

ĐÁNH GIÁ XU HƯỚNG THAY ĐỔI KHÍ HẬU Ở TỈNH ĐẮK NÔNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH TƯỚI TIẾT KIỂM THÔNG MINH CHO CANH TÁC CÂY CÀ PHÊ Ở GIA NGHĨA - ĐẮK NÔNG

Hồ Thị Thanh Vân¹, Đinh Thị Nga¹

Tóm tắt: Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá xu hướng thay đổi khí hậu ở tỉnh Đắk Nông từ đó đề xuất mô hình tưới tiết kiệm thông minh cho canh tác cây cà phê. Để đạt được mục tiêu nghiên cứu, các thông số khí hậu về nhiệt độ, lượng mưa, số giờ nắng, lượng bốc hơi, độ ẩm trung bình được thu thập ở trạm khí tượng Đắk Nông trong khoảng thời gian từ năm 2007 đến 2018. Kết quả phân số liệu và xu hướng thay đổi cho thấy có sự thay đổi khí hậu ở khu vực nghiên cứu trong thời gian khảo sát: nhiệt độ có xu hướng tăng, lượng mưa thay đổi. Điều này ảnh hưởng đến đời sống và hoạt động sản xuất nông nghiệp ở địa phương. Từ đó, mô hình tưới tiết kiệm nước thông minh trên được đề xuất cơ sở thiết kế một hệ thống cảm biến độ ẩm (Soil Moisture Sensor) điều khiển từ xa, từ đó có thể để tính toán và xác định lượng nước tưới đúng thời điểm, chính xác có thể giúp tiết kiệm được lượng nước và có thể tăng năng suất cây trồng. Mô hình này góp phần giải quyết bài toán về tình trạng thiếu nước và thích ứng với biến đổi khí hậu hướng đến tăng trưởng xanh và phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước.

Từ Khóa: Thay đổi khí hậu, Nhiệt độ, Lượng mưa, Số giờ nắng, Lượng bốc hơi, Độ ẩm trung bình, Mô hình tưới nước thông minh.

Ban Biên tập nhận bài: 12/9/2019 Ngày phản biện xong: 22/10/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

1. Giới thiệu chung

Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại. Biến đổi khí hậu tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường trên phạm vi toàn thế giới. Nhiệt độ tăng, mực nước biển dâng gây ngập lụt, nhiễm mặn nguồn nước, ảnh hưởng đến nông nghiệp, gây rủi ro lớn đối với công nghiệp và các hệ thống kinh tế - xã hội trong tương lai. Vấn đề biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ làm thay đổi toàn diện và sâu sắc quá trình phát triển và an ninh toàn cầu như năng lượng, nước, lương thực, xã hội, việc làm, ngoại giao, văn hóa, kinh tế, thương mại. Các nhà khoa học thuộc Ban liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) đã chỉ ra rằng, trong 100 năm qua nhiệt độ không khí bề mặt Trái đất đã tăng lên trung bình khoảng 0,6°C,

nước biển dâng 15cm. Theo dự đoán, trong thế kỷ 21 nhiệt độ sẽ tăng lên 0,74°C và nước biển dâng 59cm [1].

Tỉnh Đắk Nông nằm ở cửa ngõ phía Tây Nam của vùng Tây Nguyên, đoạn cuối dãy Trường Sơn; được xác định trong khoảng tọa độ địa lý: 11°45' đến 12°50' vĩ độ Bắc, 107°13' đến 108°10' kinh độ Đông. Phía Bắc và Đông Bắc giáp tỉnh Đắk Lắk, cách thành phố Buôn Ma Thuột (Đắk Lắk) 125km; phía Đông và Đông Nam giáp tỉnh Lâm Đồng, cách thành phố Đà Lạt (Lâm Đồng) 170km và thành phố Phan Thiết (Bình Thuận) 190km về phía Đông; phía Nam và Tây Nam giáp tỉnh Bình Phước, phía Tây giáp Vương quốc Campuchia [2]. Đắk Nông là khu vực chuyển tiếp giữa hai tiểu vùng khí hậu Tây Nguyên và Đông Nam Bộ, chế độ khí hậu mang

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM

Email: dtnga@hcmunre.edu.vn

đặc điểm chung của khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, nhưng có sự nâng lên của địa hình nên có đặc trưng của khí hậu cao nguyên nhiệt đới ẩm, vừa chịu ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam khô nóng. Mỗi năm có 2 mùa rõ rệt: Mùa mưa từ tháng 4 đến hết tháng 11, tập trung trên 90% lượng mưa cả năm; mùa khô từ tháng 12 đến hết tháng 3 năm sau, lượng mưa không đáng kể. Nhiệt độ trung bình năm 22 - 23°C, nhiệt độ cao nhất 35°C, nhiệt độ thấp nhất 14°C. Tổng số giờ nắng trong năm trung bình 2000 - 2300 giờ. Lượng mưa trung bình năm 2.513mm. Độ ẩm không khí trung bình 84%. Tuy nhiên cũng như các vùng khác của Tây Nguyên, điều bất lợi cơ bản về khí hậu là sự mất cân đối về lượng mưa trong năm và sự biến động lớn về biên độ nhiệt ngày đêm và theo mùa, nên yếu tố quyết định đến sản xuất và sinh hoạt là việc cấp nước, giữ nước và việc bố trí mùa vụ cây trồng [2-4].

Hiện nay ở khu vực Đăk Nông - Tây Nguyên, nước ngầm là nguồn nước chủ yếu được người dân sử dụng trong việc tưới cây công nghiệp, chủ yếu là tưới cây cà phê. Ước tính cho thấy tỉ lệ lượng nước ngầm và nước từ sông hồ được sử dụng tưới cho cây cà phê tương ứng là 72,2% và 27,8%. Trung bình nhu cầu nước sử dụng tưới cây cà phê trong 5 tháng mùa khô là 2.626.229 m³/ngày. Điều này làm suy giảm đáng kể hàm lượng nước trong tầng chứa nước ở các khu vực canh tác và ảnh hưởng tới sự cân bằng nước dưới đất [4].

Trước tình hình đó, việc phân tích các diễn biến khí hậu ở khu vực Đăk Nông trong những năm gần đây và xây dựng mô hình tưới nước tiết kiệm cho cây cà phê là vấn đề cấp bách. Bài báo này nhằm phân tích xu hướng biến đổi của một số các thông số khí hậu đặc trưng ở Đăk Nông trong khoảng thời gian từ năm 2006 đến 2018 để từ đó đưa ra những nhận định về tác động của biến đổi khí hậu ở khu vực này, đồng thời xây dựng giải pháp tưới tiết kiệm nước cho cây cà phê góp phần thích ứng với biến đổi khí hậu.

2. Phương pháp nghiên cứu

Số liệu khí tượng được thu thập ở Trạm Khí tượng Thủy văn Thị xã Gia Nghĩa (Đăk Nông) trong khoảng thời gian từ 2006 đến năm 2018

[5]. Từ các số liệu thu thập được, chúng tôi tiến hành thống kê và xử lý số liệu bằng excel về các thông số cụ thể như nhiệt độ, lượng mưa, tổng giờ nắng, lượng bốc hơi, độ ẩm trung bình để phân tích xu hướng thay đổi của các thông số khí hậu trong bối cảnh biến đổi khí hậu diễn ra trên phạm vi toàn cầu và tác động sâu sắc đến sản xuất đời sống của người dân trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng.

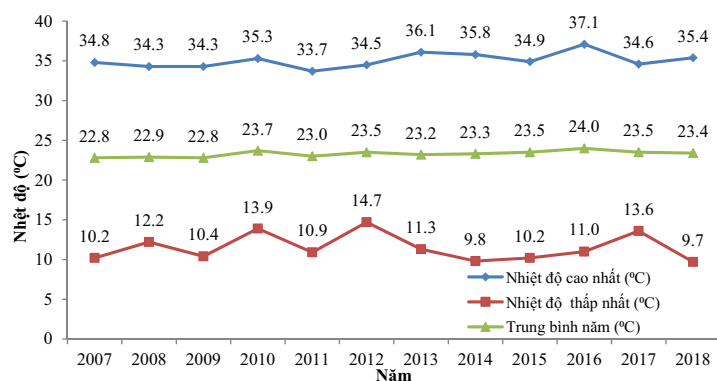
Trên cơ sở phân tích số liệu thứ cấp về số liệu khí tượng thủy văn, đất đai, địa lý và điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội vùng nghiên cứu kết hợp với tham vấn cơ quan, chuyên gia địa phương, đề xuất lựa chọn mô hình dựa theo tiêu chí kinh tế, xã hội, địa lý, nông nghiệp và đặc điểm của vùng nghiên cứu khô hạn. Các số liệu sơ cấp được thu thập qua bộ công cụ đánh giá nông thôn có sự tham gia phỏng vấn người am hiểu, thảo luận nhóm có trọng tâm và phỏng vấn hộ nông dân về các định hướng quy hoạch, sản xuất nông nghiệp, thuận lợi, khó khăn của các hệ thống canh tác truyền thống, vùng khan hiếm nước tưới, mô hình triển vọng, kỹ thuật can cải tiến đồng thời tham vấn và quyết định chọn mô hình, hệ thống canh tác.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Xu hướng thay đổi khí hậu ở Đăk Nông

3.1.1 Về nhiệt độ

Hình 1 thể hiện số liệu nhiệt độ không khí trung bình trong tại trạm khí tượng Gia Nghĩa - Đăk Nông khoảng thời gian từ năm 2007 đến năm 2017. Mức nhiệt độ trung bình trong vòng 6 năm về sau (2013 - 2018) là 35,48°C còn trong 6 năm trước đó (2007 - 2012) là 34,48°C tăng 1,0°C. Trong khi đó nhiệt độ thấp nhất trung bình trong 5 năm về sau là 11,47 trong khi đó nhiệt độ thấp nhất trung bình 5 năm trước đó là 12,05°C giảm 0,5°C. Việc tăng nhiệt độ cao nhất nhưng lại giảm nhiệt độ cao nhất ở khu vực này trong khoảng thời gian nói trên có thể cho thấy được mức độ cực đoan hơn của thời tiết trong những năm gần đây của Đăk Nông. Điều này gây ảnh hưởng không nhỏ đến hoạt động canh tác cũng như nhu cầu nước tưới của cây cà phê.

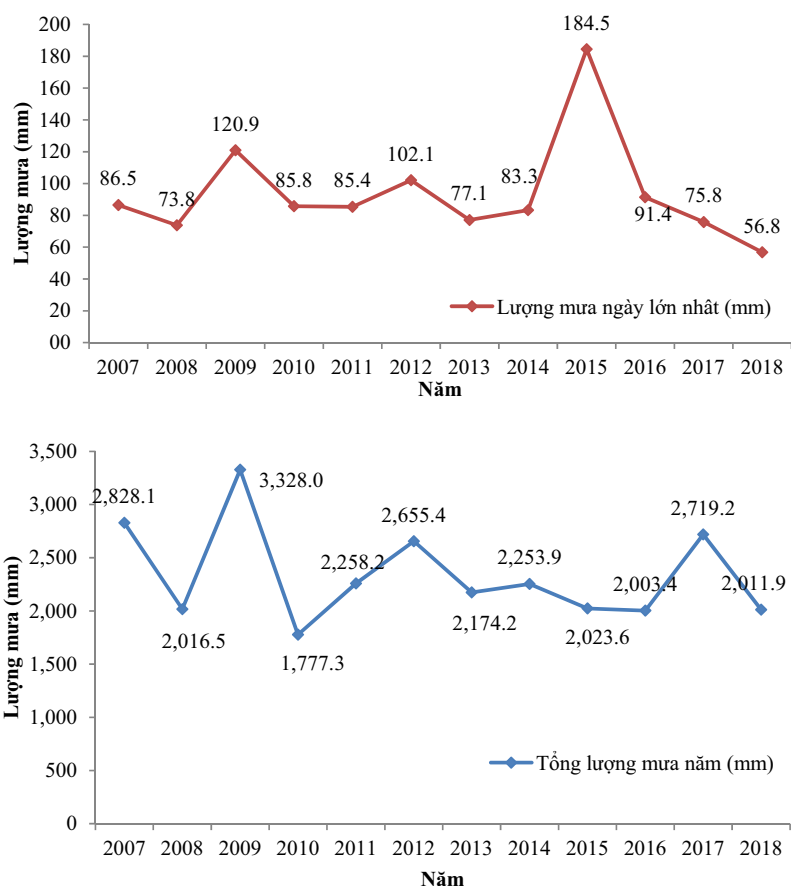


Hình 1. Nhiệt độ không khí trung bình hàng năm ở trạm khí tượng Gia Nghĩa - Đắk Nông (2007-2018)

3.1.2 Về lượng mưa

Kết quả lượng mưa ngày lớn nhất và lượng mưa hàng năm ở trạm khí tượng Đắk Nông trong khoảng thời gian 2007 - 2018 được thể hiện ở hình 2. Từ kết quả này chúng ta thấy rõ ràng trong những năm gần đây lượng mưa ngày lớn nhất có xu hướng biến động nhiều hơn so với những năm trước đó, đỉnh điểm là trong năm 2015 có đỉnh điểm lượng mưa ngày lớn nhất lên

đến 184,5mm, cao nhất trong vòng 10 năm 2007 - 2018. Trong khi đó tổng lượng mưa hàng năm từ năm 2011 đến nay so với những năm trước đó lại giảm đi đáng kể. Từ đó cho thấy lượng mưa ngày càng có xu hướng thay đổi nhiều ở khu vực này và tăng tính dị thường ở khu vực. Sự thay đổi lượng mưa dị thường này gây ảnh hưởng đến kế hoạch sản xuất và sản lượng cây trồng ở khu vực nghiên cứu.

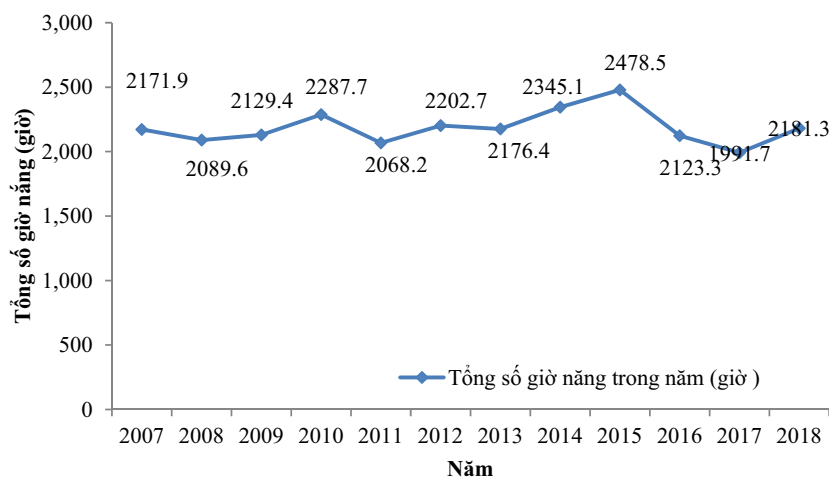


Hình 2. Tổng lượng mưa ở trạm khí tượng Gia Nghĩa (2007-2018):
a) Tổng lượng mưa hàng năm; b) Lượng mưa ngày lớn nhất hàng năm

3.1.1 Tổng số giờ nắng

Kết quả tổng số giờ nắng trong năm và số giờ nắng lớn nhất trong năm được thể hiện ở hình 3. Từ kết quả này cho thấy trong những năm từ năm 2011 đến năm 2018 có tổng số giờ nắng tăng dần và cao hơn đáng kể so với tổng số giờ nắng trong năm trong khoảng thời gian từ năm 2007 đến năm 2011. Đặc biệt là năm 2015 có tổng số giờ nắng lên đến 2478,5 giờ, cao nhất trong vòng 12 năm từ 2007 - 2018. Kết quả này cho thấy xu hướng nắng nhiều và tăng nhiệt độ ở khu vực Đắc Nông trong những năm gần đây.

Tuy nhiên số giờ nắng lớn nhất trong ngày trong khoảng thời gian này tương đối đồng đều giữa các năm. Từ thực tế tổng số giờ nắng tăng rõ rệt trong những năm gần đây nhưng số giờ nắng lớn nhất trong ngày lại không có sự khác biệt nhiều điều này cho thấy rằng, trong những năm gần đây số ngày nắng trong năm nhiều hơn so với trước đây từ đây chứng tỏ có sự dịch chuyển mùa, mùa nắng kéo dài hơn so với mùa mưa. Đây cũng là xu hướng biến đổi chung của khí hậu toàn cầu được nêu ở trong các nghiên cứu về Biến đổi khí hậu.

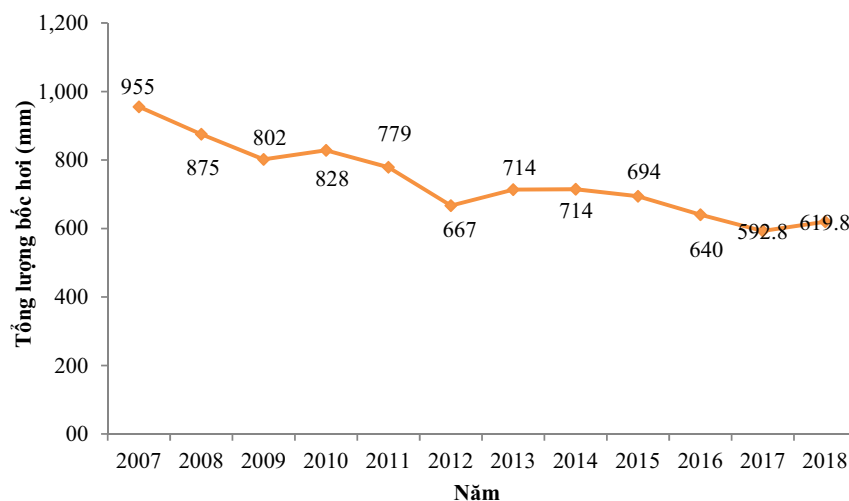


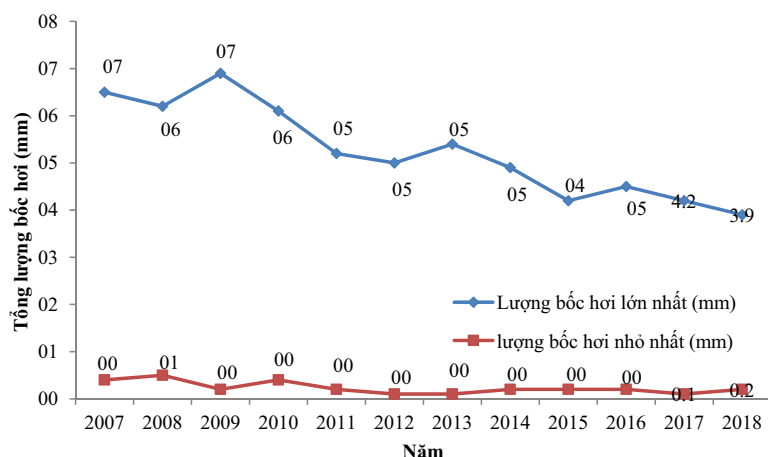
Hình 3. Tổng số giờ nắng trong năm ở trạm khí tượng Gia Nghĩa (2007 - 2018)

3.1.4 Lượng bốc hơi

Kết quả về lượng bốc hơi lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình được thể hiện trong hình 4. Chúng ta dễ dàng thấy rằng lượng bốc hơi trung bình cao nhất có xu hướng giảm dần trong khoảng

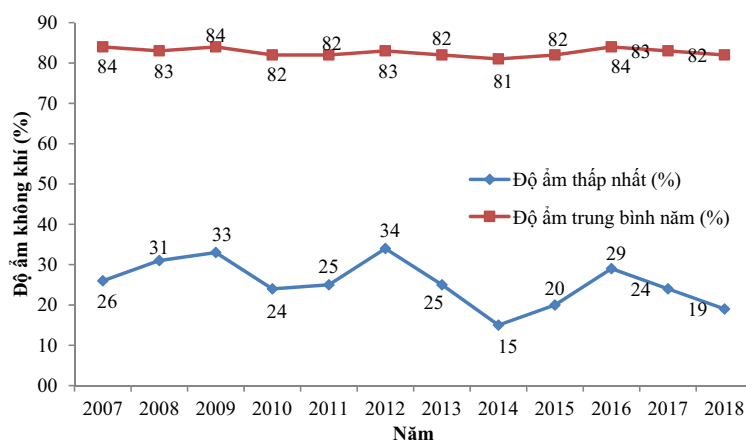
thời gian này nhưng lượng bốc hơi nhỏ nhất có xu hướng thay đổi không đáng kể giữa các năm từ đó kéo theo lượng bốc hơi trung bình hàng năm cũng có xu hướng giảm dần.





Hình 4. Tổng lượng bốc hơi hàng năm, bốc hơi lớn nhất và nhỏ nhất trong năm ở trạm khí tượng (2007 - 2018): a) Tổng lượng bốc hơi hàng năm; b) Tổng lượng bốc hơi lớn nhất và nhỏ nhất trong năm

3.1.5 Độ ẩm trung bình



Hình 5. Độ ẩm không khí trung bình năm ở trạm khí tượng Đắc Nông trong 10 năm (2007 - 2016)

Kết quả độ ẩm trung bình hàng năm và độ ẩm trong bình thấp nhất ở trạm khí tượng Đắc Nông trong 12 năm (2007 - 2018) được thể hiện trong hình 5. Từ kết quả này cho thấy rằng độ ẩm trung bình hàng năm tương đối đồng đều giữa các năm trong khoảng thời gian này. Tuy nhiên độ ẩm trung bình thấp nhất lại có xu hướng giảm trong khoảng thời gian từ năm 2013 đến năm 2018 so với những năm trước đó. Và cũng đồng thời với việc trong những năm này độ ẩm trung bình cao nhất có xu hướng tăng kết quả này thể hiện xu hướng thay đổi và tăng cường không đồng đều của độ ẩm trong những năm gần đây so với các năm trước đó.

3.2 Xây dựng mô hình tưới tiết kiệm nước

cho cây cà phê

Trong những năm gần đây, việc áp dụng công nghệ tưới tiết kiệm nước đặc biệt là công nghệ tiên tiến đã và đang được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi. Việc xây dựng mô hình tưới tiết kiệm thích ứng với tình trạng khan hiếm nguồn nước dưới tác động của biến đổi khí hậu là một giải pháp rất cấp thiết. Dựa trên thực trạng xu hướng thay đổi khí hậu ở Gia Nghĩa - Đắc Nông trong điều kiện biến đổi khí hậu toàn cầu, đề xuất giải pháp xây dựng và thiết kế một hệ thống tưới tiết kiệm nước thông minh trên cơ sở thiết kế một hệ thống cảm biến độ ẩm (*Soil Moisture Sensor*) điều khiển từ xa, từ đó có thể để tính toán và xác định lượng nước tưới đúng thời điểm, chính xác

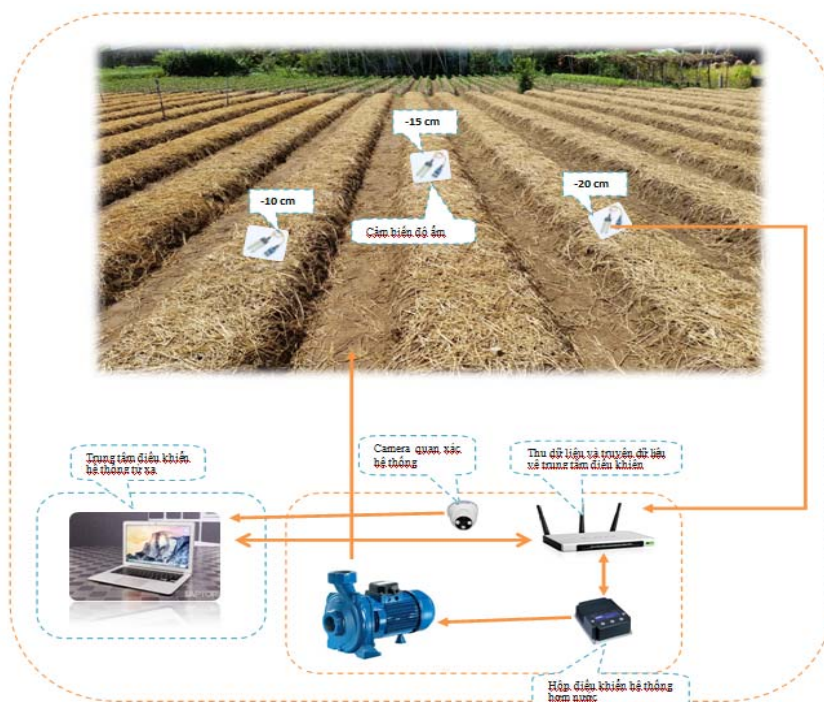
và cần để cung cấp cụ thể cho cây cà phê ở vùng hạn hán là sự cần thiết.

3.2.1 Cơ sở xây dựng phương pháp, mô hình tưới nước thông minh

Các cảm biến độ ẩm đất hoạt động bằng năng lượng mặt trời và được đặt dưới mặt đất ở độ sâu mà khoảng 80% rễ cây phân bố (Hình 6). Thông tin về ẩm độ của đất sẽ được đo đạc thông qua cảm biến đo độ ẩm đất, khi đạt độ ẩm tưới hoặc ngưng tưới, người sử dụng sẽ ra lệnh cho bộ điều khiển trung tâm thông qua gửi tin nhắn điện thoại (máy tính). Bộ điều khiển trung tâm nhận tín hiệu, phân tích và ra lệnh cho việc tắt/mở máy

bơm tưới nước. Khi tưới nước đến ngưỡng thích hợp (đã cây đặt sẵn), hệ thống sẽ tự động tắt [6 - 7].

Người sử dụng có thể dùng máy tính hoặc điện thoại thông minh có kết nối internet (hoặc qua tính nhắn điện thoại) để quan sát tình trạng cây trồng và điều khiển hệ thống tức thời thông qua hệ thống camera quan sát lắp đặt theo dõi hoạt động của hệ thống. Trong đó, phương pháp tưới cho cây cà phê được sử dụng là phương pháp tưới phun mưa kết hợp cảm biến độ ẩm [8].



Hình 6. Mô hình minh họa bố trí thử nghiệm hệ thống tưới nước tự động điều khiển từ xa

3.2.2 Xây dựng mô hình dự kiến cho cây cà phê ở Đắk Nông

Mô hình sẽ được bố trí thử nghiệm trên cây cà phê ở Đắk Nông với diện tích thử nghiệm là 1000m². Mô hình lựa chọn thử nghiệm phương pháp tưới phun mưa kết hợp cảm biến độ ẩm đất. Hai mẫu đối chứng có cùng diện tích 1000m² được tưới theo phương pháp truyền thống - tưới đẫm gốc và tưới theo phương pháp phun mưa cục bộ nhưng không lắp đặt cảm biến độ ẩm. Cây cà phê trên các mẫu đều có cùng giống, cùng thời đoạn sinh trưởng, được áp dụng các kỹ thuật

canh tác khác như phân bón, chăm sóc, quản lý dịch hại như nhau.

Trên cơ sở đó, so sánh, tính toán năng suất cuối mùa vụ, lượng nước được tiết kiệm, chi phí đầu tư (nhân công, phân, thuốc, giống, vật tư...), một số chỉ tiêu về hiệu quả tài chính, môi trường khác của cả ba mẫu. Từ đó, chứng minh tính hiệu quả của phương pháp tưới.

Sự thành công của của nghiên cứu này không những giải quyết được bài toán về tình trạng thiếu nước nghiêm trọng như hiện nay mà còn góp phần rất lớn trong việc tiết kiệm năng lượng,

hạn chế thất thoát lượng phân bón cho cây trồng do quá trình rửa trôi khi tưới, hạn chế tối đa hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn tiếp nhận, góp phần bảo vệ môi trường hướng đến tăng trưởng xanh và phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước.

4. Kết luận

Thông qua việc phân tích số liệu về nhiệt độ, lượng mưa, số giờ nắng, ở trạm khí tượng Đắc Nông trong khoảng thời gian từ năm 2007 đến 2018, kết quả cho thấy xu hướng biến đổi khí hậu trong thời gian này như sau: trong khoảng thời gian (2013 - 2018) so với giai đoạn (2007-2012) nhiệt độ cao nhất trung bình tăng 1°C, nhiệt độ thấp nhất trung bình giảm 0,5°C; tổng lượng mưa, số giờ nắng và độ giữa các năm thay đổi không đáng kể nhưng tính dị thường tăng lên rõ rệt. Với các kết quả này ta chưa thể kết luận rằng có sự biến đổi khí hậu diễn ra trong khu vực khảo sát, tuy nhiên những sự thay đổi này đòi hỏi sống và hoạt động sản xuất nông nghiệp ở địa

phương. Đề xuất giải pháp xây dựng mô hình tưới tiết kiệm nước thông minh trên cơ sở thiết kế một hệ thống cảm biến độ ẩm (*Soil Moisture Sensor*) điều khiển từ xa, từ đó có thể để tính toán và xác định lượng nước tưới đúng thời điểm, chính xác có thể giúp tiết kiệm được lượng nước và có thể tăng năng suất cây trồng do tưới đúng thời điểm và đủ lượng nước trước thực trạng biến đổi khí hậu như hiện nay là một trong những giải pháp công nghệ hiệu quả có tiếp cận nền nông nghiệp 4.0. Sự thành công của nghiên cứu này không những giải quyết được bài toán về tình trạng thiếu nước nghiêm trọng như hiện nay mà còn góp phần rất lớn trong việc tiết kiệm năng lượng, hạn chế thất thoát lượng phân bón cho cây trồng do quá trình rửa trôi khi tưới, hạn chế tối đa hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn tiếp nhận, góp phần bảo vệ môi trường hướng đến tăng trưởng xanh và phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Chương trình khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016 - 2020 đã hỗ trợ tài chính cho việc thu thập số liệu để hoàn thành bài báo này trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu công nghệ tưới nước thông minh, tiết kiệm bằng hệ thống cảm biến độ ẩm (*Soil Moisture Sensor*) cho một số loại cây trồng ở vùng hạn hán Tây Nguyên và Duyên hải Nam Trung Bộ”, Mã số: BDKH.08/16-20.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Văn Cự (2008), *Cuốn sách những kiến thức cơ bản về Biến đổi khí hậu*. Trung tâm Quốc tế nghiên cứu Biến đổi khí hậu Toàn cầu.
2. Cổng thông tin điện tử tỉnh Đắc Nông (2018), *Điều kiện tự nhiên và xã hội tỉnh Đắc Nông*.
3. Ủy Ban nhân dân tỉnh Đắc Nông (2006), *Báo cáo tổng hợp: quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất tỉnh Đắc Nông đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020*.
4. Cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (Jica) (2018), *Khảo sát thu thập số liệu về quản lý tài nguyên nước tại khu vực Tây Nguyên*.
5. Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên (2007 - 2018), *Số liệu khí tượng trạm Đắc Nông và Đăkmil từ năm 2007 đến 2018*.
6. Pardossi, A., Incrocci, L., Incrocci, G., Malorgio, F., Battista, P., Bacci, L., Rapi, B., Marzioletti, P., Hemming, J., Balendonck, J., (2009), *Review Root Zone Sensors for Irrigation Management in Intensive Agriculture*. *Sensors*, 9, 2809-2835.
7. Avatade, S.S., Dhanure, S.P., (2015), *Irrigation System Using a Wireless Sensor Network and GPRS*. *Ijarce*, 4 (5), 521-524.
8. Cancela, J.J., Fandiño, M., Rey, B.J., Martínez, E.M., (2015), *Automatic irrigation system based on dual crop coefficient, soil and plant water status for Vitis vinifera (cv Godello and cv Mencía)*. *Agricultural Water Management*, 151, 52-63.

ANALYSIS THE TREND OF CLIMATE CHANGE IN DAKNONG PROVINCE IN THE SITUATION OF GLOBAL CLIMATE CHANGE AND PROPOSE THE SMART IRRIGATION MODEL FOR COFFEE TREES IN GIA NGHIA - DAKNONG

Ho Thi Thanh Van¹, Dinh Thi Nga¹

¹ Hochiminh City University of Natural Resources and Environment, Hochiminh city, Vietnam

Abstract: This study aimed to investigate the the trend of climate change in Daknong province and propose the smart water-saving irrigation model for coffee trees in Gia Nghia - Daknong. In order to achieve the study purpose, the climate parameters such as temperature, precipitation, number of sunny hours, evaporation, average humidity were collected at Dak Nong meteorological station from 2007 to 2018. The results showed that there is a climate change in the study area during the survey period: temperature tends to increase, precipitation changes. This affects the life and agricultural activities of local residents. From there, a smart water-saving irrigation model is proposed by using a soil moisture, sensor remote control, so that it is possible to calculate and determine the suilable amount of irrigation water at the right time, therefore it can help to save water and increase crop yields. This model contributes to solving the problem of water shortage and climate change adaptation towards green growth and sustainable development of water resources.

Keywords: Climate change, Temperature, Precipitation, Number of sunny hours, Evaporation, Average humidity, Smart irrigation model.