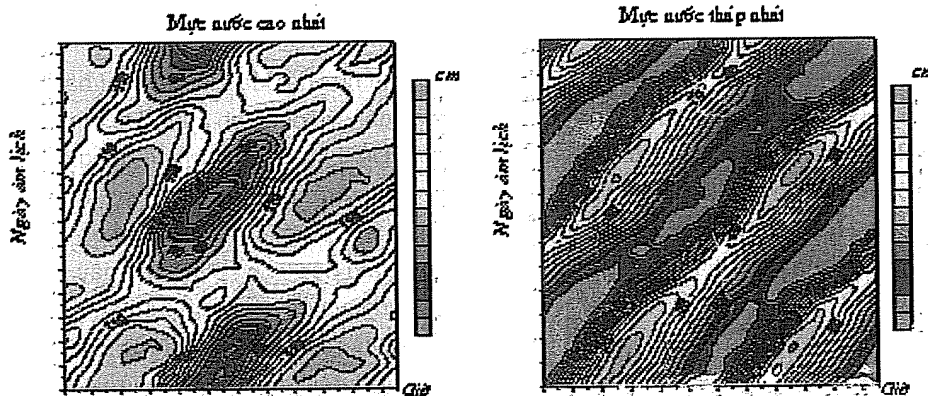


Qua hình 1 về phân bố lượng mưa trung bình năm cho thấy, một khu vực mưa lớn được hình thành ở vùng trung tâm thành phố và mở rộng về phía tây tây nam. Đối diện với khu vực này là vùng có lượng mưa thấp nằm ngoài trung tâm thành phố, về phía đông bắc. Thông thường trên khu vực Nam Bộ lượng mưa có phân bố đơn giản, các đường đẳng lượng mưa trung bình năm có hướng Tây Bắc – Đông Nam và phù hợp với hướng gió chính gây mưa trên khu vực này. Như vậy có thể nói rằng sự phân bố bất thường này là do ảnh hưởng của mật độ dân cư. Do mật độ dân cư bị đốt nóng mạnh, dòng thăng trên khu vực này được tăng cường, kết hợp với sự nhiễu động của đới gió khi di chuyển qua khu vực này đã tạo ra sự hội tụ ẩm, hệ quả là hình thành một trung tâm mưa lớn ở trung tâm đô thị.

Lượng mưa tính trung bình cho khu vực nội thành là 1667 mm/năm, khu vực mưa lớn ở trung tâm thành phố có lượng mưa gần 1850 mm/năm,

mức chênh là 183 mm. Có thể nói rằng mức chênh lệch này là phần lớn do sự phát triển đô thị tạo nên. Việc tồn tại một vùng mưa lớn ở trung tâm đô thị gây cản trở nghiêm trọng cho vấn đề tiêu thoát nước, cũng như các vấn đề về môi trường.

Số ngày có lượng mưa lớn thường tập trung vào tháng 5 đến tháng 11 với các tháng xuất hiện chính từ tháng 6 đến tháng 10. Không có một mối tương quan nào về sự kết hợp của mưa lớn với triều cường. Tuy nhiên ở khu vực nội thành Tp.HCM do đỉnh triều thường xuất hiện vào khoảng thời gian chiều tối (hình 2), đây cũng là thời gian thuận lợi về mặt nhiệt lực để tạo ra các trận mưa lớn. Trên khu vực Tp.HCM và vùng phụ cận, các trận mưa lớn trên 40 mm thường xuất hiện trong khoảng thời gian từ 13h-19h, chiếm 60%. Việc kết hợp này sẽ gây những cản trở nghiêm trọng cho việc tiêu thoát nước đô thị.



Hình 2. Hình 2. Mức nước cao nhất và thấp nhất tại trạm Phú An (Q1, Tp.HCM)

Theo báo cáo [6], trong giai đoạn 1978-2006 lượng mưa trên khu vực Tp.HCM và các tỉnh phụ cận đã tăng 2.4 mm/năm do biến đổi khí hậu toàn cầu. Cũng theo báo cáo này thì xu thế về lượng mưa trung bình của một ngày mưa trên khu vực Nam Bộ là không rõ rệt. Khác với giá trị trung bình cho Nam Bộ, lượng mưa trung bình của một trận mưa có khuynh hướng gia tăng trên khu vực Tp.HCM. Do ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa, sự thay đổi cường độ mưa trên khu vực Tp.HCM là rất rõ rệt với kết quả đánh giá được trình bày dưới đây.

**b. Xu thế gia tăng cường độ mưa**

Phương pháp xác định xu thế biến đổi khí hậu của chuỗi quan trắc dựa trên việc xấp xỉ chuỗi quan trắc bằng các đường thích hợp mà nó biểu diễn tốt nhất xu thế của yếu tố phân tích. Trong báo cáo này xu thế cường độ mưa được xác định bằng hàm Welzel.

Gọi  $x(t)$  là giá trị thuộc đường biểu diễn xu thế cường độ mưa theo thời đoạn tại thời điểm  $t$ , với  $t=1, 2, \dots, n$  và  $n$  là độ dài chuỗi, khi đó hàm Welzel có dạng sau:

$$x(t) = \frac{a}{t^{et} + b} \tag{1}$$

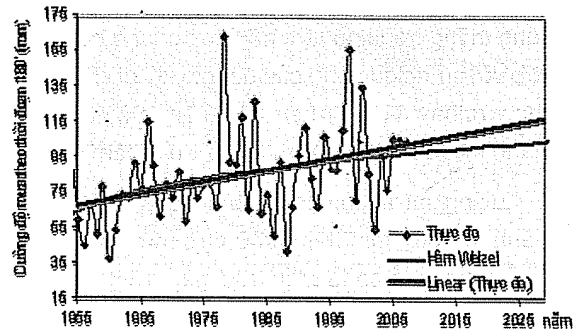
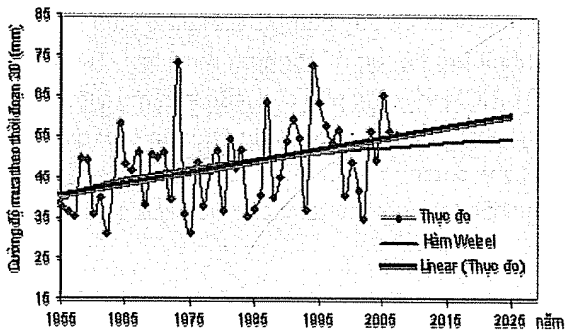
## Nghiên cứu & Trao đổi

Trong phương trình này a, et và b là các hệ số, việc xác định các hệ số này được dựa trên phương pháp bình phương tối thiểu trên cơ sở chuỗi số liệu

quan trắc x0(t). Do hàm Wenzel là hàm 3 tham số nên hàm này là khá mềm dẻo trong việc xác định xu thế. Đây là khá mềm dẻo trong việc xác định xu thế.

**Bảng 1. Xu thế gia tăng cường độ mưa giai đoạn 1955-2007 tại trạm Tân Sơn Hòa**

Thời đoạn (phút)	15	30	45	60	90	120	180
Mức tăng cường độ mưa (mm)	3,6	11,5	14,3	17,4	22,6	26,4	32,8



**Hình 3. Xu thế biến đổi cường độ mưa trạm Tân Sơn Hòa**

Thời gian chuỗi số liệu quan trắc được sử dụng cho việc xác định xu thế biến đổi cường độ mưa là từ năm 1955-2007. Kết quả xác định xu thế và mức tăng cường độ mưa trong giai đoạn này được trình bày trong hình 3 và bảng 1. Bảng này cho thấy ở tất cả các thời đoạn cường độ mưa đều có xu thế gia tăng khá rõ rệt.

do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu và sự thay đổi các đặc tính mặt đệm trong quá trình đô thị hóa. Để thấy được mức độ đóng góp từ các yếu tố ảnh hưởng, dưới đây phân tích sự thay đổi lượng mưa ngày tại Tp.HCM (trạm Tân Sơn Hòa) và trên khu vực Nam Bộ. Trong phân tích này sự thay đổi lượng mưa ngày của các trạm trên khu vực Nam Bộ (loại trừ trạm Tân Sơn Hòa) được coi là do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu.

### c. Nguyên nhân gia tăng cường độ mưa

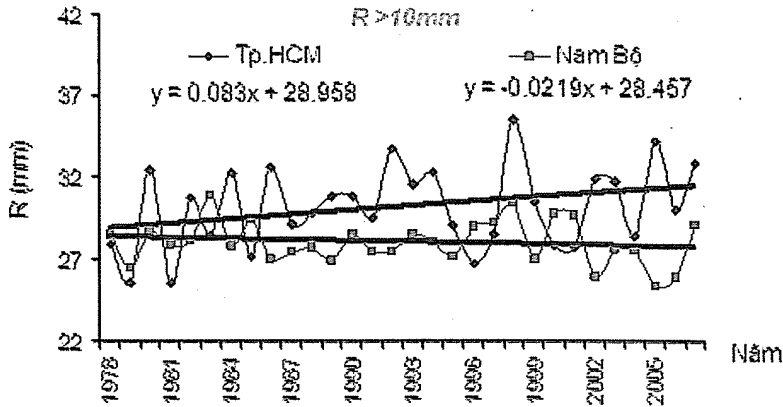
Sự thay đổi cường độ mưa tại Tp.HCM là

**Bảng 2. Xu thế lượng mưa ngày, giai đoạn 1978-2007 (mm)**

Khu vực, trạm	Cấp lượng mưa - R (mm)					
	R>0	R>10	R>20	R>30	R>40	R>50
Nam Bộ	0	-1	0	0	0	-1
Tân Sơn Hòa	1	2	2	3	5	6

Kết quả xác định xu thế ứng với các cấp lượng mưa ngày được thể hiện trong bảng 2 và minh họa trên hình 4. Từ bảng này cho thấy lượng ngày không thể hiện sự thay đổi trên khu vực Nam Bộ, hay ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu đến lượng mưa ngày là chưa rõ rệt. Đối với trạm Tân Sơn Hòa,

khi cấp lượng mưa càng lớn thì mức tăng lượng mưa ngày càng rõ rệt. Trong giai đoạn 1978-2007, ứng với cấp lượng mưa ngày trên 50mm thì mức tăng trung bình lượng mưa ngày tại trạm Tân Sơn Hòa là 6mm.



Hình 4. Xu thế lượng mưa ngày ứng với lượng mưa trên 10mm

Lượng mưa ngày cũng là một yếu tố thể hiện cường độ mưa. Như vậy có thể nhận xét rằng trong giai đoạn 1978-2007 không thể hiện sự thay đổi cường độ mưa trên khu vực Nam Bộ. So sánh giữa sự thay đổi lượng mưa trung bình ngày của trạm Tân Sơn Hòa và khu vực Nam Bộ cho thấy nguyên nhân của sự thay đổi cường độ mưa tại đây là do ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa.

Lượng mưa trên khu vực Nam Bộ sẽ gia tăng và tỷ lệ với mức độ phát thải. Theo kịch bản phát thải cao A2 [1], mức thay đổi lượng trung bình năm trên khu vực Nam Bộ so với thời kỳ 1980-1999 cho các năm 2020, 2050 và 2100 tương ứng sẽ là 0.3%, 0.7% và 1.9%. Giá trị thay đổi tương ứng tính cho thời đoạn từ tháng 6 đến tháng 8 (các tháng có lượng mưa lớn) là 0.4%, 0.8% và 2.1%. Các mức gia tăng này là thấp hơn so với mức tăng trong giai đoạn 1978-2007. Với kết quả phân tích trong giai đoạn 1978-2007 thì trong tương lai gần, sự thay đổi

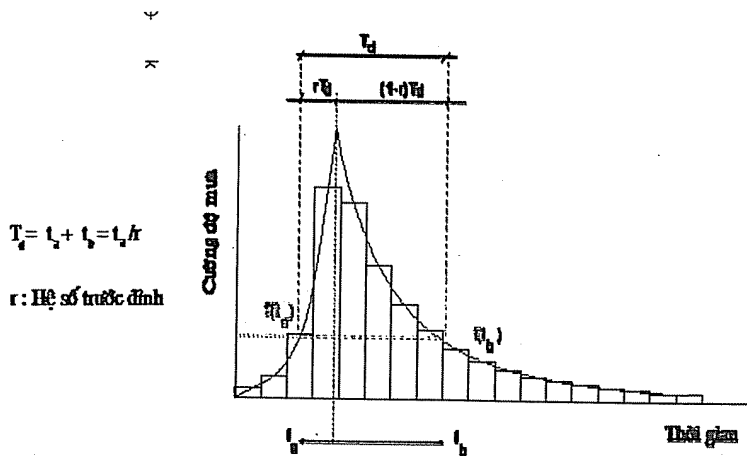
cường độ mưa trên khu vực Nam Bộ sẽ không đáng kể, hay sự thay đổi cường độ mưa trên khu vực Tp.HCM vẫn chủ yếu là do ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa.

Việc xây dựng hệ thống tiêu thoát nước cho một thành phố phải đáp ứng khả năng tiêu thoát nước trong thời gian rất dài sau đó, thời gian này tương đương với tuổi thọ của các công trình. Chính vì vậy việc xây dựng biểu đồ mưa thiết kế cần tính đến sự gia tăng cường độ mưa.

## 2. Xây dựng biểu đồ mưa thiết kế cho Tp.HCM có tính đến xu thế gia tăng cường độ mưa

### a. Phương pháp xây dựng biểu đồ mưa thiết kế

Phương pháp xây dựng biểu đồ mưa thiết kế được xác định trên phương trình đường biểu diễn quan hệ giữa cường độ mưa theo thời đoạn với các chu kỳ lặp lại bằng phương pháp cường độ mưa tức thời.



Hình 5. Biểu đồ mưa thiết kế

Giả thiết đường quá trình gồm 2 nhánh đường cong, với cường độ mưa nhánh trái là  $f(t_a)$ , nhánh phải là  $f(t_b)$  (hình 5). Tổng độ sâu mưa trong thời gian  $T_d = t_a + t_b$  là:

$$R = \int_0^{t_a} f(t_a) d(t_a) + \int_0^{(1-r)T_d} f(t_b) d(t_b) \quad (2)$$

Đối với  $T_d$  bất kỳ  $f(t_a) = f(t_b)$  lấy đạo hàm (2) theo  $T_d$  ta thu được

$$dR/dT_d = f(t_a) = f(t_b). \quad (3)$$

Nếu gọi cường độ mưa trung bình trong thời gian  $T_d$  là  $i_{av}$  ta có

$$R = T_d \cdot i_{av} \quad (4)$$

Thay  $R$  từ phương trình (4) vào phương trình (3) và lấy đạo hàm theo  $T_d$  ta được:

$$\frac{dR}{dT_d} = i_{av} + T_d \frac{di_{av}}{dT_d} = f(t_a) = f(t_b) \quad (5)$$

Cường độ mưa trung bình  $i_{av}$  được xác định bằng hàm Wenzel như sau:

$$i_{av} = \frac{a'}{T_d^{et} + b'} \quad (6)$$

Trong đó  $a'$ ,  $et$  và  $b'$  là các hằng số và được xác định theo phương pháp bình phương tối thiểu dựa trên số liệu tính toán về cường độ mưa ứng với các chu kỳ lặp lại.

Vi phân phương trình (6) và thế vào (5) ta thu được phương trình cường độ mưa  $i$ , là cường độ mưa mà qua đó đường nằm ngang đã cắt đường quá trình mưa tại 2 điểm cách nhau một khoảng thời gian là  $T_d$ :

$$i = \frac{a'[(1-et)T_d^{et} + b']}{(T_d^{et} + b')^2} \quad (7)$$

Từ định nghĩa về hệ số mưa trước đỉnh ta có:

$$T_d = t_a/r \quad (8)$$

$$\text{hay } T_d = t_b/(1-r) \quad (9)$$

Kết hợp phương trình (7) với phương trình (8) và (9) sẽ cho ta cường độ mưa tức thời ở cả hai nhánh.

**b. Phương pháp xây dựng biểu đồ mưa thiết kế có tính đến sự thay đổi cường độ mưa**

Trong nghiên cứu này việc xây dựng biểu đồ mưa thiết kế được dựa trên kết quả của đường biểu diễn xu thế cường độ mưa và các bước thực hiện như sau:

Dịch chuyển dãy số liệu thực đo cường độ mưa theo đường biểu diễn xu thế một khoảng thời gian thích hợp. Kết quả của phép dịch chuyển là một dãy số liệu mới ứng với thời gian mới. Như vậy dãy số liệu mới đã được cộng thêm phần gia tăng do biến đổi khí hậu.

Từ dãy số liệu mới, xây dựng biểu đồ mưa thiết kế theo phương trình (7).

Dãy số liệu phục vụ tính toán là cường độ mưa theo thời đoạn từ năm 1978-2007. Thời gian của bước dịch chuyển dãy số liệu được lấy khoảng 1/3 độ dài của chuỗi xây dựng đường xu thế cường độ mưa (1955-2007), 18 năm. Sau khi trượt trên đường xu thế với bước thời gian này chuỗi số liệu trong giai đoạn 1978-2007 sẽ thu được một chuỗi mới trong giai đoạn từ 1996-2025. Đến năm 2025 cũng là thời gian mà thành phố Hồ Chí Minh đã gần bão hòa trong quá trình xây dựng và mở rộng đô thị. Do xu thế thay đổi cường độ mưa do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu trong tương lai gần là chưa rõ rệt nên việc đáp ứng cho khả năng tiêu thoát nước đến năm 2025 thì sẽ cơ bản đáp ứng được khả năng tiêu thoát nước cho những năm sau đó.

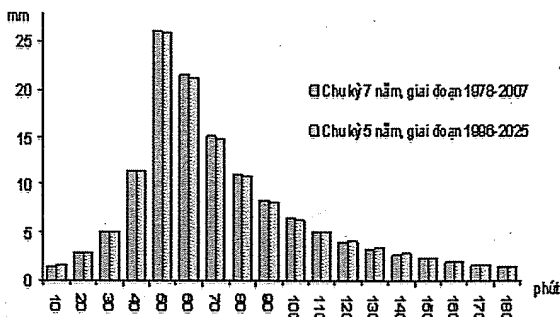
### 3. Kết quả và thảo luận

Mức tăng lượng mưa của biểu đồ mưa thiết kế giai đoạn 1996-2025 so với giai đoạn 1978-2006 ứng với một số chu kỳ lặp lại được trình bày trên bảng 3. So với kết quả tính toán với số liệu thực đo giai đoạn 1978-2006 tổng lượng mưa của biểu đồ mưa thiết kế ứng với các thời kỳ lặp lại từ 1 năm đến 100 năm trong giai đoạn 1996-2025 tăng tương ứng từ 5,4 mm đến trên 10 mm. Trên biểu đồ mưa thiết kế mới, thời gian xuất hiện đỉnh mưa cũng là thời gian có cường độ mưa tăng nhiều nhất, từ 0,6 mm đến 1,3 mm trong 10 phút tương ứng với các chu kỳ lặp lại từ 1 năm đến 100 năm.

**Bảng 3. Mức tăng lượng mưa của biểu đồ mưa thiết kế giai đoạn 1996-2025 so với giai đoạn 1978-2006**

Thời đoạn (phút)	Chu kỳ lặp lại					
	1 năm	2 năm	3 năm	5 năm	7 năm	10 năm
0 - 10	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
10 - 20	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
20 - 30	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
30 - 40	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
40 - 50	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
50 - 60	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
60 - 70	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
70 - 80	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
80 - 90	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
90 - 100	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
100 - 110	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
110 - 120	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
120 - 130	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
130 - 140	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
140 - 150	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
150 - 160	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
160 - 170	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
170 - 180	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Tổng	5,4	7,2	7,6	7,9	8,3	8,3

So sánh biểu đồ mưa thiết kế chu kỳ 5 năm giai đoạn 1996-2025 và chu kỳ 7 năm giai đoạn 1978-2007 (hình 6) cho thấy 2 biểu đồ này gần tương tự nhau. Tổng lượng mưa cho hai biểu đồ này tương ứng là 130,7 mm và 130,9 mm và cường độ mưa ở đỉnh là 26,0 mm/10phút và 25,9 mm/10phút.



**Hình 6. Biểu đồ mưa thiết kế chu kỳ 7 năm giai đoạn 1978-2007 và chu kỳ 5 năm giai đoạn 1996-2025**

Đặc điểm các cơn mưa cường độ cao ở Tp.HCM là đỉnh mưa xuất hiện sớm, thời gian mưa thường trùng với thời gian xuất hiện của đỉnh triều. Việc gia tăng lượng mưa tại đỉnh trong giai đoạn 1996-2005 kết hợp với sự xuất hiện sớm của đỉnh mưa và triều cường là một trong những khó khăn trong tiêu thoát nước đô thị. Đây là vấn đề cần được quan tâm trong thiết kế hệ thống thoát nước.

**4. Kết luận**

Quá trình đô thị hóa và biến đổi khí hậu toàn cầu đã và sẽ làm thay đổi các đặc trưng mưa trên khu vực Tp.HCM. Việc hình thành tâm mưa lớn tại khu vực trung tâm đô thị Tp.HCM là do quá trình đô thị hóa. Tác động tổng hợp của biến đổi khí hậu toàn cầu cùng với sự phát triển đô thị là nguyên nhân của việc gia tăng lượng mưa trên khu vực này. Trong giai đoạn từ 1978-2007, qua phân tích đánh giá xu thế lượng mưa ngày trên khu vực Nam Bộ cho thấy sự

gia tăng cường độ mưa trên khu vực Tp.HCM chủ yếu là do quá trình đô thị hóa. Qua các kịch bản về biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường thì Nam Bộ sẽ là một trong những khu vực có mức tăng lượng mưa thấp nhất và thấp hơn so với mức tăng trong giai đoạn 1978-2007. Như vậy sự thay đổi của cường độ mưa trong tương lai gần của

Tp.HCM vẫn chủ yếu do quá trình đô thị hóa. Để đảm bảo khả năng tiêu thoát nước lâu dài, việc qui hoạch, nâng cấp hệ thống tiêu thoát nước cho Tp.HCM cần lồng ghép với biến đổi khí hậu toàn cầu và sự thay đổi khí hậu khu vực do quá trình đô thị hóa.

### Tài liệu tham khảo

1. Bộ xây dựng (1999), *Định hướng quy hoạch tổng thể và phát triển đô thị Việt Nam đến năm 2020*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
2. Phan Văn Hoạch, Lương Văn Việt và nnk (2000), *Phân bố các đặc trưng mưa liên quan đến vấn đề tiêu thoát nước, ô nhiễm môi trường và các giải pháp chống ngập úng trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh*, đề tài NCKH Sở Khoa học và Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh.
3. Trần Việt Liễn, Hoàng Đức Cường, Trương Anh Sơn, Trần Trung Thành (2006), "Xây dựng các kịch bản về biến đổi khí hậu của thế kỷ XXI cho các vùng lãnh thổ Việt Nam", *Tạp chí KTTV*, 541, tr. 1-12
4. Nguyễn Đức Ngữ (2007), "Biến đổi khí hậu và chiến lược ứng phó". *Tạp chí KTTV*, 567, tr. 9-13.
5. Lương Văn Việt và nnk (2008), *Nghiên cứu ảnh hưởng của sự phát triển đô thị tới khí tượng lớp biên thành phố Hồ Chí Minh*, Sở KHCN Tp.HCM.
6. Lương Văn Việt và nnk (2008), *Xây dựng cơ sở dữ liệu khí tượng - thủy văn phục vụ lồng ghép vào qui hoạch sử dụng đất đến năm 2020 huyện Nhơn Trạch, Dự án SEMLA*, Sở TN&MT Đồng Nai.
7. Lương Văn Việt và nnk (2008), *Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn phục vụ phòng chống ngập úng trên khu vực thành phố Hồ Chí Minh*, Đề tài NCKH - Trung tâm điều hành Chương trình chống ngập nước Tp.HCM
8. <http://www.ipcc.ch/pdf/>