

ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH ĐÔ THỊ HÓA ĐẾN TIỂU VÙNG KHÍ HẬU THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Doãn Huy Phương, Ngô Thị Thủy
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 12/11/2018; ngày chuyển phản biện: 13/11/2018; ngày chấp nhận đăng: 10/12/2018

Tóm tắt: Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của quá trình đô thị lên đặc điểm tiểu vùng khí hậu của Thành phố Hà Nội. Sự thay đổi nhiệt độ và phân bố mưa được phân tích để tìm ra những dấu hiệu ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa. Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình đô thị hóa góp phần tăng lượng mưa và nhiệt độ hàng năm ở khu vực đô thị. Các phân tích định tính và định lượng đã cho thấy ảnh hưởng của đô thị hóa tới các đặc trưng vùng khí hậu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi xem xét sự thay đổi lượng mưa và nhiệt độ tại 4 trạm khí tượng thuộc các khu vực đô thị, đô thị vệ tinh và nông thôn. Những kết quả thu được khác nhau từ các trạm phản ánh rõ sự ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa lên lượng mưa và nhiệt độ ở khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Đô thị hóa, tiểu vùng khí hậu, Hà Nội, Việt Nam.

1. Tổng quan

Biến đổi khí hậu và quá trình đô thị hóa là những tác nhân chính gây ảnh hưởng đến các yếu tố khí tượng, đặc biệt là lượng mưa và nhiệt độ. Ngày nay, sự tăng nhanh của quá trình đô thị hóa thường được biểu hiện ở sự tăng trưởng dân số, mở rộng không gian đô thị và sự tăng lên về số lượng các tòa cao ốc cùng các công trình phục vụ cho công nghiệp hóa. Nói cách khác, quá trình đô thị hóa là kết quả của việc gia tăng mật độ các khu vực đô thị.

Nhiều ý kiến cho rằng việc này sẽ ảnh hưởng đến đặc điểm của các tiểu vùng khí hậu. Các nghiên cứu về hiệu ứng đô thị hóa đến mưa và các yếu tố khí tượng khác như nhiệt độ, độ ẩm [1, 3, 4] chỉ ra rằng những sự thay đổi trong sử dụng đất đô thị và nông thôn, đất tưới tiêu và đồng cỏ, đất trồng trọt và diện tích rừng có thể là những nguyên nhân của sự thay đổi lượng mưa và biến đổi khí hậu. Changnon & Huff (1986) cho rằng quá trình đô thị hóa có thể dẫn đến sự thay đổi trong phân bố mưa. Sự phát triển kinh tế cùng với sự gia tăng dân số cũng ảnh hưởng đến các điều kiện khí tượng [16]. Lượng mưa giảm bởi các quá trình công nghiệp hóa và ô nhiễm

không khí [8, 12]. Mối quan hệ giữa hiệu ứng đô thị hóa và sự thay đổi của nhiệt độ cũng thu hút sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu và nhà khoa học. Nhiều ý kiến cho rằng sự thay đổi của nhiệt độ trong khu vực nội đô là cao nhất so với các vùng khác [6, 10, 14].

Thủ đô Hà Nội thuộc vùng đồng bằng sông Hồng, là thành phố lớn thứ hai cả nước với 7,654 triệu người (năm 2017). Địa hình chủ yếu bao gồm đồng bằng, trung du và miền núi. Do thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa ẩm, trong năm có bốn mùa rõ rệt, cùng với lượng mưa dồi dào trung bình khoảng 1.800mm/năm [15].

Là thủ đô của nước Việt Nam, dân số Hà Nội tăng dần với 70 nghìn người vào năm 1918 và 300 nghìn người vào năm 1945. Vào năm 2008, Hà Nội được mở rộng bằng việc sáp nhập tỉnh Hà Tây và một số khu vực thuộc tỉnh Vĩnh Phúc và tỉnh Hòa Bình. Cùng với quá trình đô thị hóa, khí hậu Hà Nội cũng thay đổi qua các thập kỷ.

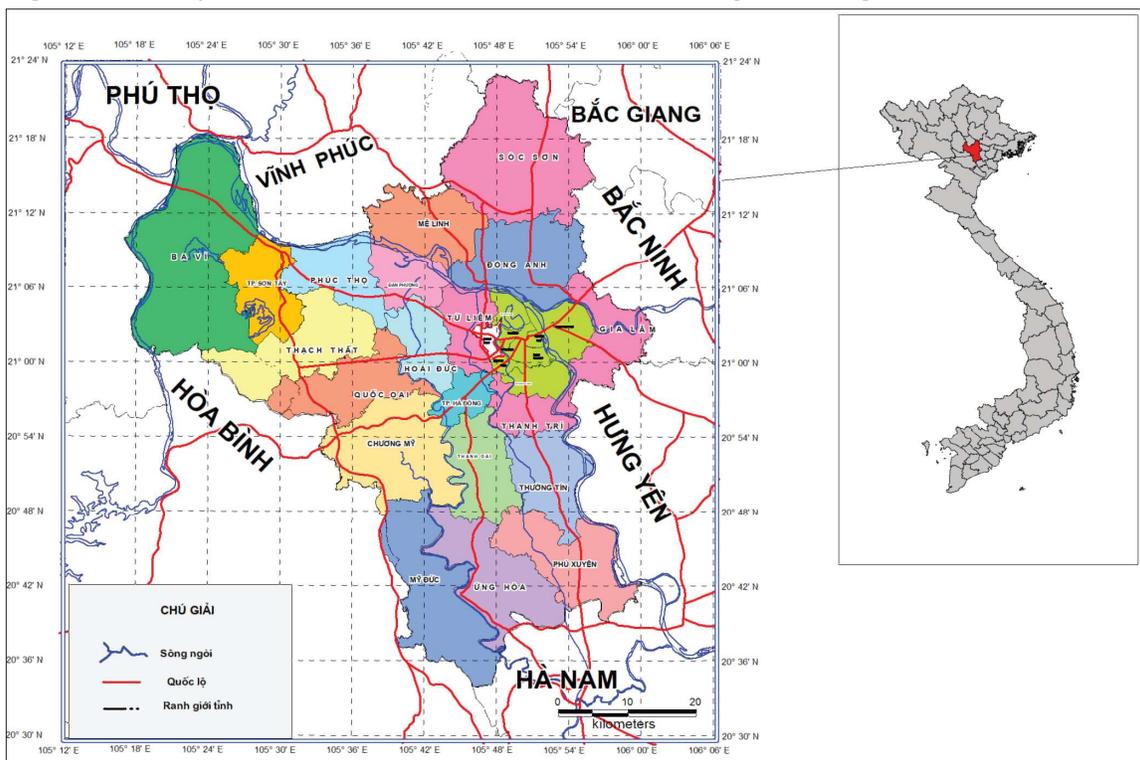
Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tác động của quá trình đô thị hóa lên các đặc điểm khí hậu địa phương, đặc biệt là xu thế lượng mưa và nhiệt độ. Để đánh giá được tầm ảnh hưởng của hiệu ứng đô thị hóa lên các đặc trưng khí tượng, trước tiên cần phân tích sự thay đổi của nhiệt độ và lượng mưa qua các thập kỷ. Những thay đổi đặc trưng này được

Liên hệ tác giả: Ngô Thị Thủy
Email: tide4586@gmail.com

phân tích tương ứng với lịch sử phát triển của thành phố Hà Nội. Các phân tích định lượng cũng được tiến hành nhằm cung cấp những bằng chứng thuyết phục về ảnh hưởng của đô thị hóa lên tiểu vùng khí hậu. Cơ chế vật lý của ảnh hưởng đô thị hóa lên đặc điểm khí hậu được phân tích kỹ hơn ở phần thảo luận của nghiên cứu này.

2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Thủ đô Hà Nội nằm trong khu vực có sông Hồng chảy qua, hàng năm Thành phố được bồi đắp một lượng phù sa dồi dào. Sau năm 2008, Thành phố Hà Nội được mở rộng trở thành đô thị trung tâm với diện tích là 3.328,9 km² và dân số là 7,7 triệu người (số liệu năm 2015 của Tổng cục Niên giám Thống kê).



Hình 1. Thủ đô Hà Nội, Việt Nam [15]

Sự phát triển của Thành phố Hà Nội gắn liền cùng với sự phát triển của lịch sử đất nước. Một số dấu mốc quan trọng của quá trình phát triển và đô thị hóa của Hà Nội có thể kể đến như sau: Sau năm 1954, Hà Nội chính thức là Thủ đô của nhà nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa và được mở rộng lần đầu tiên vào năm 1961. Chiến tranh chống Mỹ kết thúc vào năm 1975 cùng với việc hợp nhất hai miền Nam và Bắc của Việt Nam. Từ đó, Hà Nội trở thành Thủ đô của nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam và được mở rộng lần 2 vào năm 1979. Trong suốt thời gian này, nền kinh tế Việt Nam vẫn là kinh tế tập trung và chỉ chuyển đổi sang kinh tế định hướng xã hội chủ nghĩa vào năm 1986 (Đổi mới). Đây là thời điểm bắt đầu quá trình đô thị hóa. Tuy nhiên, quá

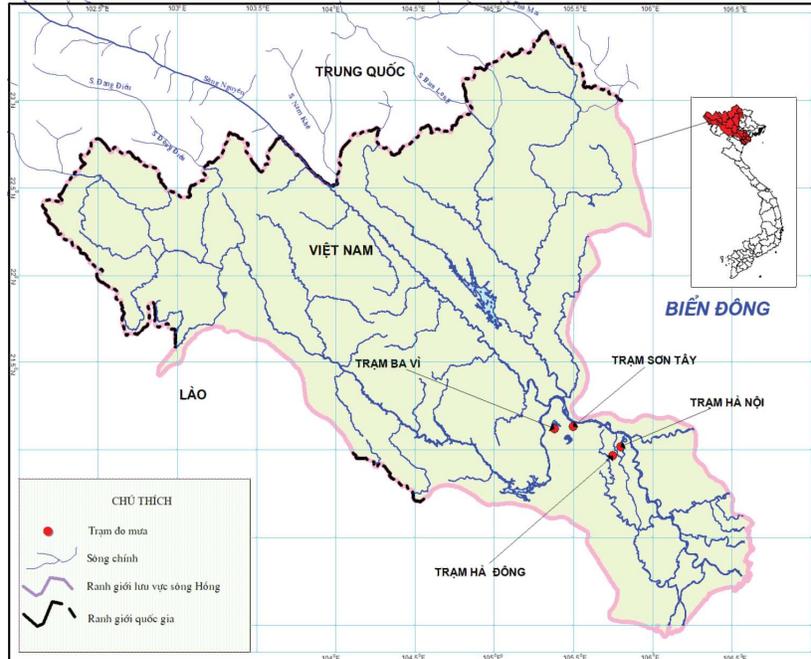
trình đô thị hóa mạnh thực sự bắt đầu từ năm 1994. Vào năm 2008, Hà Nội trở thành trung tâm văn hóa chính trị với dân số trong khu vực đô thị vào khoảng 2,6 triệu người và 7,7 triệu người trên phạm vi toàn thành phố.

3. Số liệu

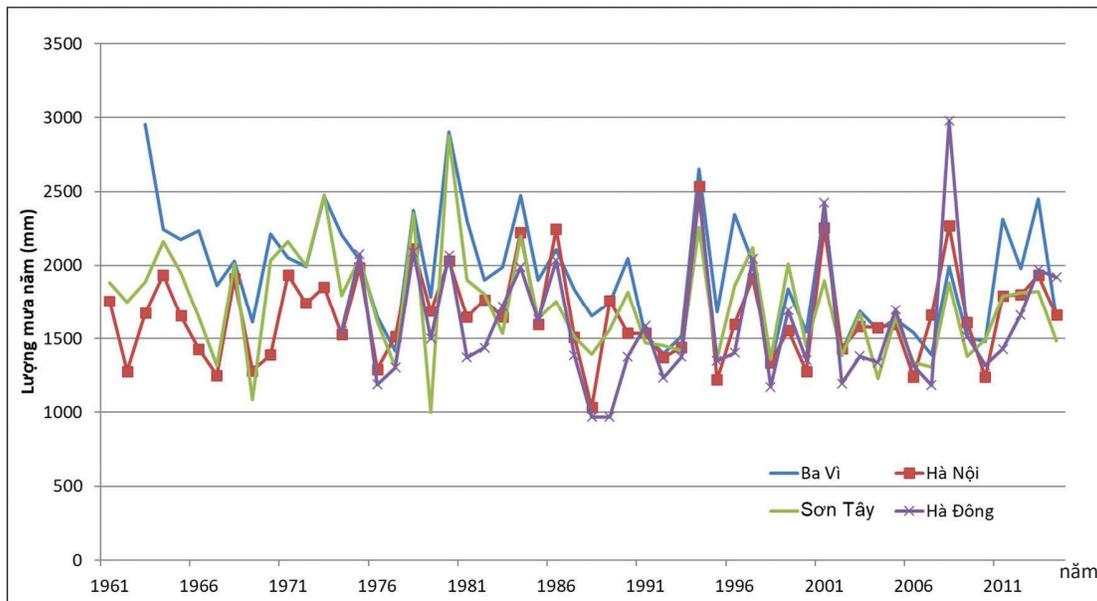
Số liệu đo đạc từ 4 trạm khí tượng trong phạm vi Thành phố Hà Nội được dùng để phân tích đánh giá ảnh hưởng của đô thị hóa lên nhiệt độ và lượng mưa bao gồm: Trạm Láng (hay còn gọi là trạm Hà Nội), trạm Hà Đông, trạm Ba Vì và trạm Sơn Tây. Trạm Hà Nội thuộc khu vực nội đô với mật độ dân số cao; trạm Hà Đông thuộc đô thị vệ tinh; trạm Ba Vì và Sơn Tây nằm ở vùng nông thôn (Hình 2). Nghiên cứu sử dụng số liệu ngày tại 4 trạm nói trên để phân tích (Bảng 1).

Bảng 1. Vị trí và đặc điểm các trạm khí tượng trong thành phố Hà Nội

Trạm	Vĩ độ	Kinh độ	Thời kỳ quan trắc	Kiểu số liệu
Hà Nội	21°01'	105°48'	1961-2014	Ngày
Hà Đông	20°58'	105°45'	1974-2014	Ngày
Ba Vì	21°09'	105°25'	1963-2014	Ngày
Sơn Tây	21°08'	105°30'	1961-2014	Ngày



Hình 2. Vị trí các trạm khí tượng được lựa chọn cho nghiên cứu



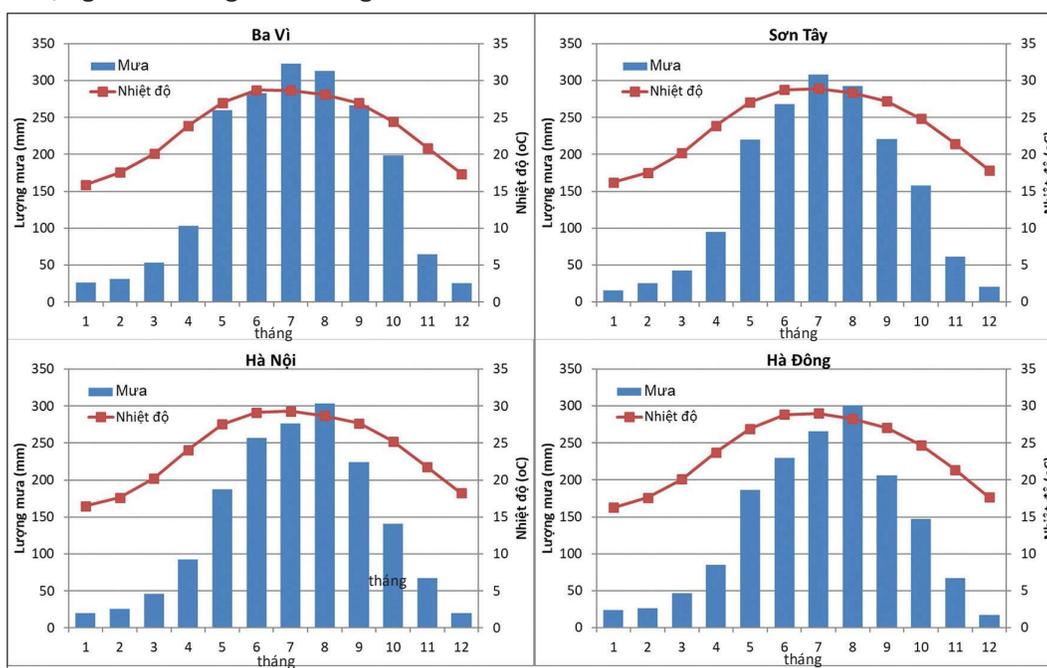
Hình 3. Biểu đồ diễn biến lượng mưa hàng năm của các trạm khí tượng trên địa bàn Hà Nội (1961-2014)

Dựa trên sự mở rộng của thành phố, quá trình đô thị hóa được đặc trưng bởi sự phát triển dân số của khu vực. Số liệu dân số của các quận thuộc Thành phố Hà Nội được thu thập từ Tổng cục Thống kê Việt Nam cập nhật đến năm 2013 (<https://gso.gov.vn/>).

Trong nghiên cứu này, số liệu mưa ngày của 4 trạm khí tượng được thu thập dùng cho việc đánh giá tác động của quá trình đô thị hóa. Diễn biến và xu thế chung của lượng mưa hàng năm được mô tả trên Hình 3 và Hình 4. Nhìn chung, mùa mưa ở Thành phố Hà Nội bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10, lượng mưa chiếm khoảng 83-85% tổng lượng mưa cả năm. Lượng mưa trung bình hàng năm của

Thành phố Hà Nội dao động từ 1.600mm ở khu vực đô thị (trạm Hà Nội và Hà Đông) đến 1.950mm ở khu vực nông thôn và miền núi (trạm Sơn Tây và Ba Vì).

Dữ liệu nhiệt độ cũng được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa. Nhiệt độ cực đại, cực tiểu và trung bình ngày được thu thập từ 4 trạm theo các giai đoạn tương ứng. Những tháng nóng nhất ở Hà Nội là từ tháng 6 đến tháng 8 với nhiệt độ trung bình khoảng 30°C đi kèm với thời tiết mưa ẩm ướt. Những tháng lạnh nhất là từ tháng 12 đến tháng 3 với kiểu thời tiết hanh khô. Phân bố nhiệt độ và lượng mưa tháng của từng trạm khí tượng được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Biểu đồ nhiệt độ và lượng mưa trung bình tháng tại các trạm khí tượng của Hà Nội

4. Kết quả và nhận xét

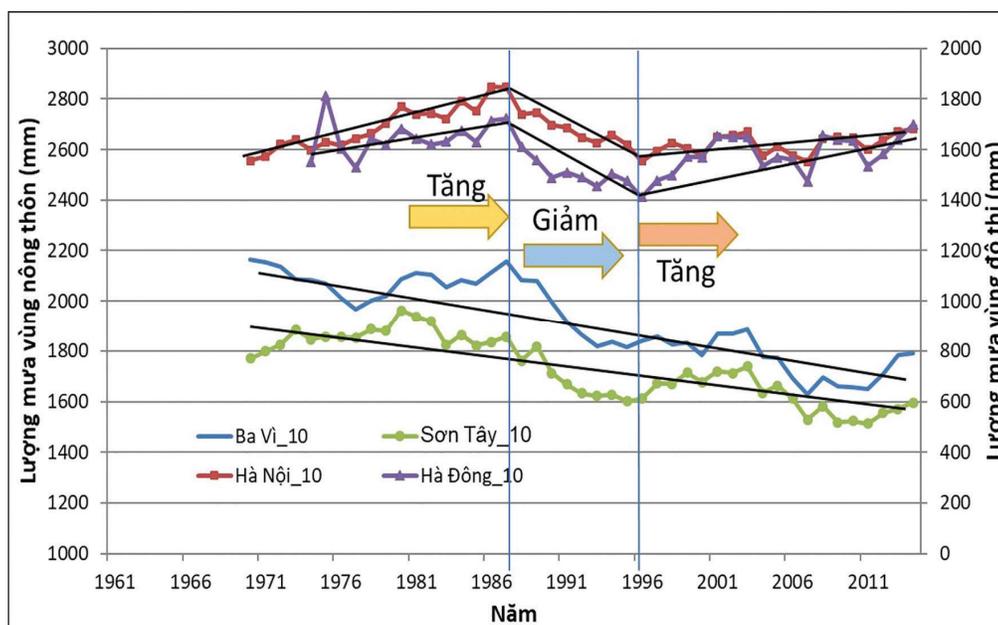
4.1. Ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa lên lượng mưa khu vực

Xu thế mưa

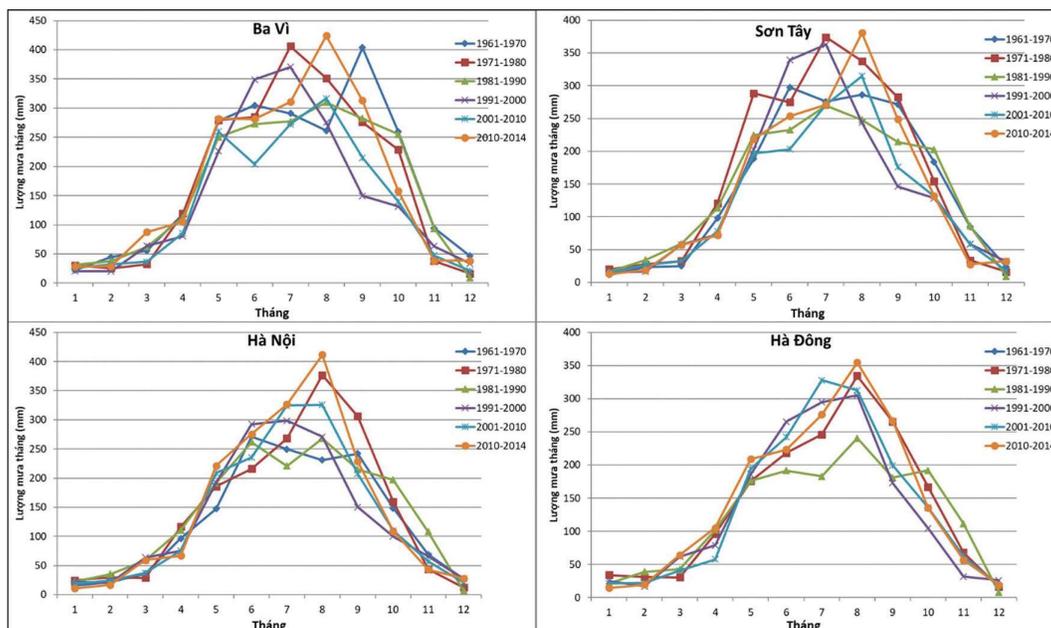
Dữ liệu lượng mưa năm (Hình 3) được tính toán trung bình trượt 10 năm để thể hiện xu thế chung của cả thập kỷ (Hình 5). Có thể thấy rằng, lượng mưa năm trung bình trượt ở 2 trạm thuộc khu vực nông thôn (Sơn Tây và Ba Vì) thể hiện xu thế giảm qua các thập kỷ. Trong khi đó, biến đổi mưa tại các trạm thuộc khu vực đô thị (Hà Nội và Hà Đông) khá phức tạp (Hình 5). Quá

trình trung bình trượt của lượng mưa (Hình 5) cho thấy có hai thời điểm mà xu thế mưa của hai trạm Hà Nội và Hà Đông đột ngột thay đổi.

Thời điểm đầu tiên là năm 1986 tương ứng với thời kỳ Đổi mới của Việt Nam, đặc biệt là tại các thành phố lớn. Ở giai đoạn này, lượng mưa năm ghi nhận được tại trạm Hà Nội và Hà Đông giảm đáng kể. Từ năm 1996, tương ứng với giai đoạn sau khi Mỹ gỡ bỏ lệnh cấm vận, lượng mưa năm có xu thế tăng nhanh. Nhìn chung, sự thay đổi phân bố mưa hàng năm của các trạm đo thuộc khu vực đô thị và nông thôn là khác nhau khá nhiều.



Hình 5. Lượng mưa trung bình trượt 10 năm ở các trạm (1961-2014)



Hình 6. Lượng mưa trung bình tháng quan trắc được tại các trạm

Để có cái nhìn rõ ràng hơn về sự khác nhau trong phân bố mưa giữa các trạm khu vực đô thị và khu vực nông thôn, phân bố mưa tháng được đưa vào phân tích trong nghiên cứu này. Lượng mưa tháng trung bình của từng thập kỷ được biểu diễn trên Hình 6 thể hiện sự thay đổi của phân bố mưa tháng qua các thập kỷ.

Kết quả phân tích cho thấy phân bố mưa tháng của hai trạm Hà Nội và Hà Đông có xu thế lệch phải theo thời gian. Lượng mưa tháng

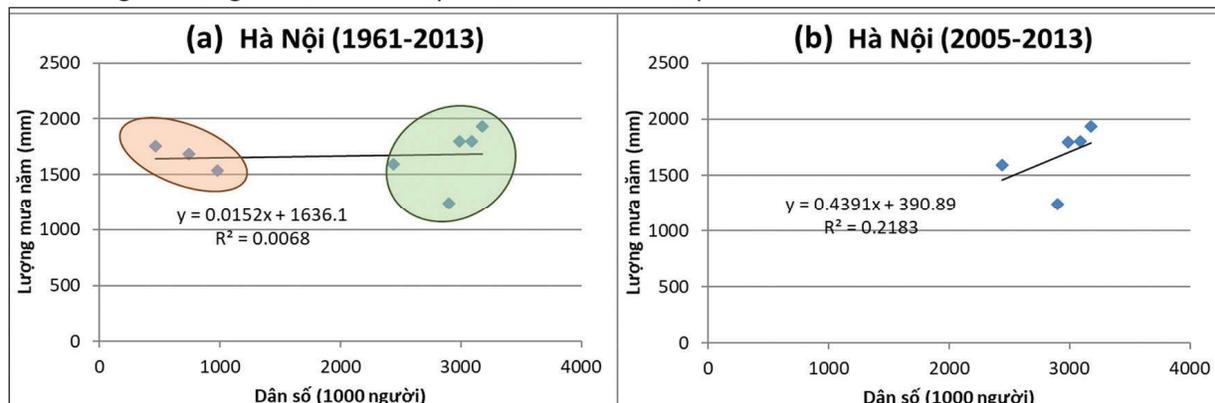
lớn nhất của những trạm này có xu thế dịch về những tháng cuối của năm. Tháng có lượng mưa lớn nhất là tháng 8 (400mm). Trong khi đó, phân bố lượng mưa tháng giữa các thời kỳ của hai trạm đo khu vực nông thôn (Ba Vì và Sơn Tây) không có sự dịch chuyển rõ ràng.

Ảnh hưởng của đô thị hóa lên lượng mưa

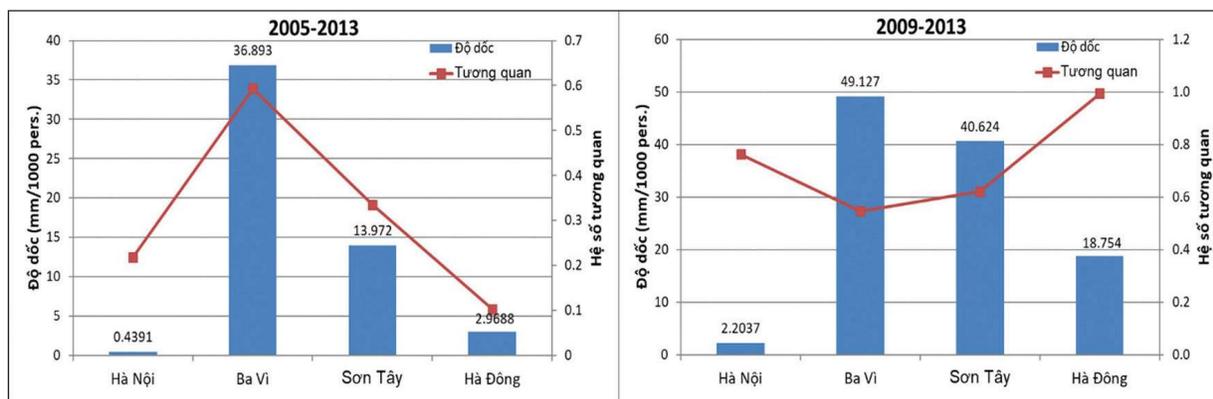
Xu thế tuyến tính của lượng mưa năm theo sự phát triển dân số của đô thị Hà Nội được thể

hiện trên Hình 7a. Trước và sau năm 1991, như trên hình vẽ có thể thấy có hai vùng riêng biệt, vùng bên trái bao gồm dữ liệu của các năm 1961, 1979 và 1991, vùng bên phải là dữ liệu của các năm sau 2005. Từ năm 1991, sáu quận và một thị trấn của Hà Nội được chuyển lại về tỉnh Hà Tây và Vĩnh Phúc. Do đó, nghiên cứu không sử dụng số liệu thu thập được của

các năm 1961, 1979 và 1991 cho việc đánh giá ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa. Chỉ có số liệu của 5 năm tiếp theo sau năm 1991 được đưa vào để phân tích mối quan hệ giữa lượng mưa và dân số. Hình 7b cho thấy rõ ràng những ảnh hưởng của đô thị hóa lên phân bố mưa với lượng mưa năm tăng theo sự phát triển dân số.



Hình 7. Mối quan hệ giữa lượng mưa và quá trình đô thị hóa của Thành phố Hà Nội: (a) 1961-2013; (b) 2005-2013



Hình 8. Hệ số tương quan và hồi quy giữa mưa và sự gia tăng dân số tại các trạm nghiên cứu

Khi xem xét mối quan hệ giữa sự phát triển dân số và lượng mưa năm tại các trạm, có thể thấy có sự đối nghịch về xu thế giữa các trạm khu vực nông thôn và đô thị (Hình 8). Với các trạm khí tượng thuộc khu vực đô thị (Hà Nội và Hà Đông), chỉ với một lượng tăng dân số là 0,4391 nghìn người và 2,969 nghìn người cũng đã có thể khiến lượng mưa tăng 1mm. Trong khi để tăng được lượng mưa như thế, con số đó tại 2 trạm thuộc khu vực nông thôn (Ba Vi và Sơn Tây) lần lượt là 36,893 và 13,972 nghìn người. Nói cách khác, ảnh hưởng của việc tăng dân số trong khu vực đô thị là mạnh hơn khu vực nông thôn. Hệ

số tương quan của các đường hồi quy cũng được thể hiện trên Hình 9. Mối quan hệ giữa lượng mưa và sự tăng dân số khá là chặt chẽ tại trạm Ba Vi trong khi ở các trạm khác thì yếu hơn. Khi xem xét số liệu sau năm 2008 khi quận Hà Đông được sáp nhập vào Thành phố Hà Nội, có thể thấy hệ số tương quan tại trạm Hà Nội và Hà Đông thay đổi lần lượt thành 0,763 và 0,994.

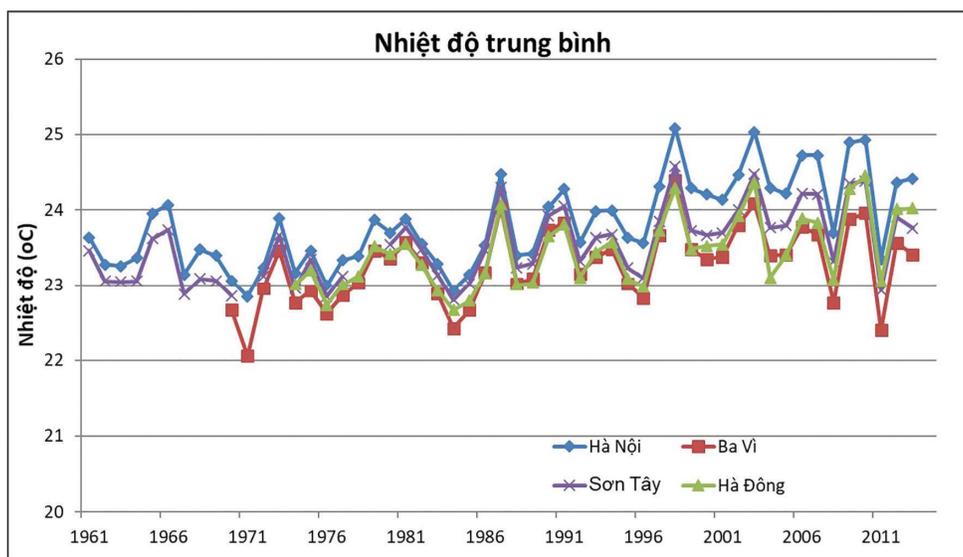
4.2. Tác động của quá trình đô thị hóa lên nhiệt độ không khí

Xu thế nhiệt độ

Khi phân tích số liệu có thể thấy là số liệu

mưa năm của 4 trạm khí tượng thể hiện những xu thế không rõ ràng nhưng số liệu nhiệt độ trung bình năm lại luôn duy trì một xu thế tăng qua 50 năm quan trắc. Từ Hình 9 có thể thấy

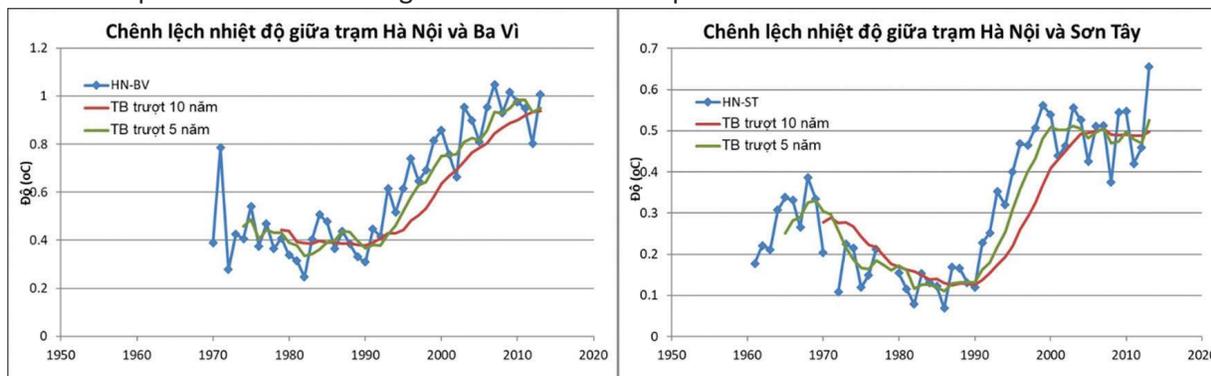
nhiệt độ trung bình hàng năm quan trắc được tại trạm Hà Nội cao hơn so với các trạm khác và tăng, giảm nhanh hơn trong những năm từ năm 2000 trở lại đây.



Hình 9. Nhiệt độ trung bình hàng năm đo tại các trạm khí tượng theo thời gian (1961-2014)

Hình 10 biểu diễn sự chênh lệch nhiệt độ đo được giữa các trạm Hà Nội, Ba Vì và Sơn Tây bằng các phép tính trung bình trượt 5 năm và 10 năm để phân tích xu thế chung. Từ năm 1990

trở lại đây, hai trạm Sơn Tây và Ba Vì có xu thế tăng. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa trạm Hà Nội và hai trạm đo khu vực nông thôn tăng nhanh qua các năm.



Hình 10. Sự chênh lệch nhiệt độ đo được tại trạm Hà Nội và các trạm thuộc khu vực nông thôn

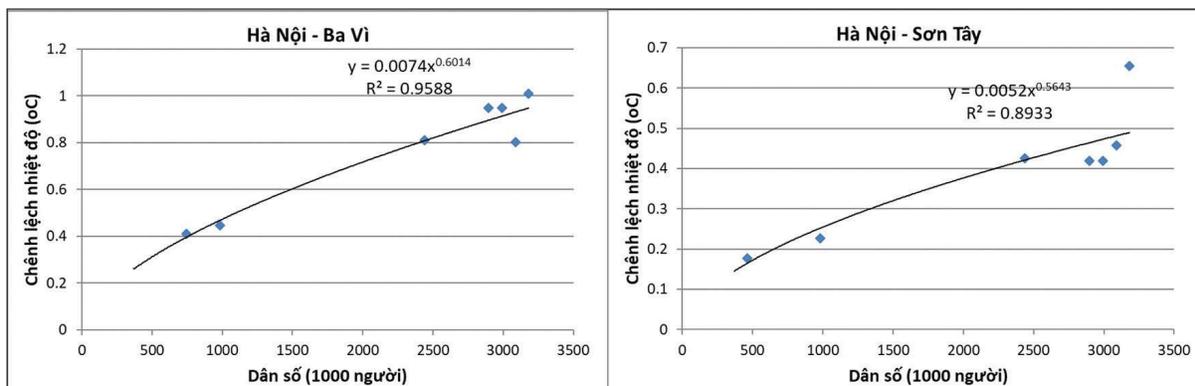
Tác động của đô thị hóa lên nhiệt độ khu vực

Karl et al. (1988) đã đưa ra hàm hồi quy mô tả mối quan hệ giữa nhiệt độ và dân số để phân tích ảnh hưởng của đô thị hóa lên nhiệt độ. Hàm số có dạng như sau:

$$T_{u-r}^* = a(\text{POPULATION}_u)^b \quad (1)$$

Với: T_{u-r}^* là giá trị trung bình của chênh lệch nhiệt độ giữa khu vực đô thị và nông thôn; a và b là các hệ số hồi quy.

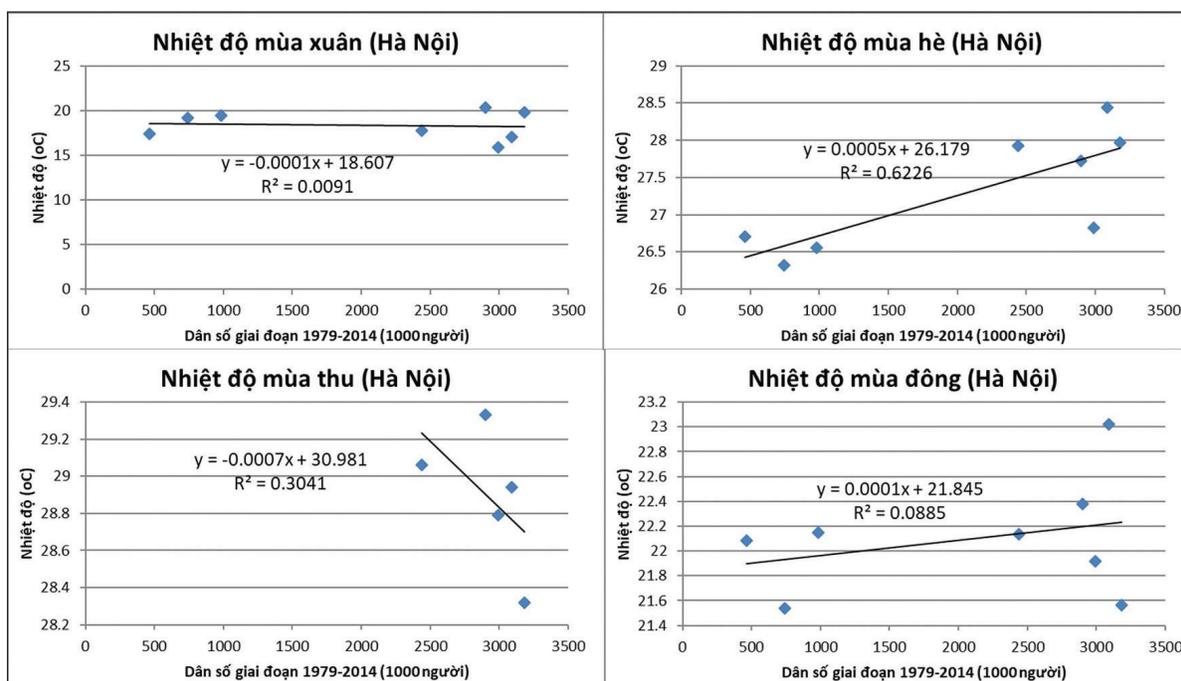
Trong nghiên cứu này, đã tính toán và thu được các hàm hồi quy quan hệ giữa chênh lệch nhiệt độ của các trạm Hà Nội, Ba Vì, Sơn Tây và số dân của thành phố Hà Nội (Hình 11). Kết quả cho thấy là có sự tương quan mạnh mẽ giữa chênh lệch nhiệt độ với dân số của thành phố Hà Nội. Vì hệ số mũ trong phương trình của hàm hồi quy nhỏ hơn 1, nên sự tăng dân số chỉ dẫn đến sự tăng nhẹ về nhiệt độ trong khu vực nội đô.



Hình 11. Đường cong hồi quy biểu diễn mối quan hệ tương quan giữa nhiệt độ và quá trình đô thị hóa ở Thành phố Hà Nội theo thời gian

Quan hệ giữa nhiệt độ các mùa với dân số của Hà Nội cũng được đưa vào phân tích, kết quả được trình bày như trên Hình 12. Có thể thấy rõ là đường hồi quy có xu hướng đi lên trong mùa hè và mùa đông, đi xuống vào mùa xuân và mùa thu. Hệ số tương quan giữa nhiệt độ và dân số trong mùa hè cao hơn các mùa khác, trong mùa

đông là thấp nhất. Kết quả thu được cho thấy trong mùa hè, nhiệt độ không khí bị ảnh hưởng bởi đô thị hóa nhiều hơn các mùa khác. Lý do là trong mùa đông và mùa xuân, nhiệt độ không khí của Hà Nội phần lớn bị ảnh hưởng bởi những đợt gió lạnh từ khối áp cao lục địa, còn mùa thu thì nhiệt độ chủ yếu bị ảnh hưởng bởi mưa bão.



Hình 12. Đường hồi quy biểu diễn mối quan hệ giữa nhiệt độ các mùa và ảnh hưởng của đô thị hóa

4.3. Nhận xét

Những kết quả thu được trong nghiên cứu này đều cho thấy một cách rõ ràng cơ chế tác động của quá trình đô thị hóa đến lượng mưa và nhiệt độ. Sự đô thị hóa làm giảm đi nguồn tài nguyên nước sẵn có và do đó làm giảm bốc

hơi, ảnh hưởng đến lượng giáng thủy trong khu vực đô thị. Hơn nữa, sự nóng lên của bề mặt đất cũng có thể xem là một trong những yếu tố tác động đến lượng mưa. Sự thay đổi trong thảm phủ thực vật cũng có những ảnh hưởng lên các dòng chảy động lực ở tầng thấp và dòng chảy

mặt, điều này có thể dẫn đến nhiệt độ tại các khu vực nội đô cao hơn hẳn khu vực nông thôn [13]. Những thay đổi trong nhiệt độ không khí có thể tác động lên cả những cơn mưa giông đối lưu và được xem như là yếu tố gia tăng lượng mưa trong khu vực đô thị [2]. Quá trình đô thị hóa cùng với việc gia tăng các phương tiện giao thông cũng khiến cho nồng độ khí thải tăng cao, điều này sẽ tác động lên quá trình phát triển của nhiệt độ không khí và mây trong khu vực đô thị [11, 13]. Ngoài ra, việc các tòa cao ốc được xây dựng nhiều cũng làm thay đổi quá trình luân chuyển của các luồng không khí trong khu vực đô thị và sau đó sẽ làm thay đổi ảnh hưởng của các cơn lốc (gió xoáy) cũng như nhiệt độ.

5. Kết luận

Ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa lên các đặc trưng khí hậu cục bộ ở khu vực đô thị đặc biệt là nhiệt độ và lượng mưa đã được làm rõ cho khu vực Thành phố Hà Nội. Số liệu tính toán được thu thập từ 4 trạm khí tượng trong phạm vi thành phố để đánh giá, phân tích các xu thế và tác động của đô thị hóa. Những đánh giá sử dụng phép tính trung bình trượt cho dữ liệu lượng mưa hàng năm đã cho thấy rõ sự khác biệt giữa khu vực đô thị và nông thôn.

Xu thế mưa trong nghiên cứu này được thể

hiện bằng phân bố mưa tháng trung bình trượt 10 năm. Các kết quả tìm được cũng cho thấy có mối liên quan tới các giai đoạn phát triển của Thành phố Hà Nội. Phân tích định lượng cũng được tiến hành và đã cho thấy mối quan hệ tỷ lệ thuận tuyến tính giữa sự phát triển dân số và sự thay đổi của lượng mưa. Các kết quả thu được từ các trạm đo cho thấy sự phát triển dân số trong khu vực đô thị làm biến đổi lượng mưa mạnh hơn ở các khu vực nông thôn.

Sự thay đổi nhiệt độ không khí trong nghiên cứu này tỷ lệ thuận với sự gia tăng dân số của đô thị. Thời điểm có sự thay đổi lớn ở nhiệt độ là trong thời kỳ đổi mới (sau năm 1986). Quan hệ hàm mũ giữa sự tăng dân số và sự thay đổi nhiệt độ cũng được tính toán với hệ số tương quan cao. Nhiệt độ không khí bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi sự đô thị hóa là trong mùa hè.

Cơ chế vật lý của quá trình đô thị hóa và ảnh hưởng của nó lên khí hậu khu vực đô thị cũng được xem xét cùng với những phân tích tổng quan về nguyên nhân có thể tồn tại cho khu vực Thành phố Hà Nội. Trong khuôn khổ bài báo này chỉ tiếp cận sự ảnh hưởng của đô thị hóa với số dân tăng, cùng với một số hệ quả của đô thị hóa tới nhiệt độ và lượng mưa trong tiểu vùng khí hậu Hà Nội.

Tài liệu tham khảo

1. Barnston, A. & Schickedanz, P. T., (1984), *The effect of irrigation on warm season precipitation in the southern Great Plains. J. Climate .Appl. Meteorol*, Volume 23, pp. 865-888.
2. Bornstein, R., and Q. Lin, (2000), *Urban heat islands and summertime convective thunderstorms in Atlanta: Three cases studies. Atmos. Environ.*, 34, 507-516.
3. Brown, M. & Arnold, D. L., (1998), *Land-surface-atmosphere interactions associated with deep convection in Illinois. Int. J. Climatol*, Volume 18, p. 1637-1653.
4. Changnon, S., (1978), *Urban effects on severe local storms at St.Louis. J.Appl.Meteorol*, 17(5), pp. 578-586.
5. Changnon, S. & Huff, F., (1986), *The Urban-related Nocturnal Rainfall Anomaly at St. Louis. American Meteorological Society*, Volume 25.
6. Fujibe, F., (2009), *Detection of urban warming in recent temperature trends in Japan. International Journal of Climatology*, 29(12), pp. 1811-1822.
7. General Statistic Office of Vietnam (<https://gso.gov.vn/>)
8. Givati, A. & Rosenfeld, D., (2004), *Quantifying Precipitation Suppression Due to Air Pollution. American Meteorological Society*, Volume 43, pp. 1038-1056.
9. Karl, T. R., Diaz, H. F. & Kukla, G., (1988), *Urbanization: Its Detection And Effect In The United States Climate Record. American Meteorological Society*, Volume 1, pp. 1099-1123.

10. McCarthy, M. P., Best, M. J. & Betts, R. A., (2010), *Climate change in cities due to global warming and urban effects*. *Geophysical Research Letters*, 37(9).
11. Han, J.-Y., and J.-J. Baik, (2008), *A theoretical and numerical study of urban heat island-induced circulation and convection*. *J. Atmos. Sci.*, 65, 1859-1877.
12. Rosenfeld, D., (2000), *Suppression of Rain and Snow by Urban and Industrial Air Pollution*. *Science*, 287(5459), pp. 1793-1796.
13. Shepherd J. M., H. Pierce, and A. J. Negri, (2002), *Rainfall modification by major urban areas: Observations from spaceborne rain radar on the TRMM satellite*. *J. Appl. Meteorol.*, 41, 689-701.
14. Stone, B., (2007), *Urban and rural temperature trends in proximity to large US cities: 1951–2000*. *International Journal of Climatology*, 27(13), p. 1801–1807.
15. Wikipedia. Access 25th December 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/Hanoi>
16. Yang, M., Xu, Y., Pan, G. & Han, L., (2014), *Impacts of Urbanization on Precipitation in Taihu Lake Basin, China*. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(4), pp. 739-746.

IMPACT OF URBANIZATION ON LOCAL CLIMATE IN HANOI CITY

Doan Huy Phuong, Ngo Thi Thuy

Viet Nam Institute of Meteorology Hydrology and Climate change

Received: 12/11/2018; Accepted: 10/12/2018

Abstract: *This study investigates the impact of urbanization on local climate of Ha Noi city. The changes in temperature and rainfall patterns are studied to detect urbanization effects. The results show that urbanization contributes to the increase of annual rainfall and temperature in urban area. The qualitative and quantitative analyses are involved to expose urbanization effects on local climate characteristics. In this present study, we consider temperature and rainfall changes at four meteorological stations located in urban, sub-urban and rural areas. The various changes of temperature and rainfall patterns obtained from these stations demonstrate the urbanization effects on rainfall and temperature in the research area.*

Keywords: *Urbanization, local climate, Ha Noi, Viet Nam.*