



## ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ TIẾT KIỆM NƯỚC MÔ HÌNH TƯỚI PHUN MƯA TỰ ĐỘNG CHO CÂY HÀNH TÍM TẠI HUYỆN VĨNH CHÂU, TỈNH SÓC TRĂNG

Hồng Minh Hoàng<sup>1</sup>, Lê Anh Tuấn<sup>1</sup>, Lê Văn Dũ<sup>1</sup>, Trương Như Phụng<sup>1</sup> và Đặng Trâm Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

### ABSTRACT

Groundwater is the main water source for agricultural cultivations in the Vinh Chau district, but it has been depressed significantly due to over-exploitation. The study aims to save water used for shallot production by applying automatic irrigation model (the Sprinklers system). The treatments of automatic irrigation were designed for 2 seasons in the study area: earlier and later season. The amount of irrigation water for shallot was determined by the CropWat model and the irrigation schedule was set based on in-situ soil moisture, measured by Takemura DM -15. The results showed that the automatic sprinklers system model saved about 25% - 69% of irrigating water and 80% - 90% of time for irrigating (calculated per 1.000m<sup>2</sup>), without any significant changes of the yield, compared to traditional irrigation method. The investment costs for automatic sprinklers system were estimated about 8 million VND/1.000m<sup>2</sup> and it could be used for about a 4 year-period (depending on actual farming practices) for various plants. In conclusion, the automatic irrigation can be used to alter traditional technology of local famers to improve production efficiency, reduce negative impacts on groundwater and adapt to water shortage in the future.

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 26/06/2016

Ngày chấp nhận: 22/12/2016

### Title:

Evaluating the economic efficiency and water-saving of automatic irrigation model for Shallot crop in Vinh Chau district, Soc Trang province

### Từ khóa:

Cây hành tím, biến đổi khí hậu, tiết kiệm nước tưới, mô hình CropWat, hệ thống tưới tự động

### Keywords:

Shallot crop, climate change, saving irrigation water, CropWat model, automatic irrigation system

### TÓM TẮT

Nước dưới đất là nguồn nước chính phục vụ cho sản xuất nông nghiệp ở huyện Vĩnh Châu, nhưng nguồn nước này đang bị sụt giảm nghiêm trọng do khai thác quá mức. Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục đích tiết kiệm lượng nước tưới cho sản xuất nông nghiệp bằng kỹ thuật tưới phun mưa tự động, áp dụng trên cây hành tím. Các nghiệm thức tưới bằng kỹ thuật phun mưa tự động được xây dựng cho 2 vụ hành sớm (HS) và hành muộn (HM) tại khu vực nghiên cứu. Lượng nước tưới cho cây hành tím được xác định qua mô hình tính toán nhu cầu nước cho cây trồng (CropWat), thời gian tưới dựa vào độ ẩm và được xác định qua thiết bị đo độ ẩm (Takemura DM -15). Kết quả nghiên cứu cho thấy kỹ thuật tưới phun mưa tự động có thể tiết kiệm 25% - 69% lượng nước tưới, 80 - 90% thời gian tưới nhưng vẫn đảm bảo năng suất so với kỹ thuật canh tác truyền thống của người dân. Chi phí đầu tư cho mô hình là khoảng 8 triệu đồng/1000m<sup>2</sup> và thời gian sử dụng được khoảng 4 năm cho nhiều loại cây trồng khác nhau. Kết quả quan trọng là kỹ thuật tưới phun mưa tự động có thể thay thế kỹ thuật tưới truyền thống của người dân nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất, giảm tác động đến nguồn nước dưới đất và thích ứng với hiện trạng thiếu nước tưới trong tương lai.

Trích dẫn: Hồng Minh Hoàng, Lê Anh Tuấn, Lê Văn Dũ, Trương Như Phụng và Đặng Trâm Anh, 2016. Đánh giá hiệu quả kinh tế và tiết kiệm nước mô hình tưới phun mưa tự động cho cây hành tím tại huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 47a: 1-12.

## 1 GIỚI THIỆU

Hành tím (Shallot) có tên khoa học là *Allium cepa* var *ascalonicum*, thuộc nhóm rau ăn củ và được xem là một trong những đặc sản của tỉnh Sóc Trăng, có giá trị kinh tế cao và có một vị trí quan trọng trong cơ cấu cây trồng của huyện Vĩnh Châu (Đặng Thị Cúc, 2008). Huyện Vĩnh Châu có truyền thống canh tác hành tím lâu đời và có diện tích trồng hành tím nhiều nhất cả nước. Toàn huyện có diện tích trồng màu lương thực và cây công nghiệp gần 10.500 ha; trong đó diện tích trồng hành tím là 6.500 ha, chiếm 62% diện tích trồng màu của huyện (Hội đồng nhân dân huyện Vĩnh Châu, 2014). Trong những năm gần đây, việc canh tác hành tím tại Vĩnh Châu bắt đầu có chiều hướng suy giảm, năng suất không ổn định và chất lượng kém, khó bảo quản và tồn trữ sau thu hoạch. Nguyên nhân chính là do việc mở rộng diện tích cùng với thâm canh cao, đặc biệt là nông dân lạm dụng phân hóa học và thuốc hóa học đã làm gia tăng sâu bệnh hại trên cây hành tím (Nguyễn Thị Lộc, 2012).

Nguồn nước là một trong những yếu tố quan trọng trong quá trình phát triển của cây trồng, tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên, đặc tính cây trồng và đặc điểm của khu vực mà có những phương pháp tưới khác nhau như: tưới ngập (surface irrigation), tưới phun (sprinkler irrigation), tưới ngầm (subsurface irrigation) hay tưới nhỏ giọt (drip irrigation) (FAO, 2001). Dựa vào các phương pháp cơ bản trên, hiện nay đã có trên 30 phương pháp tưới được nghiên cứu và áp dụng cho từng loại cây trồng với các điều kiện tự nhiên khác nhau (Big Picture Agriculture, 2013). Đối với cây trồng, việc cung cấp đúng lượng nước, phân bón cho nhu cầu phát triển và sinh trưởng là rất quan trọng; nếu cung cấp thừa, thiếu hoặc không đúng thời gian đều ảnh hưởng đến sự phát triển của cây (Wassmann *et al.*, 2004; Lê Anh Tuấn, 2005; Steduto *et al.*, 2012; Wang and Baerenklau, 2014). Bên cạnh đó, chất lượng nguồn nước và đất cũng ảnh hưởng đáng kể đến lượng phân bón cần cung cấp, nếu trong nước và đất có nhiều vi lượng sẽ làm giảm lượng phân bón cung cấp cho cây trồng (Buttar *et al.*, 2014; Levy *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2014). Hiện nay, phần lớn ở các nước phát triển như Mỹ, Úc, Hà Lan, Israel... đều áp dụng các kỹ thuật công nghệ cao trong sản xuất nông nghiệp nhằm sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên nước, giảm tác động đến môi trường và lực lượng lao động cũng như nâng cao năng suất cây trồng. Bên cạnh đó, các giải pháp tưới tiết kiệm nước cũng được đặt biệt quan tâm ở các vùng khan hiếm nguồn nước tưới như: ven biển, sa mạc, bán sa mạc... (Mohammad *et al.*, 2013; Hedley *et al.*, 2014).

Đối với Việt Nam, công nghệ tưới tiết kiệm nước được bắt đầu từ năm 1993 và chủ yếu là thực nghiệm tại các cơ sở sản xuất; tuy nhiên, hệ thống tưới tiết kiệm nước ở mức thấp và đơn giản. Hệ thống còn hạn chế ở độ bền và tuổi thọ chưa cao do thiết bị đường ống không được sản xuất chuyên dùng (Viện Quy hoạch Thủy Lợi, 2000). Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước trong nông nghiệp ở Việt Nam tuy vẫn còn hạn chế về kỹ thuật nhưng đã giúp tiết kiệm được lượng nước tưới đáng kể và vẫn đảm bảo được năng suất cây trồng (Nguyễn Thị Bích Hằng, 2011). Vấn đề tưới tiết kiệm nước cho cây trồng ở Việt Nam đang được sự quan tâm đáng kể do nhu cầu của sự phát triển và sự tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến nguồn tài nguyên nước trong tương lai. Nhiều nghiên cứu về việc tưới tiết kiệm nước được thực hiện như: Mô hình tưới tiết kiệm nước và xác định chế độ tưới hợp lý cho cây dứa ở Nông trường sông Bôi, tỉnh Hoà Bình, bao gồm việc xác định điều kiện ứng dụng, tính toán nhu cầu nước cho cây trồng, thiết kế, lắp đặt và quy trình vận hành hệ thống tưới (Đình Vũ Thanh và Đoàn Doãn Tuấn, 2007); nghiên cứu về biện pháp tủ gốc giữ ẩm cho cây dứa của Phạm Thị Minh Thư và Nguyễn Trọng Hà (2010) cho kết quả là việc tủ gốc giữ ẩm có tác dụng làm tăng giá trị độ ẩm đất và giảm được lượng nước tưới và làm tăng tỉ lệ ra hoa, năng suất dứa từ 14,7-17,3% so với không tủ gốc giữ ẩm; mô hình tưới nhỏ giọt và có che phủ nilong áp dụng trên cho cây cà chua theo nghiên cứu của (Trần Thái Hùng, 2008) đã cho thấy rằng có thể tiết kiệm được lượng nước gấp đôi so với phương pháp canh tác truyền thống thực tế; trong các nghiên cứu thuộc dự án chương trình nghiên cứu về thích ứng với biến đổi khí hậu hợp tác giữa Trường Đại học Cần Thơ và Trung tâm Nghiên cứu trường Đại học Wageningen, Hà Lan (2011 - 2014) đã đưa ra nhiều giải pháp về lưu trữ nước phục vụ cho sản xuất vào mùa khô cho người dân ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên, những nghiên cứu về các phương pháp tưới tiết kiệm nước cho cây trồng hầu hết là áp dụng cho vùng đất phù sa; trong khi đó, đối với vùng đất cát ven biển vẫn chưa được quan tâm cao trong nghiên cứu. Hiện nay, sản xuất nông nghiệp ở vùng ven biển ngày càng gia tăng dẫn đến nguồn nước dưới đất ngày càng suy giảm nghiêm trọng do sự khai thác phục vụ cho nhu cầu sử dụng của người dân. Theo kết quả nghiên cứu của Huỳnh Văn Hiệp và Trần Văn Tý (2012); Trần Trọng Duy (2014); và Ngân Kiều (2013) thì mực nước ngầm ở tỉnh Trà Vinh và Sóc Trăng đang sụt giảm nghiêm trọng, đặc biệt là trong mùa khô mực nước ngầm trung bình sụt giảm từ 4 đến 9 m. Do vậy, nghiên cứu **“Đánh giá hiệu quả kinh tế và tiết kiệm nước của mô hình tưới phun mưa tự động cho**

**cây hành tím tại huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng**” được thực hiện nhằm mục đích tưới hiệu quả và tiết kiệm cho cây hành tím trong quá trình canh tác. Thêm vào đó, mục đích của đề tài là nhằm góp phần nâng cao hiệu quả trong quá trình sản xuất hành tím và giảm tác động đến nguồn nước dưới đất cũng như đảm bảo nguồn nước tưới

trong tương lai trước các thách thức khó khăn về nguồn nước tưới tại khu vực nghiên cứu.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Số liệu đầu vào

Số liệu đầu vào cho mô hình CropWat tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 1.

**Bảng 1: Các chỉ tiêu và giá trị đầu vào cho mô hình CropWat tại khu vực nghiên cứu**

STT	Yếu tố	Đơn vị	Giá trị	Tham khảo
<b>Số liệu khí tượng</b>				
1	Nhiệt độ, lượng mưa, tốc độ gió, độ ẩm, số giờ nắng và lượng nước bốc hơi từ 2010 - 2014	Theo ngày	Bộ số liệu	Trung tâm quan trắc khí tượng tỉnh Sóc Trăng.
<b>Số liệu đất</b>				
2	Độ ẩm ban đầu	%	16	Thu mẫu trực tiếp và Phân tích tại Khoa Nông nghiệp – Trường Đại học Cần Thơ.
	Độ ẩm đồng ruộng (FC)	%	41	
	Độ ẩm héo cây (WP)	%	8.2	
	Hệ số thấm (Ksat)	m/h	6,62	
<b>Số liệu cây trồng</b>				
3	Chiều cao cây trung bình	cm	45	Đo trực tiếp tại khu vực nghiên cứu.
	Độ sâu rễ trung bình	cm	30	
	Hệ số p	-	1,1	Food and Agriculture
	Hệ số K <sub>y</sub>	-	0,3	Organization (FAO). 1998.

Các số liệu liên quan đến việc canh tác hành tím như thời gian tưới, kỹ thuật tưới và nguồn nước tưới được thu thập trực tiếp tại khu vực nghiên cứu qua phỏng vấn trực tiếp các hộ dân.

### 2.2 Khu vực nghiên cứu

Huyện Vĩnh Châu thuộc vùng đồng bằng ven biển phía Nam của tỉnh Sóc Trăng, có tiềm năng lớn về phát triển kinh tế biển và vùng ven biển. Huyện có chiều dài bờ biển trên 43 km là vùng biển được bồi tụ hàng năm. Huyện Vĩnh Châu có cửa sông Mỹ Thanh đổ ra biển nên có lợi thế lớn đối với phát triển nuôi trồng và khai thác thủy, hải sản, sản xuất muối, vận tải đường thủy, mở rộng

diện tích rừng phòng hộ và phát triển du lịch sinh thái ven biển. Vĩnh Châu có tọa độ địa lý từ 9°22’ đến 9°24’ vĩ độ Bắc và từ 106°05’ đến 106°42’ kinh độ Đông. Đặc điểm khu vực nghiên cứu là vùng canh tác nông nghiệp lúa và hoa màu trong đó hành tím là cây trồng chính. Đặc tính đất ở khu vực khảo sát chủ yếu là đất cát pha thịt nhẹ nên giữ nước kém, nguồn nước chủ yếu phục vụ cho sinh hoạt và sản xuất là nguồn nước dưới đất. Đa số các hộ dân được khảo sát tại khu vực nghiên cứu là người dân tộc Khmer, Hoa và kỹ thuật canh tác của người dân còn chưa cao. Khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Hình 1.



**Hình 1: Bản đồ khu vực khảo sát tại huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng (đấu chấm đỏ trong hình là tọa độ các hộ dân được phỏng vấn tại khu vực nghiên cứu)**

### 2.3 Xây dựng mô hình tưới phun mưa cho cây hành tím

#### a. Xác định lượng nước tưới cho cây hành tím

Nhu cầu nước tưới cho cây hành tím được xác định qua mô hình Cropwat, tính toán trên cơ sở cân bằng nước (nhu cầu nước và lượng nước cần cung cấp) kết hợp với các điều kiện thời tiết (nhiệt độ, lượng mưa, bốc thoát hơi) và điều kiện tự nhiên về đất đai và loại cây trồng (FAO, 1998). Nhu cầu nước tưới của cây trồng ( $ET_c$ ) trong mô hình CropWat được tính toán theo các công thức Penman Motheith (CT2 và CT3).

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (CT 2)$$

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (CT 3)$$

Trong đó:  $ET_c$ : Nhu cầu nước tưới cho cây trồng (mm/ngày),  $K_c$ : Hệ số sinh lý cây trồng,  $ET_o$ : Bốc thoát hơi nước (mm ngày<sup>-1</sup>),  $R_n$ : Lưới bức xạ trên bề mặt cây trồng (MJ m<sup>-2</sup> ngày<sup>-1</sup>),  $G$ : Thông lượng nhiệt của đất (MJ m<sup>-2</sup> ngày<sup>-1</sup>),  $T$ : Nhiệt độ trong bình không khí tại độ cao 2 m (°C),  $U_2$ : Tốc độ gió tại 2 m chiều cao so với mặt đất (m.s<sup>-1</sup>),  $e_s$ : Áp suất hơi nước bão hòa (kPa),  $e_a$ : Áp suất hơi giữa nhiệt độ với áp suất hơi bão hòa tại nhiệt độ  $t$  (kPa °C<sup>-1</sup>),  $\gamma$ : Hằng số biểu nhiệt (kPa °C<sup>-1</sup>).

#### b. Xây dựng mô hình tưới nước phun mưa tự động cho cây hành tím

Mô hình tưới nước cho cây hành tím được xây dựng theo kỹ thuật tưới phun mưa tự động và bố trí tại khu vực nghiên cứu trên diện tích 2000 m<sup>2</sup> qua 2 vụ hành sớm và hành muộn (Hình 2). Khu vực thí nghiệm được bố trí thành 3 nghiệm thức chính gồm: (1) nghiệm thức tưới phun mưa dựa vào độ ẩm được tính toán từ mô hình CropWat (diện tích 300 m<sup>2</sup>); (2) nghiệm thức tưới phun mưa dựa vào độ ẩm được hiệu chỉnh lại từ kết quả mô phỏng độ ẩm của mô hình CropWat (diện tích 700 m<sup>2</sup>); và (3) nghiệm thức tưới theo cách tưới truyền thống của người dân (diện tích 1000 m<sup>2</sup>). Trong đó, Nghiệm thức (1) được bố trí theo số liệu thực tế qua kết quả tính toán từ mô hình CropWat nhằm để so sánh với hiệu quả canh tác của người dân và kiểm định lại với kết quả ban đầu tính toán từ điều

kiện thực tế qua mô hình CropWat. Nghiệm thức (2) được hiệu chỉnh lại từ kết quả mô phỏng của mô hình CropWat nhằm phù hợp với điều kiện thực tế theo phương pháp của Viện Quy hoạch Thủy lợi (2000) và là nghiệm thức chính để so sánh với kỹ thuật canh tác của người dân. Nghiệm thức 3 là nghiệm thức đối chứng để so sánh hiệu quả của mô hình tưới phun mưa tự động và ở mỗi nghiệm thức được thiết kế nhiều luống trồng hành như một nghiệm thức lặp lại. Các chỉ tiêu so sánh hiệu quả giữa mô hình tưới phun mưa tự động so với mô hình canh tác truyền thống của người dân bao gồm: (1) lượng nước tưới; (2) thời gian tưới; và (3) hiệu quả kinh tế.

Hệ thống mô hình tưới phun mưa tự động gồm các thành phần chính như: Máy bơm (1.5hp), ống dẫn nước chính (Ø 34), ống nhánh (Ø 27), van (Ø 34), và vòi phun nước. Phương pháp bố trí vòi phun được dựa theo cách bố trí hình tam giác (dựa vào tốc độ gió trước khi tưới) theo TCVN 9170:2012 về Hệ thống tưới tiêu - Yêu cầu kỹ thuật tưới bằng phương pháp phun mưa, với khoảng cách bố trí giữa các vòi phun nước là  $a = b = 1,75 * 2,4 \approx 4$  m và mỗi đường ống chính dẫn vào luống hành của mô hình đều được lắp một van khóa nước. Nguyên lý hoạt động của mô hình dựa vào độ ẩm tối hạn (FC và WP) được xác định qua thiết bị đo độ ẩm Takemura DM -15. Khi độ ẩm xuống mức tối hạn cần tưới (WP), máy bơm sẽ được mở và mở van khóa nước đường ống chính vào luống trồng hành, nếu đạt mức tưới hạn trên (FC) thì ngưng tưới. Cách tưới nước cho hành tím được thể hiện qua CT 4, và độ ẩm tưới hạn được thể hiện ở Bảng 2.

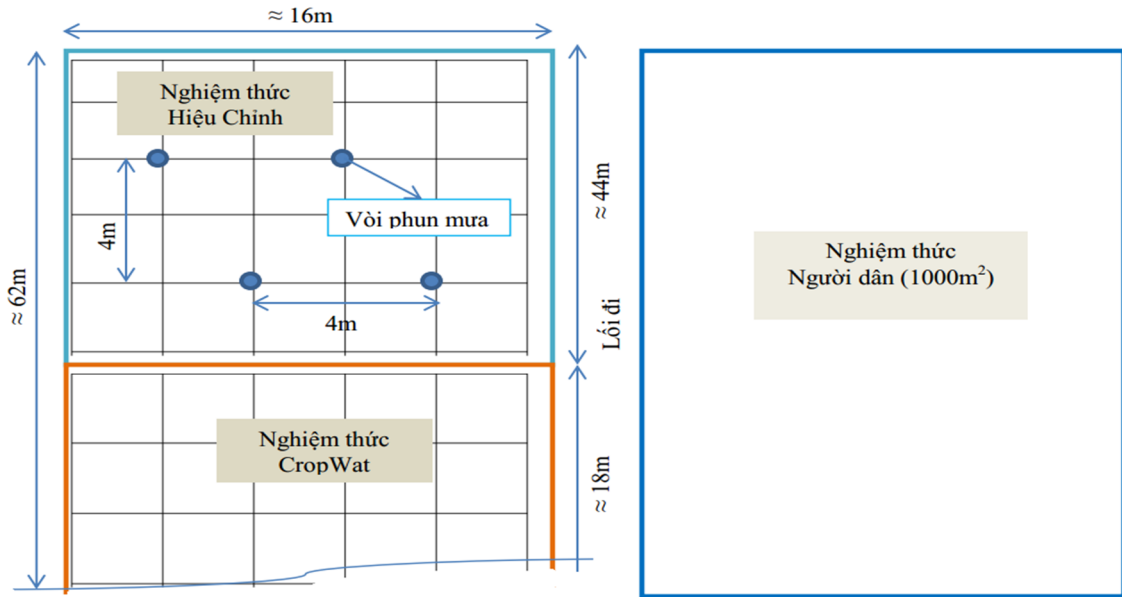
$$FC \geq Q_t \geq WP; \text{ khi } Q_t \leq WP \rightarrow \text{Bắt đầu tưới} \\ \text{và } Q_t \geq FC \rightarrow \text{Ngưng tưới} \quad (CT4)$$

Trong đó:  $Q_t$ : Lượng nước cần cung cấp cho cây trồng tại thời điểm  $t$  (m<sup>3</sup>/ha); FC: Độ ẩm đồng ruộng (được quy đổi ra lượng nước) mà khi đạt giá trị này sẽ ngưng tưới (m<sup>3</sup>/ha); WP: Độ ẩm héo cây (được quy đổi ra lượng nước) mà tại đó cần cung cấp nước cho cây trồng (m<sup>3</sup>/ha), trong mô hình tưới phun mưa thực tế giá trị  $WP = 2/3 FC$  (Viện Quy hoạch Thủy lợi, 2000).

**Bảng 2: Độ ẩm giới hạn cho các nghiệm thức tưới**

Nghiệm thức	Độ ẩm tưới	Độ ẩm ngưng tưới	Diện tích (m <sup>2</sup> )
CropWat	≈ 35%	≈ 45%	300
Hiệu chỉnh	≈ 40%	≈ 60%	700
Người dân	Tùy theo người dân	Tùy theo người dân	1000





Hình 2: Sơ đồ bố trí các nghiệm thức tưới tại hộ dân Thạch An ở phường 2 thị xã Vĩnh Châu

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Hiện trạng canh tác nông nghiệp và nguồn nước sử dụng cho nhu cầu tưới

Hoạt động sản xuất nông nghiệp ở khu vực nghiên cứu khá phong phú và đa dạng với nhiều loại cây trồng khác nhau phân bố đều trong năm; trong đó, hành tím là cây trồng chủ yếu (Hình 3). Các loại cây trồng chính tại khu vực nghiên cứu như: hành tím, lúa, củ cải, và các loại cây trồng ngắn ngày khác (Bảng 3). Kết quả khảo sát 60 hộ

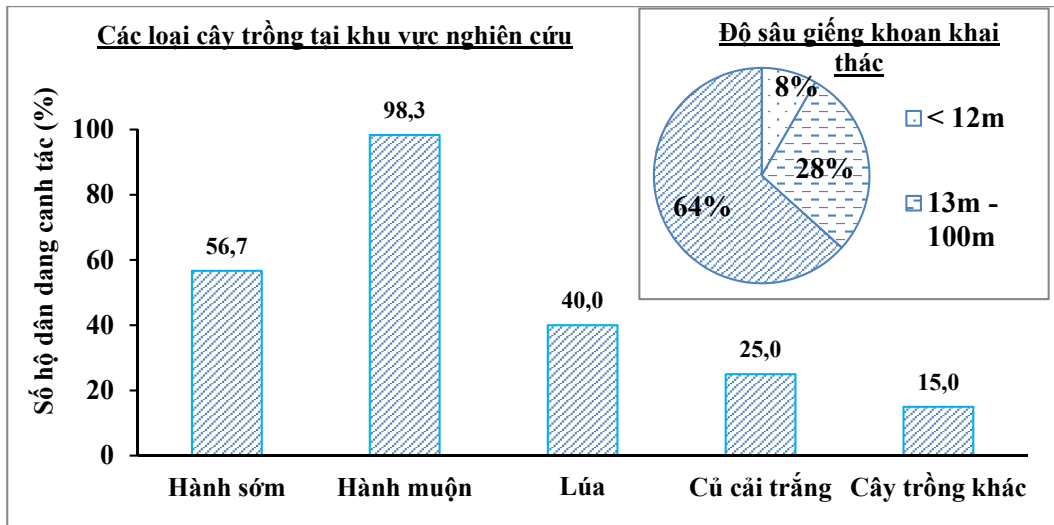
dân cho thấy, hầu hết tất cả các hộ dân đều trồng hành tím trong vụ chính (chiếm 98%) và có 56,7% số hộ trồng hành sớm (hành giống) để tăng thêm thu nhập và cung cấp giống cho vụ hành muộn (vụ hành chính). Ngoài ra, các loại cây trồng khác như cây lúa và củ cải trắng cũng được người dân trồng nhiều (chiếm 40% và 25% số hộ dân), một số ít hộ dân còn lại trồng các loại cây khác như: ớt, đậu phộng và dưa hấu (chiếm 15%).

Bảng 3: Thời gian phân bố cây trồng trong năm tại khu vực nghiên cứu

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lúa								x	x	x		
Hành Muộn	x	x									x	x
Hành Sớm			x	x	x							
Các loại rau màu khác					x	x	x	x				

Nguồn nước chính sử dụng tưới cho canh tác nông nghiệp ở huyện Vĩnh Châu là nguồn nước ngầm và đang suy giảm trong thời gian qua theo nhận định của người dân. Tầng nước khai thác dao động trong khoảng từ 5 – 170 m; trong đó, chia làm 3 loại gồm: (1) giếng có độ sâu (<12 m); (2) giếng có độ sâu lớn hơn 12 m và nhỏ hơn 100 m;

và (3) giếng có độ sâu lớn hơn 100 m. Qua kết quả phỏng vấn cho thấy, hầu hết các hộ dân đang khai thác ở tầng nước dưới đất >100 m (chiếm 64%), có khoảng 28% các hộ dân đang khai thác ở tầng nước dưới đất từ 12 – 100 m, còn lại là khai thác nước dưới đất có độ sâu dưới 12 m (chiếm 8%). Kết quả được thể hiện qua Hình 3.



Hình 3: Thông tin về các loại cây trồng chính tại khu vực nghiên cứu

**3.2 Phương pháp tưới nước cho cây hành tím của người dân tại khu vực nghiên cứu**

Theo kết quả phỏng vấn cho thấy, hầu hết người dân ở khu vực nghiên cứu sử dụng mô-tơ để bơm tưới và kỹ thuật tưới nước chủ yếu dựa vào kinh nghiệm truyền thống. Trong mùa vụ, người dân chia ra nhiều giai đoạn tưới nước khác nhau và phần lớn các hộ dân chia ra 2 hoặc 3 giai đoạn tưới chiếm 83%, trong đó số hộ dân chia ra 2 giai đoạn tưới chiếm 45%. Một số hộ dân chia ra 4 giai đoạn tưới chiếm 15% và chỉ có 2% số hộ dân chỉ tưới một giai đoạn trong suốt mùa vụ (Bảng 4). Người dân thường tưới nước 2 lần trong ngày (tưới sáng

và chiều) và mỗi giai đoạn tưới có thời gian tưới khác nhau và thời gian tưới vào buổi sáng nhiều hơn thời gian tưới vào buổi chiều. Thời gian tưới nước cho cây hành tím tại khu vực nghiên cứu dao động từ 1,7h – 3h/ngày và trung bình là 2,1h/ngày. Đối với hộ dân chia làm 4 giai đoạn tưới thì thời gian tưới sáng và tưới chiều có sự tương đương nhau ở cặp giai đoạn (1 – 3) và cặp giai đoạn (2 - 4). Thời gian tưới sáng và tưới chiều ở giai đoạn 1 là (1,1h – 1,1h) và giai đoạn 3 là (1,3h – 1,2h). Trong khi đó, ở giai đoạn 2 và giai đoạn 4 người dân chỉ tập trung tưới vào buổi sáng và không tưới hoặc tưới rất ít và buổi chiều.

**Bảng 4: Thời gian trung bình các giai đoạn tưới và thời gian tưới nước cho cây hành tím tại khu vực nghiên cứu trên diện tích tưới truyền thống (1000 m<sup>2</sup>)**

Cách tưới	% số hộ dân	Giai đoạn 1		Giai đoạn 2		Giai đoạn 3		Giai đoạn 4		TB/ Ngày
		Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	
1	2%	0 - 70 ngày								
		2h	1h							3h
2	45%	0 - 37 ngày		38 - 70 ngày						1,8h
		1,2h	0,9h	1,1h	0,5h					
3	38%	0 - 18 ngày		19 - 46 ngày		47 - 70 ngày				1,7h
		1,2h	0,4h	1,2h	0,9h	1,2h	0,1h			
4	15%	0 - 11 ngày		12 - 27 ngày		28 - 52 ngày		53 - 70 ngày		1,85h
		1,1h	1,1h	1,3h	0h	1,3h	1,2h	1,2h	0,2h	
Tổng thời gian tưới trung bình/ ngày										2,1h

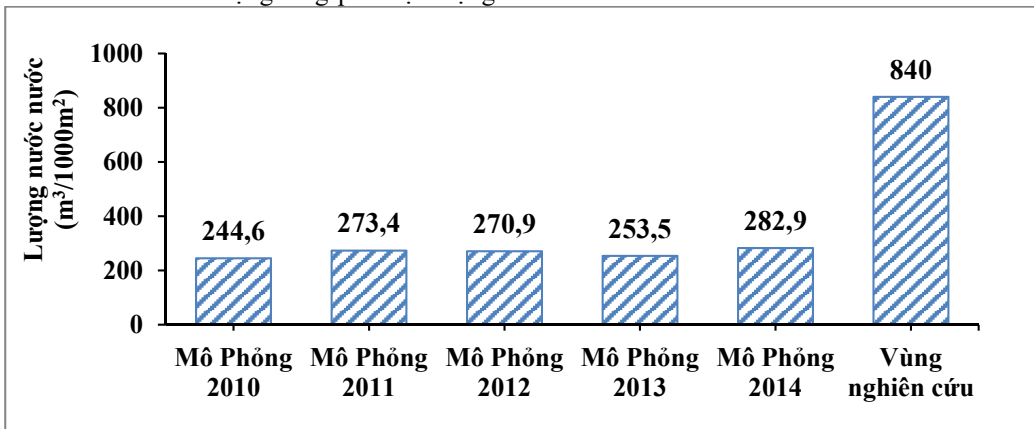
**3.3 Kết quả mô phỏng lượng nước tưới**

Người dân khu vực nghiên cứu sử dụng máy bơm là 1,5 HP để bơm nước từ giếng khoan tưới cho cây trồng và tiêu tốn lượng nước là khoảng 7,2 m<sup>3</sup>/giờ (tính theo công suất tối đa của máy bơm). Tuy nhiên, do máy bơm của người dân đã qua sử dụng nên ước tính hiệu suất hoạt động là khoảng 80% so với hiệu suất tối đa; do vậy, lượng nước tưới trong một giờ là khoảng 5,76 m<sup>3</sup>/giờ. Như vậy,

trong một ngày người dân trung bình sử dụng một lượng nước tưới cho cây hành tím là khoảng 12 m<sup>3</sup>/ngày/1000 m<sup>2</sup> (2,1h x 5,76m<sup>3</sup>/giờ), và trong một mùa vụ 70 ngày, người dân tại khu vực nghiên cứu sử dụng lượng nước trung bình là khoảng 840 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>. Kết quả mô phỏng lượng nước tưới cho cây hành tím trong thời gian 5 năm (2010 – 2014) cho thấy, lượng nước tưới dao động trong khoảng từ 244,6 – 282,9 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>/vụ, trung bình là khoảng 265 m<sup>3</sup>/vụ/1000 m<sup>2</sup> (Hình 4). Kết quả

lượng nước tưới mô phỏng thấp hơn nhiều so với lượng nước tưới hiện tại mà người dân đã sử dụng để tưới cho cây hành tím tại khu vực nghiên cứu. Qua đó cho thấy rằng, người dân tại khu vực nghiên cứu có thể đã sử dụng lãng phí một lượng

nước đáng kể cho việc tưới; thêm vào đó, thời gian canh tác là vào mùa khô nên việc kết hợp với lãng phí nguồn nước tưới như hiện nay là vấn đề cần được quan tâm.



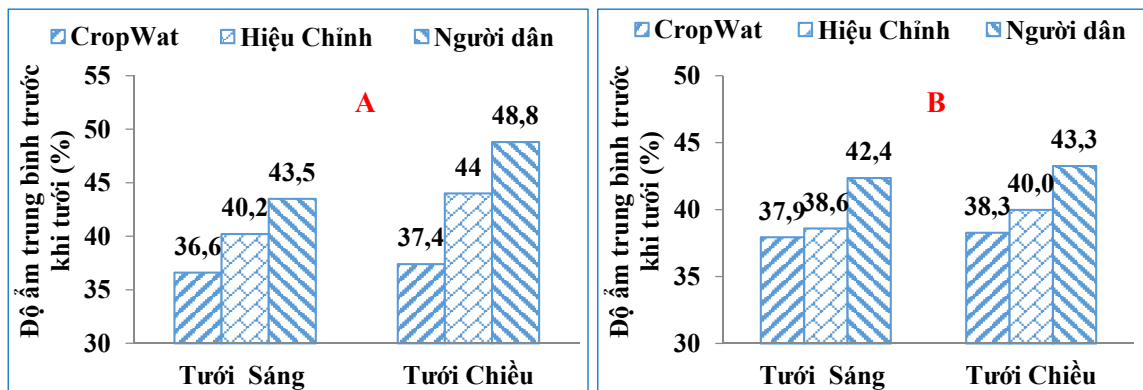
**Hình 4: Kết quả mô phỏng tổng lượng nước cần tưới cho cây hành tím trong mùa vụ (70 ngày) ở huyện Vĩnh Châu (m³/1000m²) giai đoạn 2010 – 2014 và so sánh với lượng nước người dân đã sử dụng tại vùng nghiên cứu**

**3.4 Hiệu quả mô hình tưới nước phun mưa tự động**

**3.4.1 Độ ẩm đất trung bình trước khi tưới**

Qua kết quả phân tích độ ẩm trung bình trước khi tưới vào buổi sáng và buổi chiều giữa các nghiệm thức cho thấy, độ ẩm trung bình giữa 3 nghiệm thức có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê và có sự chênh lệch độ ẩm tương đồng nhau giữa các nghiệm thức ở hai vụ được thể hiện qua Hình 5. Đối với vụ hành sớm, độ ẩm trung bình trước khi tưới theo nghiệm thức Cropwat là thấp nhất, kế đến là nghiệm thức Hiệu chỉnh, và cao nhất là nghiệm thức tưới theo cách tưới truyền thống của người dân (bao gồm cả hai buổi sáng và chiều). Độ ẩm trung bình theo cách tưới truyền thống trước khi tưới vào buổi sáng là 43,45% và buổi chiều là 48,8%; độ ẩm trung bình của nghiệm thức Hiệu

chỉnh vào buổi sáng là 40,23% và buổi chiều là 44%; và độ ẩm trung bình của nghiệm thức CropWat vào buổi sáng là 36,76% và buổi chiều là 37,4%. Tương tự với vụ hành muộn, độ ẩm trước khi tưới ở vụ hành muộn theo kỹ thuật tưới của người dân vào buổi sáng là 42,4% và buổi chiều là 43,3%, trong khi đó độ ẩm trước khi tưới của nghiệm thức CropWat và Hiệu chỉnh dao động trong khoảng từ 38% - 40%. Sự chênh lệch về độ ẩm trước khi tưới vào buổi sáng và chiều của các nghiệm thức ở hai vụ không vượt quá 5% (theo ý nghĩa thống kê). Sự chênh lệch về độ ẩm có ý nghĩa quan trọng cho việc tiết kiệm nước tưới. Điều này có nghĩa là, đối với vùng khan hiếm nước như tại khu vực nghiên cứu, khi chưa tới mức độ ẩm cần tưới nhưng lại tưới thì dẫn đến việc cung cấp thừa lượng nước cho cây trồng, làm lãng phí nguồn nước tưới.



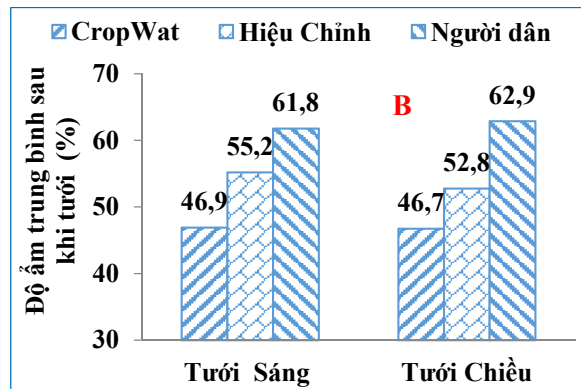
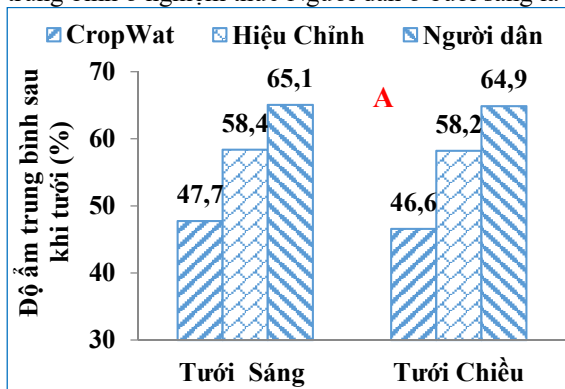
**Hình 5: Độ ẩm trung bình của đất trước khi tưới vào buổi sáng và buổi chiều giữa các nghiệm thức tưới ở vụ hành sớm (A) và hành muộn (B) tại khu vực nghiên cứu**

3.4.2 Độ ẩm đất trung bình sau khi tưới

Sự biến động về độ ẩm trung bình sau khi tưới tương tự với sự biến động về độ ẩm trung bình trước khi tưới nhưng giá trị độ ẩm trung bình sau khi tưới được tăng lên. Độ ẩm sau khi tưới theo nghiệm thức Cropwat là thấp nhất và cao nhất là nghiệm thức Người dân (bao gồm cả hai buổi sáng, chiều và ở 2 vụ). Tuy nhiên, độ ẩm sau khi tưới của mỗi nghiệm thức tưới là tương đương nhau vào buổi sáng và chiều. Đối với vụ hành sớm, độ ẩm trung bình ở nghiệm thức Người dân ở buổi sáng là 65,1% và buổi chiều là 64,9%; độ ẩm trung bình của nghiệm thức Hiệu chỉnh ở buổi sáng là 58,4% và buổi chiều là 58,2%; và độ ẩm trung bình ở nghiệm thức CropWat ở buổi sáng là 47,7% và buổi chiều là 46,6%. Đối với vụ hành muộn, độ ẩm trung bình ở nghiệm thức Người dân ở buổi sáng là

61,8% và buổi chiều là 62,9%; độ ẩm trung bình của nghiệm thức Hiệu chỉnh ở buổi sáng là 55,2% và buổi chiều là 52,8%; và độ ẩm trung bình ở nghiệm thức CropWat ở buổi sáng là 46,9% và buổi chiều là 46,7% (Hình 6). Sự chênh lệch về độ ẩm sau khi tưới vào buổi sáng và chiều của các nghiệm thức ở hai mùa vụ không vượt quá 5%.

Nhìn chung, độ ẩm sau khi tưới của mỗi nghiệm thức là tương đương nhau giữa buổi sáng và buổi chiều nhưng có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Nguyên nhân làm cho sự chênh lệch về độ ẩm sau khi tưới khác nhau không đáng kể ở mỗi nghiệm thức là do: (1) đối với nghiệm thức tưới theo CropWat và hiệu chỉnh thì độ ẩm tới hạn được quản lý bằng thiết bị độ ẩm nhằm tránh tưới vượt mức theo điều kiện qui định ban đầu.



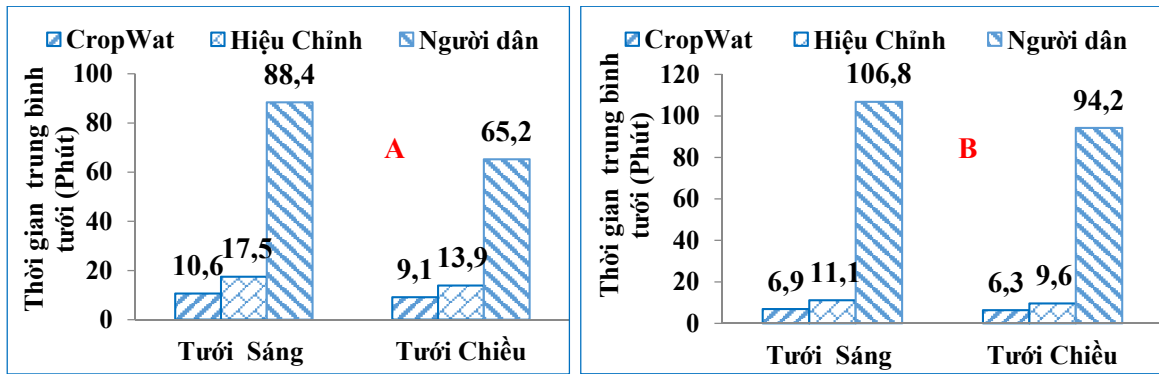
Hình 6: Độ ẩm trung bình của đất sau khi tưới vào buổi sáng và buổi chiều giữa các nghiệm thức tưới ở vụ hành sớm (A) và hành muộn (B) tại khu vực nghiên cứu

3.4.3 Thời gian tưới

Kỹ thuật tưới nước bằng phương pháp phun mưa tự động tiết kiệm được thời gian tưới đáng kể so với kỹ thuật tưới truyền thống của người dân ở 2 mùa vụ và được thể hiện ở Hình 7. Kết quả ghi nhận cho thấy, đối với vụ hành sớm người dân phải mất trung bình 88,4 phút vào buổi sáng và 65,2 phút vào buổi chiều, đối với vụ hành muộn người dân phải mất trung bình 106,8 phút vào buổi sáng và 94,2 phút vào buổi chiều để tưới nước trên diện tích 1000 m<sup>2</sup>. Trong khi đó, đối với mô hình tưới phun mưa tự động (nghiệm thức CropWat và Hiệu chỉnh) chỉ mất không tới 20 phút để tưới nước trên

diện tích 1000 m<sup>2</sup> ở cả 2 mùa vụ (Hình 7). Tuy nhiên, phương pháp tưới nước phun mưa tự động (nghiệm thức CropWat và Hiệu chỉnh) trong vụ hành muộn lại có thời gian tưới ngắn hơn so với thời gian tưới trong vụ hành sớm. Nguyên nhân là do trong vụ hành chính (hành muộn), số vòi phun được bố trí nhiều hơn so với vụ hành sớm nên lượng nước cung cấp từ vòi phun nhiều hơn từ đó tiết kiệm được thời gian bơm nước. Việc tiết kiệm thời gian tưới có ý nghĩa quan trọng cho người dân trong quá trình trồng hành tím, ngoài việc tiết kiệm được thời gian tưới còn tiết kiệm chi phí điện năng, công sức lao động và nâng cao hiệu quả trong quá trình tưới.



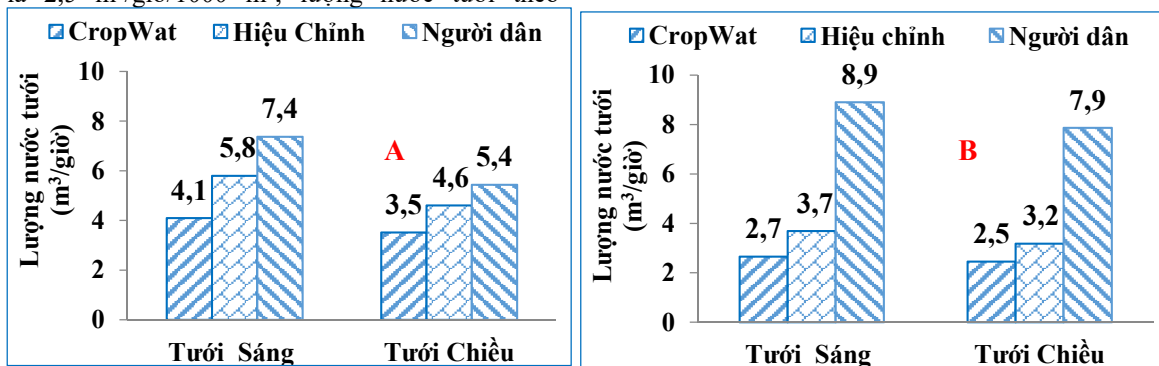


Hình 7: Thời gian tưới giữa các nghiệm thức ở vụ hành sớm (A) và hành muộn (B)

3.4.4 Lượng nước tưới tính trên diện tích 1000 m<sup>2</sup>

Theo kỹ thuật tưới nước phun mưa tự động thì lượng nước cần cung cấp tưới cho cây hành tím thấp hơn đáng kể so với lượng nước tưới theo kỹ thuật tưới truyền thống của người dân cả hai buổi sáng và chiều ở 2 mùa vụ (Hình 8). Nhìn chung, lượng nước tưới vào buổi sáng nhiều hơn lượng nước tưới vào buổi chiều ở cả 3 nghiệm thức tưới. Ở vụ hành sớm, lượng nước tưới theo nghiệm thức CropWat vào buổi sáng 4,1 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> và buổi chiều là 3,5 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup>; lượng nước tưới theo nghiệm thức Hiệu chỉnh vào buổi sáng là 5,8 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> và buổi chiều là 4,6 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup>; lượng nước tưới theo nghiệm thức Người dân vào buổi sáng là 7,4 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> và buổi chiều là 5,4 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> (Hình 8). Đối với vụ hành muộn, lượng nước tưới theo nghiệm thức CropWat vào buổi sáng là 2,7 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> và buổi chiều là 2,5 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup>; lượng nước tưới theo

nghiệm thức Hiệu chỉnh vào buổi sáng là 3,7 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> và buổi chiều là 3,2 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup>; lượng nước tưới theo nghiệm thức Người dân vào buổi sáng là 8,9 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> và buổi chiều là 7,9 m<sup>3</sup>/giờ/1000 m<sup>2</sup> (Hình 8). So với cách tưới nước theo phương pháp truyền thống của người dân, phương pháp tưới nước phun mưa có thể tiết kiệm được lượng nước từ 25 – 33% lượng nước tưới ở vụ hành sớm và từ 60 – 69% lượng nước tưới ở vụ hành muộn. Sự chênh lệch về lượng nước tưới giữa 2 mùa vụ là do sự khác nhau về điều kiện thời tiết. Trong vụ hành muộn, thời tiết không có mưa và nhiệt độ cao dẫn đến sự thấm và bốc hơi của đất gia tăng nên người dân sử dụng nhiều nước tưới hơn vụ hành sớm; trong khi đó, mô hình tưới tự động đã được chỉnh sửa lại bằng cách bố trí nhiều vòi phun hơn vụ hành sớm nên thời gian tưới được rút ngắn lại và dẫn đến giảm lượng nước tưới hơn so với vụ hành sớm.



Hình 8: Lượng nước tưới giữa các nghiệm thức ở vụ hành sớm (A) và hành muộn (B) trên một lần tưới

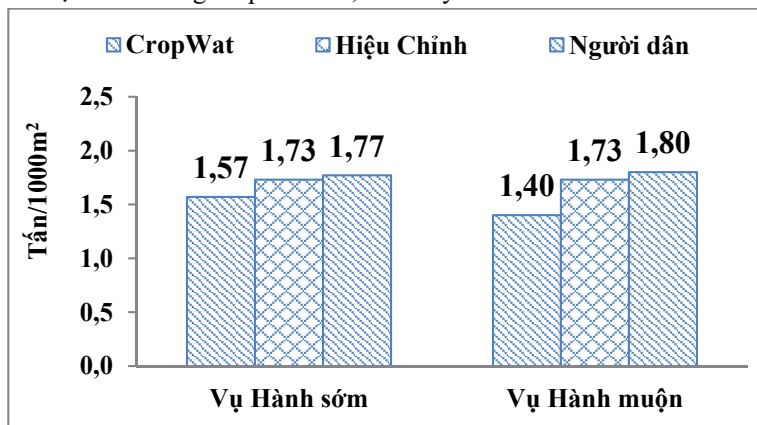
3.4.5 Năng suất giữa các nghiệm thức tưới trong hai mùa vụ

Năng suất đạt được là yếu tố quan trọng đánh giá hiệu quả mô hình tưới tiết kiệm nước. Kết quả cho thấy năng suất của nghiệm thức tưới Hiệu chỉnh tương đương với năng suất của nghiệm thức tưới Người dân; trong khi đó, nghiệm thức tưới CropWat cho năng suất thấp nhất ở cả 2 vụ trồng

hành tím. Đối với vụ hành sớm, năng suất (trọng lượng khô) ở nghiệm thức Hiệu chỉnh là 1,73 tấn/1000 m<sup>2</sup>, năng suất của nghiệm thức Người dân là 1,77 tấn/1000 m<sup>2</sup>, năng suất của nghiệm thức CropWat là 1,57 tấn/1000 m<sup>2</sup>. Tương tự với vụ hành muộn ở nghiệm thức Hiệu chỉnh cũng tương đương với năng suất của nghiệm thức Người dân (1,73 và 1,8 tấn/1000 m<sup>2</sup>), năng suất của nghiệm

thức CropWat là thấp nhất (1,4 tấn/1000 m<sup>2</sup>). Qua đó cho thấy, việc cung cấp nước tưới để đạt độ ẩm thích hợp cho sự phát triển của cây hành tím là rất quan trọng. Nếu cung cấp nước ít dẫn đến thiếu độ ẩm sẽ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển,

ngược lại nếu cung cấp nhiều nước sẽ dẫn đến lãng phí nguồn nước tưới. Điều này được chứng minh qua năng suất đạt được ở nghiệm thức CropWat, sử dụng ít lượng nước hơn so với nhu cầu nước của cây hành tím.



Hình 9: Năng suất (trọng lượng khô) hành tím thu được giữa các nghiệm thức tưới trong vụ hành sớm và hành muộn

### 3.5 Chi phí đầu tư và hiệu quả kinh tế của hình tưới nước phun mưa tự động so với canh tác truyền thống của người dân

#### 3.5.1 Chi phí đầu tư lắp đặt hệ thống tưới nước phun mưa tự động trên diện tích 1000 m<sup>2</sup>

Chi phí đầu tư mô hình tưới nước phun mưa tự động vào khoảng 8 triệu VND (Bảng 5) và có thể sử dụng khoảng 4 năm, tùy theo điều kiện vật tư ban đầu và cách sử dụng của người dân. Như vậy, khấu hao trung bình của hệ thống tưới phun mưa tự

động vào khoảng 2 triệu VND/năm, và giá trị này thấp hơn tiền thuê mướn lao động tưới theo kỹ thuật canh tác truyền thống. Trong khi đó, mô hình tưới nước phun mưa còn giúp người dân có thể tiết kiệm được thời gian bơm nước, lượng nước tưới, giảm hoạt động của máy bơm, công lao động... nhưng vẫn đảm bảo năng suất. Ngoài ra, khi canh tác trên diện tích lớn, hiệu quả của mô hình tưới phun mưa tự động sẽ tăng gấp nhiều lần so với mô hình canh tác truyền thống.

Bảng 5: Chi tiết chi phí vật tư hệ thống tưới tự động trên diện tích 1000 m<sup>2</sup>

STT Thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Đơn giá (*1000 VND)	Thành tiền VND
1 Máy bơm 1,5hp	Cái	1	2.500	2.500
2 Đường ống chính (Ø34)	Ống (4m)	80	45	3,600
3 Đường ống nhánh (Ø27)	Ống (4m)	15	25	375
4 Đầu nối 27	Cái	60	3	180
5 T giảm	Cái	60	4	240
6 Van nước	Cái	12	12	144
7 Vòi phun	Cái	60	12	720
8 Chi phí khác (bao gồm keo dán, lắp đặt, bảo trì)	-	-	-	200
<b>Tổng</b>				<b>7.959</b>

#### 3.5.2 Hiệu quả kinh tế của mô hình tưới phun mưa tự động so với người dân

Kết quả phân tích lợi nhuận qua 2 vụ trồng hành giữa các mô hình thí nghiệm (Bảng 6) cho thấy, lợi nhuận mang lại từ mô hình tưới phun mưa tự động cao hơn so với mô hình canh tác của người dân khoảng 20%. Tổng thu ở mô hình canh tác theo truyền thống của người dân cao hơn so với mô hình tưới phun mưa tự động nhưng do chi phí đầu tư cao nên giảm lợi nhuận. Đối với vụ hành sớm,

sản lượng (qui đổi trên đơn vị ha) mà các nghiệm thức thu được là 15.700 kg (CropWat), 17.300 kg (Hiệu chính), và 17.700 kg (Người dân). Đối với nghiệm thức CropWat do cung cấp không đủ nước nên năng suất thấp hơn và ảnh hưởng đến chất lượng nên dẫn đến giá bán thấp hơn (6000 đồng/kg) so với các nghiệm thức còn lại (8000 đồng/kg). Nghiệm thức Người dân có sản lượng cao hơn so với các nghiệm thức còn lại nên tổng thu cũng cao khoảng 141 triệu đồng/ha nhưng lợi

nhuận thu được khoảng 28 triệu đồng/ha, thấp hơn so với nghiệm thức Hiệu chỉnh (khoảng 54 triệu đồng/ha) nhưng lại cao hơn so với nghiệm thức CropWat. Nguyên nhân lợi nhuận ở nghiệm thức Người dân thấp hơn nghiệm Hiệu chỉnh là do chi phí đầu tư mỗi vụ ở nghiệm thức Người dân (khoảng 103 triệu đồng/ha) cao hơn so với các nghiệm thức tưới Hiệu chỉnh (khoảng 84 triệu đồng/ha). Kết quả tương tự như ở vụ hành chính, tổng thu nhập ở nghiệm thức Người dân cao hơn so với nghiệm thức tưới tự động như lợi nhuận thấp

hơn, và lợi nhuận từ mô hình tưới phun mưa tự động cao hơn 20% lợi nhuận mô hình canh tác truyền thống của người dân.

Qua đó cho thấy, mô hình tưới nước phun mưa tự động đã mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn mô hình canh tác của người dân nhưng lại giảm đáng kể được lượng nước tưới. Tuy nhiên nếu quản lý việc tưới từ mô hình tưới tự động không tốt sẽ ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển và ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm của cây hành tím.

**Bảng 6: Hiệu quả kinh tế mang lại của mô hình tưới nước tự động so với người dân qua hai vụ hành sớm và hành chính**

Hiệu quả kinh tế Vụ 1 (*1000VND)					
Nghiệm thức	Sản lượng (kg/ha)	Đơn giá/kg	Tổng thu	Chi phí	Lợi nhuận
CropWat	15.700	6	94.200	80.750	13.450
Hiệu Chỉnh	17.300	8	138.400	83.820	54.580
Người Dân	17.700	8	141.600	102.970	38.630
Hiệu quả kinh tế Vụ 2 (*1000VND)					
CropWat	14.000	7	98.000	80.750	17.250
Hiệu Chỉnh	17.300	9	155.700	83.820	71.880
Người Dân	18.000	9	162.000	102.970	59.030

#### 4 KẾT LUẬN

Kỹ thuật trồng hành tím của người dân tại khu vực nghiên cứu chủ yếu là dựa vào kinh nghiệm truyền thống của từng hộ gia đình, chưa có kỹ thuật cao trong quá trình sản xuất. Hầu hết các hộ dân được phỏng vấn tại khu vực nghiên cứu sử dụng lượng nước vượt quá mức cần thiết tưới cho cây hành tím. Nguồn nước chính sử dụng cho nhu cầu tưới tại khu vực nghiên cứu là từ nguồn nước dưới đất, và đang có xu hướng sụt giảm trong những năm gần đây.

Việc áp dụng phương pháp kỹ thuật tưới phun mưa tự động cho cây hành tím đã tiết kiệm lượng nước đáng kể (từ 25% – 69% so với kỹ thuật tưới truyền thống) nhưng năng suất hành tím vẫn đảm bảo. Ngoài việc tiết kiệm được lượng nước tưới, mô hình tưới nước phun mưa tự động còn tiết kiệm được 80% – 90% thời gian tưới. Chi phí đầu tư ban đầu cho mô hình tưới phun mưa tự động tuy cao (khoảng 8 triệu đồng/1000 m<sup>2</sup>) nhưng mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể cho người dân trồng hành tím (tăng lợi nhuận lên khoảng 20%).

Việc hiệu chỉnh độ ẩm từ mô hình tính toán CropWat sẽ mang lại nhiều hiệu quả hơn so với áp dụng trực tiếp kết quả từ mô hình với giá trị hiệu chỉnh là WP = 2/3FC. Vấn đề cần quan tâm khi áp dụng kỹ thuật tưới phun mưa tự động là chú ý đến tốc độ gió tại khu vực bố trí các nghiệm thức và chiều cao của các vòi phun so với chiều cao cây nhằm đạt hiệu quả tối đa việc cung cấp nước cho cây trong quá trình tưới. Nên nhân rộng mô hình tưới nước phun mưa tự động cho cây hành tím trên

diện rộng và cho các loại cây trồng khác như: Ớt, củ cải, bắp... ở khu vực nghiên cứu nhằm tiết kiệm lượng nước tưới và nâng cao hiệu quả sản xuất.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Big Picture Agriculture. 2013. Thirty-five Water Conservation Methods for Agriculture, Farming, and Gardening. Truy cập tại [http://bigpictureagriculture.blogspot.com/2015/10/thirty-five-water-conservation-methods\\_20.html](http://bigpictureagriculture.blogspot.com/2015/10/thirty-five-water-conservation-methods_20.html).
- Buttar, G., H.S. Thind, K.S. Sekhon, B.S. Sidhu, and A. Kaur. 2014. Effect of quality of irrigation water and nitrogen levels applied through trickle irrigation on yield and water use efficiency of tomato under semi-arid environment. *Indian J. Hortic.* 71(1): 72–76.
- Đặng Thị Cúc. 2008. Hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh trong cải thiện độ phì nhiêu đất và khả năng kháng bệnh trên hành tím (*Allium cepa*) tại huyện Vĩnh Châu. Luận văn Thạc sĩ khoa học, Đại học Cần Thơ.
- Đinh Vũ Thanh và Đoàn Doãn Tuấn. 2007. Nghiên cứu mô hình tưới tiết kiệm nước cho cây dưa vùng đất dốc, Nông trường sông Bôi, tỉnh Hòa Bình. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 17: 73–80.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2001. Irrigation Water Management: Irrigation Methods. Natural Resources Management and Environment Department.

- Hedley, C.B., J.W. Knox, S.R. Raine, and R. Smith. 2014. Water: Advanced Irrigation Technologies (NKVBT-E of A and FS Alfien, Ed.). *Encycl. Agric. Food Syst.*: 378–406
- Hội đồng Nhân dân huyện Vĩnh Châu, 2014. Nghị quyết- Tình hình kinh tế - xã hội năm 2014 và chỉ tiêu, nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu năm 2015: 5.
- Huỳnh Văn Hiệp và Trần Văn Tý. 2012. Đánh giá nguồn tài nguyên nước dưới đất tỉnh Trà Vinh sử dụng mô hình Mapflow. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 23a: 42–51.
- Lê Anh Tuấn. 2005. Nhu cầu nước và nhu cầu tối cho cây trồng. p. 17–40. In *Hệ thống tưới tiêu*.
- Levy, G.J., A. Lordian, D. Goldstein, and M. Borisover. 2014. Soil structural indices' dependence on irrigation water quality and their association with chromophoric components in dissolved organic matter. *Eur. J. Soil Sci.* 65(2): 197–205.
- Mohammad, F.S., H.M. Al-ghobari, H.M.; El Marazky, M.S.A. 2013. Adoption of an intelligent irrigation scheduling technique and its effect on water use efficiency for tomato crops in arid regions. 7(3): 305–313.
- Ngân Kiều. 2013. Báo động tình trạng giảm mạch nước ngầm ở Sóc Trăng. Available at <http://www.nhandan.com.vn/khoahoc/thien-nhien>.
- Nguyễn Thị Bích Hằng. 2011. Nước và tưới tiết kiệm cho cây lúa. *Công thông tin điện tử tỉnh Sóc Trăng*: 9.
- Nguyễn Thị Lộc. 2012. Nghiên cứu ứng dụng các biện pháp phòng trừ tổng hợp sâu bện hại trên cây hành tím từ sản xuất tới bảo quản sau thu hoạch nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất cho đồng bào dân tộc Khmer ở huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Kết quả thực hiện đề tài thuộc dự án Khoa học công nghệ nông nghiệp vốn vay ADB. Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long: 150.
- Phạm Thị Minh Thư và Nguyễn Trọng Hà. 2010. Tưới tiết kiệm nước cho lúa vùng Đồng Giao, Ninh Bình. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 29: 8–13.
- Smith, C.J., J.D. Oster, and G. Sposito. 2014. Potassium and magnesium in irrigation water quality assessment. *Agric. Water Manag.* 157(0): 59–64.
- Steduto, P., T. Hsiao, E. Fereres, and D. Raes. 2012. Crop yield response to water. *ISSN0254-5284*.
- Trần Thái Hùng. 2008. Nghiên cứu chế độ tưới nhỏ giọt thích hợp cho cây cà chua. *Tuyển tập kết quả Khoa học và Công nghệ 2008*. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam: 173–185.
- Trần Trọng Duy. 2014. Xây dựng bản đồ vị trí khai thác và đánh giá chất lượng tài nguyên nước dưới đất vùng ven biển, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Luận văn Thạc sĩ khoa học, Đại học Cần Thơ*: 52.
- Viện Quy hoạch Thủy lợi. 2000. Công nghệ, kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho những vùng khan hiếm nước ở Việt Nam. Truy cập tại <http://www.vietlinh.vn/>.
- Wang, J., and K.A. Baerenklau. 2014. Crop response functions integrating water, nitrogen, and salinity. *Agric. Water Manag.* 139(0): 17–30.
- Wassmann, R., N.X. Hien, C.T. Hoanh, and T.P. Tuong. 2004. Sea level rise affecting the Viet Namse Mekong Delta: Water elevation in the flood season and implication for rice production. *Clim. Change* 66: 89–107.