

# DỰ BÁO SẢN LƯỢNG LÚA VIỆT NAM BẰNG CÁC MÔ HÌNH TOÁN HỌC

Võ Văn Tài<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*The article uses different models of regression and time series to forecast Vietnam's paddy output based on past data. Using statistical criterions in making model to find the most appropriate model, from there forecasting paddy output for the next five years by this model.*

**Keywords:** *Regression, time series, forecast, AIC criterion, paddy output*

**Title:** *Forecasting Vietnam's paddy output by mathematical models*

## TÓM TẮT

*Bài báo sử dụng các mô hình khác nhau của hồi quy và chuỗi thời gian để dự báo sản lượng lúa của Việt Nam dựa trên các số liệu của quá khứ. Sử dụng các tiêu chuẩn của thống kê trong lựa chọn mô hình để tìm mô hình thích hợp nhất, từ đó tiến hành dự báo sản lượng lúa cho 5 năm tiếp theo bằng mô hình này.*

**Từ khóa:** *Hồi quy, chuỗi thời gian, dự báo, tiêu chuẩn AIC, sản lượng lúa*

## 1 TỔNG QUAN

### 1.1 Tình hình và ý nghĩa của việc dự báo sản lượng lúa của nước ta

Trong xu hướng hội nhập quốc tế hiện nay, nhu cầu về thông tin thị trường tại một thời điểm nào đó trong tương lai là rất cần thiết. Nhà nước ta đã thấy rõ ý nghĩa to lớn của dự báo đối với sự phát triển kinh tế xã hội của đất nước, do đó đã có nhiều quan tâm đến công tác này trong những năm gần đây. Nhiều cơ quan chuyên trách và bán chuyên trách về dự báo đã được thành lập ở cấp Bộ, tỉnh và thành phố. Tuy nhiên, theo đánh giá công tác dự báo của nước ta còn rất non kém và hạn chế nhiều mặt, chưa đáp ứng được nhu cầu của sự phát triển kinh tế của đất nước hiện nay. Nguyên nhân của thực trạng này thì nhiều, nhưng có thể chỉ ra một số nguyên nhân chính sau: Sự thiếu hụt nghiêm trọng nhân lực trong lĩnh vực dự báo; các số liệu tổng hợp cho dự báo không đầy đủ và không chính xác; các cơ quan đơn vị ở địa phương còn xem nhẹ công tác dự báo; thiếu phương tiện kỹ thuật, kinh phí cho dự báo; ...

Dự báo sản lượng lúa là một trong những việc cần thiết cho việc phát triển ngành kinh tế nông nghiệp hàng đầu của nước ta. Khi chúng ta dự đoán được sản lượng lúa ở tương lai tăng hay giảm so với hiện tại, khi đó chúng ta sẽ có các chính sách tác động một cách kịp thời và đúng lúc đến các bộ phận liên quan. Đó là các chính sách liên quan đến đất trồng lúa, thủy lợi, nông dân, từ đó ảnh hưởng đến việc quy hoạch cụm công nghiệp, dân cư và nhiều vấn đề kinh tế xã hội khác. Dự báo được sản lượng lúa sẽ giúp cho hiệp hội lương thực (VFA) tham mưu cho nhà nước trong việc đảm bảo an ninh lương thực trong nước, điều hành kế hoạch xuất khẩu mang lại lợi ích cao nhất cho người nông dân và doanh nghiệp. Hiện nay Bộ nông

<sup>1</sup> Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

ngiệp & Phát triển Nông thôn đang chỉ đạo các cơ quan chuyên trách lập kế hoạch tổng thể phát triển các loại cây trồng chính của nước ta, trong đó lúa được xem là cây quan trọng nhất. Để lập được kế hoạch này, điều cần thiết là phải có được dự báo cho sản lượng lúa. Dự báo sản lượng lúa càng có ý nghĩa quan trọng trong điều kiện nước ta nằm trong vùng chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu.

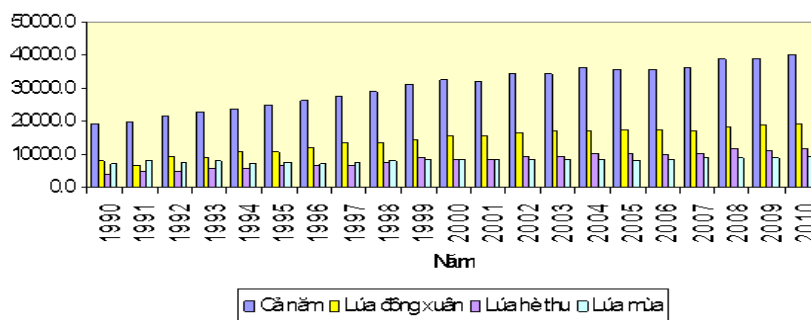
**1.2 Nguồn số liệu**

Để dự báo sản lượng lúa của nước ta, chúng tôi sử dụng dữ liệu của quá khứ từ năm 1990 đến năm 2010 (21 năm). Số liệu này được lấy từ trang web của Tổng cục Thống kê và Bộ nông nghiệp Phát triển Nông thôn ngày 1/1/2012. Cụ thể số liệu được cho bởi bảng sau:

**Bảng 1: Thống kê sản lượng lúa cả nước từ năm 1990-2010**

Năm	Sản lượng			
	Cả năm	Đông xuân	Hè thu	Lúa mùa
1990	19225.1	7865.6	4090.5	7269.0
1991	19621.9	6788.3	4715.8	8117.8
1992	21590.4	9156.3	4907.2	7526.9
1993	22836.5	9035.6	5633.1	8167.8
1994	23528.2	10508.5	5679.4	7340.3
1995	24963.7	10736.6	6500.8	7726.3
1996	26396.7	12209.5	6878.5	7308.7
1997	27523.9	13310.3	6637.8	7575.8
1998	29145.5	13559.5	7522.6	8063.4
1999	31393.8	14103.0	8758.3	8532.5
2000	32529.5	15571.2	8625.0	8333.3
2001	32108.4	15474.4	8328.4	8305.6
2002	34447.2	16719.6	9188.7	8538.9
2003	34568.8	16822.7	9400.8	8345.3
2004	36148.9	17078.0	10430.9	8640.0
2005	35832.9	17331.6	10436.2	8065.1
2006	35849.5	17588.2	9693.9	8567.4
2007	35942.7	17024.1	10140.8	8777.8
2008	38729.8	18326.9	11395.7	9007.2
2009	38950.2	18695.8	11212.2	9042.2
2010	39988.9	19218.1	11595.7	9175.1

Số liệu của bảng 1 được vẽ thành biểu đồ cột như sau:



**Hình 1: Biểu đồ cột sản lượng lúa các vụ và cả năm của Việt Nam từ 1990 - 2010**

### 1.3 Phương pháp thực hiện

Sử dụng số liệu từ bảng 1, chúng tôi tiến hành dự báo sản lượng lúa nước ta bằng hai phương pháp: Mô hình hồi quy và chuỗi thời gian.

*Mô hình hồi quy:* Sử dụng các mô hình hồi quy đã biết cho việc dự báo như: đa thức (với nhiều bậc khác nhau), cấp số cộng, cấp số nhân và hàm mũ biến dạng. Dự báo sản lượng lúa cho vụ mùa, đông xuân, hè thu và cả năm với tất cả các mô hình này, sau đó dựa vào một số tiêu chuẩn của thống kê như hệ số xác định  $R^2$ , thông tin Akaiken (AIC), thông tin Schwarz (SIC), sai số trung bình (ME), đồ thị phân tán để đánh giá sự phù hợp của mô hình, từ đó lựa chọn đường hồi quy phù hợp nhất. Mô hình hồi quy đa thức được khảo sát, nhưng với dữ liệu thu được các mô hình này không phù hợp, do đó chúng tôi không trình bày trong bài viết này.

*Mô hình chuỗi thời gian:* Sử dụng các mô hình dự báo trong chuỗi thời gian như: Mô hình tự hồi quy (AR), mô hình trung bình di động (MA), mô hình tự hồi quy và trung bình di động (ARMA), mô hình trung bình di động tổng hợp với tự hồi quy (ARIMA). Dự báo sản lượng lúa cho các vụ và cả năm, sau đó ta dùng tiêu chuẩn (AIC) để đánh giá mô hình nào phù hợp nhất.

Sau khi lựa chọn được 2 mô hình phù hợp nhất từ hai phương pháp trên, chúng ta tiếp tục sử dụng tiêu chuẩn AIC để có được mô hình phù hợp hơn. Sử dụng mô hình này để dự báo cho sản lượng lúa từng năm từ 2011 – 2015.

Việc phân tích và xây dựng các mô hình hồi quy và chuỗi thời gian được thực hiện trên phần mềm thống kê R.

## 2 CÁC MÔ HÌNH DỰ BÁO SẢN LƯỢNG LÚA

### 2.1 Mô hình hồi quy

Gọi  $t$  là năm ứng với sản lượng lúa dự báo  $y_t$ , các mô hình hồi quy được sử dụng trong nghiên cứu này là

- Hồi quy tuyến tính:

$$y_t = a + bt \tag{1}$$

- Hồi quy đa thức bậc  $n$ :

$$y_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 + \dots + a_nt^n \tag{2}$$

- Hàm cấp số cộng:

$$y_t = y_{2010}(1 + r_1 \cdot \Delta t) \tag{3}$$

- Hàm cấp số nhân:

$$y_t = y_{2010}(1 + r_2)^{\Delta t} \tag{4}$$

Trong mô hình (3) và (4) thì  $\Delta t$  là khoảng thời gian từ năm dự báo đến năm được chọn làm gốc (2010);  $r_1, r_2$  lần lượt là tốc độ tăng sản lượng lúa hằng năm của mô hình (3) và (4). Cụ thể

$$r_1 = \frac{\ln(y_{2010}) - \ln(y_{1990})}{2010 - 1990}, r_2 = \sqrt[21]{\frac{y_{2010}}{y_{1990}}}$$

- Hàm mũ biến dạng:  $y_t = a + bc^{\hat{t}}$ , (5)

Trong đó

$a, b, c$  là các tham số được ước lượng từ các số liệu đã biết,

$\hat{t} = \frac{1}{5}(t - 2010)$  với  $t$  là thời gian cần dự báo.

## 2.2 Mô hình chuỗi thời gian

a) *Mô hình tự hồi quy bậc p (AR(p))* dạng:

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + u_t \quad (6)$$

Trong đó  $\phi_i$  là các hệ số ước lượng của mô hình,

$u_t$  là số hạng đảm bảo tính nhiễu trắng.

b) *Mô hình trung bình di động bậc q (MA(q))* dạng:

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i u_{t-i} \quad (7)$$

Trong đó  $\beta_i$  cũng là các hệ số ước lượng của mô hình và  $u_i$  giống như trong (6).

c) *Mô hình tự hồi quy và trung bình di động (ARMA(p,q))*

Kết hợp mô hình  $AR(p)$  với mô hình  $MA(q)$  ta có mô hình  $ARMA(p,q)$ . Mô hình này có dạng như sau:

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}. \quad (8)$$

Một quá trình  $ARMA(p,q)$  sẽ có quá trình tự hồi quy bậc  $p$  và quá trình trung bình di động bậc  $q$ .

d) *Mô hình trung bình di động tổng hợp với tự hồi quy ARIMA(p,d,q)*

Phương trình khái quát của mô hình  $ARIMA(p,d,q)$  được trình bày dưới dạng sau:

$$y_t = \delta + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} + e_t \quad (9)$$

Trong đó  $\alpha$  là tham số tự hồi quy;  $\varepsilon$  là tham số trung bình di động;  $\delta = \mu(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_q)$ ;  $\mu$  là giá trị trung bình của chuỗi thời gian;  $e_t$  là sai số dự báo ( $e_t = \hat{y}_t - y_t =$  số liệu dự báo - số liệu thực tế).

## 2.3 Tiêu chuẩn đánh giá mô hình

Hiện nay có rất nhiều tiêu chuẩn khác nhau để đánh giá mức độ phù hợp của các mô hình hồi quy và chuỗi thời gian đã xây dựng. Có nhiều nghiên cứu về vấn đề này, nhưng không thể khẳng định được tiêu chuẩn nào tốt hơn. Trong bài viết này chúng tôi sử dụng các tiêu chuẩn sau để so sánh các mô hình với nhau. Đây là những tiêu chuẩn phổ biến, được tính trong hầu hết trong các phần mềm thống kê.

a) *Hệ số xác định:*

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (10)$$

trong đó  $y_i$  và  $\hat{y}_i$  lần lượt là giá trị thực tế và giá trị dự báo của mô hình hồi quy khi biến  $x$  nhận giá trị  $x_i$ ;  $\bar{y}$  là trung bình của các  $y_i, i = 1, 2, \dots, n$ .

$R^2$  là một tham số đo sự phù hợp của mô hình hồi quy. Ta có  $0 \leq R^2 \leq 1$ ,  $R^2$  càng lớn thì mô hình hồi quy đã xây dựng được xem là càng phù hợp, càng có ý nghĩa trong việc giải thích sự biến thiên của  $y$  thông qua sự biến thiên của  $x$ .

b) *Tiêu chuẩn thông tin Akaiken (AIC):*

$$AIC = e^{2k/n} \frac{SSE}{n}, \tag{11}$$

Trong đó  $k$  là số biến ước lượng (bao gồm cả hệ số chặn),  $n$  là số mẫu quan sát,  $SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$  với  $y_i$  và  $\hat{y}_i$  giống trong công thức (10).

$AIC$  là công cụ phát hiện sai sót khắt khe hơn  $R^2$  khi tăng thêm biến độc lập. Khi so sánh hai hay nhiều mô hình, mô hình nào có  $AIC$  thấp nhất thì mô hình đó sẽ tốt hơn.

c) *Tiêu chuẩn thông tin Schwarz (SIC):*

$$SIC = n \cdot \ln\left(\frac{SSR}{n}\right) + k, \tag{12}$$

Trong đó  $SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$  với  $\bar{y}$  và  $\hat{y}_i$  giống trong công thức (10). Giá trị  $SIC$  càng nhỏ thì mô hình càng tốt.

d) *Đồ thị phân tán:*

Đồ thị phân tán chỉ được áp dụng trong trường hợp hai biến. Từ số liệu thực tế chúng ta vẽ đồ thị phân tán, từ số liệu dự báo chúng ta vẽ được các đường dự báo. Các chấm đại diện cho các cặp quan sát được phân tán ngẫu nhiên, nếu các chấm gần như tập trung quanh đường thẳng tức mỗi liên hệ này gần như tuyến tính. Nhìn vào đồ thị, quan sát thấy đường dự báo nào gần với số liệu thực tế thì chúng ta có thể chọn mô hình đó để dự báo.

e) *Sai số trung bình:*

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|, \tag{13}$$

Trong đó  $y_i$  và  $\hat{y}_i$  được xác định giống như (10).  $ME$  càng nhỏ thì mô hình xây dựng càng phù hợp.

### 3 KẾT QUẢ DỰ BÁO TỔNG SẢN LƯỢNG LÚA CỦA CẢ NĂM

#### 3.1 Sử dụng các mô hình hồi quy

a) *Đường hồi quy tìm được*

Từ số liệu bảng 1, chúng ta tính được các đường hồi quy dự báo theo (1), (2), (3), (4) và (5) cho sản lượng lúa cả năm cụ thể như sau:

- Hồi quy tuyến tính:  $y_t = -2073842 + 1052.20t$ .

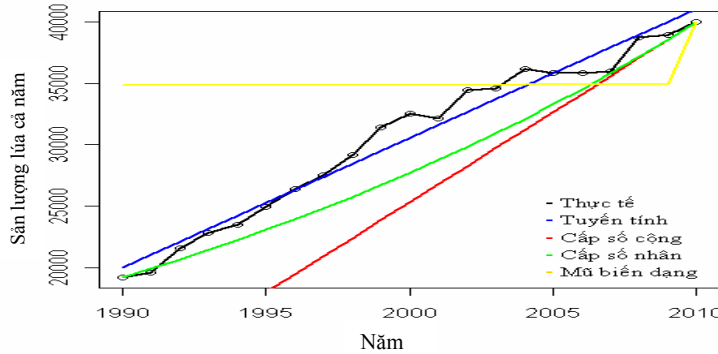
Trong đó  $t$  là năm cần dự báo.

- Hàm cấp số cộng:  $y_t = 39988.9[(1 + 0.036619(t - 2010))]$ .

- Hàm cấp số nhân:  $y_t = 39988.9(1 + 0.037298)^{t-2010}$ .
  - Hàm mũ biến dạng:  $y_t = 34788.92837 + 154.89497(1.598242)^{\hat{t}}$
- Trong đó  $\hat{t} = \frac{1}{5}(t - 2010)$  với  $t$  là năm cần dự báo,

b) Lựa chọn đường hồi quy

i) Đồ thị phân tán của số liệu và đồ thị của các mô hình hồi quy dự báo được xác định bởi các hàm trên, được vẽ như sau:



**Hình 2: Đồ thị phân tán giá trị thực tế và 4 mô hình hồi quy dự báo sản lượng lúa**

Hình 2 cho ta thấy mô hình hồi quy tuyến tính có các giá trị dự báo gần đúng với giá trị thực tế nhất.

ii) Chúng ta cũng có các tiêu chuẩn đánh giá mô hình hồi quy đã xây dựng cụ thể như sau:

**Bảng 2: Tổng hợp các tiêu chuẩn đánh giá mô hình cho sản lượng lúa cả năm**

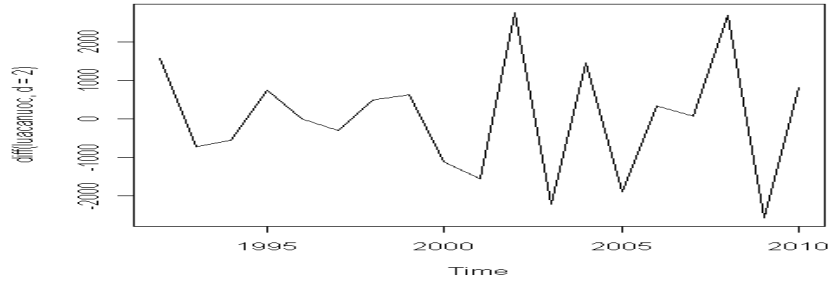
Mô hình	AIC	SIC	ME
Tuyến tính	371.9016	369.9016	899.2762
Cấp số cộng	391.9792	389.9792	5193.9059
Cấp số nhân	373.5087	372.5087	2155.9093
Hàm mũ biến dạng	399.0357	397.0357	5707.8057

Bảng 2 cho ta thấy tất các chỉ số đánh giá sự phù hợp của mô hình hồi quy tuyến tính tốt hơn các mô hình còn lại.

Từ các phân tích trên ta thấy trong các mô hình hồi quy dự báo sản lượng lúa cả năm, hồi quy tuyến tính là phù hợp nhất.

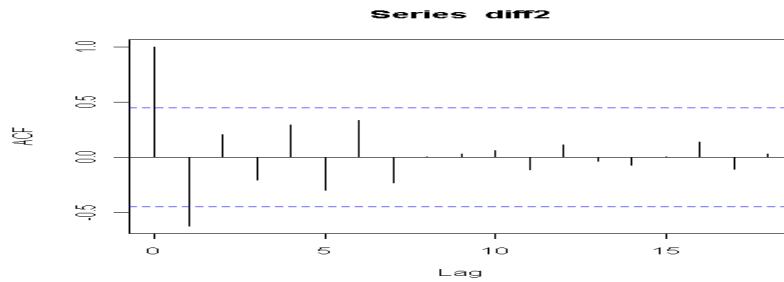
**3.2 Phương pháp chuỗi thời gian**

Với số liệu bảng 1, kiểm tra tính dừng ta thấy nó được thể hiện rõ nhất ở sai phân bậc 2.

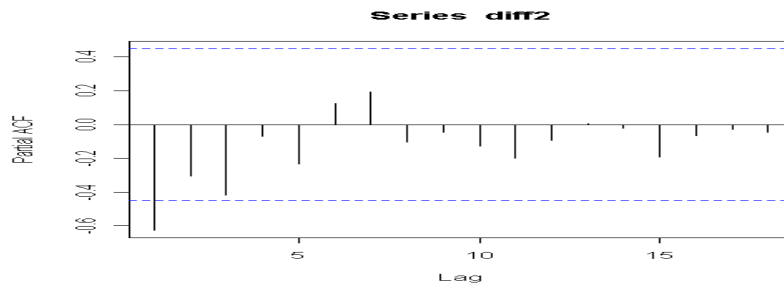


Hình 3: Sai phân bậc 2 của sản lượng lúa

Ta cũng có hàm tự tương quan (ACF) và tự tương quan riêng (PACF) được cho bởi các hình vẽ sau:



Hình 4: Hàm ACF sai phân bậc 2 của sản lượng lúa cả nước



Hình 5: Hàm PACF sai phân bậc 2 của sản lượng lúa cả nước

a) Các mô hình dự báo theo dãy số thời gian

Qua phân tích từ số liệu, kiểm tra tính dừng, đồ thị ACF và PACF, ta có các mô hình dự báo có thể như sau:

- Dự báo bằng mô hình bình quân di động (MA): Kết quả phân tích cho ta thấy có một MA cấp 1, hay tồn tại MA(1).
- Dự báo với mô hình tự hồi quy (AR): Sự phân tích cũng cho ta thấy tồn tại mô hình cấp 1 của mô hình này (AR(1)).
- Dự báo với mô hình ARIMA bằng phương pháp Box-Jenkins:  
 Các mô hình có thể có là: ARIMA(1,2,1), ARIMA(2,2,1), ARIMA(1,2,2), ARIMA(1,2,3), ARIMA(2,2,2), ARIMA(2,2,3), ARIMA(3,2,1), ARIMA(3,2,2).

b) Lựa chọn mô hình

Dùng tham số *AIC* để tìm mô hình thích hợp nhất từ các mô hình tồn tại trên, ta có bảng tổng hợp như sau:

**Bảng 3: Giá trị *AIC* của 10 mô hình dự báo**

Mô hình	<i>AIC</i>
<i>MA</i> (1)	372.8700
<i>AR</i> (1)	414.1900
<i>ARIMA</i> (1,2,1)	320.7702
<i>ARIMA</i> (2,2,1)	322.7702
<i>ARIMA</i> (1,2,2)	321.9521
<i>ARIMA</i> (1,2,3)	323.6193
<i>ARIMA</i> (2,2,2)	323.7266
<i>ARIMA</i> (2,2,3)	325.5603
<i>ARIMA</i> (3,2,1)	324.1348
<i>ARIMA</i> (3,2,2)	325.2461

So sánh *AIC* của các mô hình trên ta thấy *AIC* của mô hình *ARIMA*(1,2,1) nhỏ nhất. Vậy mô hình chuỗi thời gian thích hợp nhất để dự đoán sản lượng lúa cả năm là mô hình *ARIMA*(1,2,1).

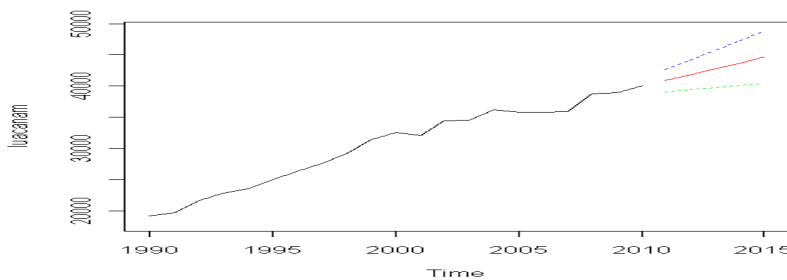
**3.3 Dự báo sản lượng lúa giai đoạn 2011 – 2015**

Từ các phân tích trên, ta thấy khi sử dụng mô hình hồi quy thì mô hình hồi quy tuyến tính là phù hợp nhất. Nếu sử dụng mô hình chuỗi thời gian thì mô hình phù hợp nhất là mô hình *ARIMA*(1,2,1). Kết quả dự báo bằng hai mô hình này cho giai đoạn 2011 – 2015 cụ thể trong bảng sau:

**Bảng 4: Dự báo sản lượng lúa cả nước giai đoạn 2021-2015 bằng hồi quy tuyến tính và *ARIMA*(1,2,1)**

Năm	Sản lượng (nghìn tấn)	
	Tuyến tính	<i>ARIMA</i> (1,2,1)
2011	42112.09	40893.40
2012	43164.28	41838.30
2013	44216.47	42771.04
2014	45268.66	43707.45
2015	46320.85	44642.75

Trong 2 mô hình trên, *AIC* của hồi quy tuyến tính (371.9016) cao hơn *AIC* của mô hình *ARIMA*(1,2,1) (320.7702). Như vậy sử dụng *ARIMA*(1,2,1) để dự báo cho sản lượng lúa cả nước sẽ cho kết quả phù hợp hơn.



**Hình 6: Đồ thị dự báo sản lượng lúa cả nước bằng mô hình *ARIMA*(1,2,1)**



#### 4 KẾT QUẢ DỰ BÁO CHO TỪNG VỤ LÚA TRONG NĂM

Thực hiện việc dự báo sản lượng lúa vụ đông xuân, hè thu và lúa mùa theo hai mô hình hồi quy và chuỗi thời gian theo cách làm tương tự như dự báo sản lượng lúa cả năm đã trình bày ở trên, ta có kết quả được cho bởi bảng tổng hợp sau:

**Bảng 5: Các mô hình hồi quy và chuỗi thời gian dự báo cùng các giá trị AIC cho 3 vụ lúa trong năm**

Vụ lúa	Mô hình dự báo phù hợp nhất			
	Hồi quy		Chuỗi thời gian	
	Mô hình	AIC	Mô hình	AIC
Đông xuân	Tuyến tính	348.410	ARIMA(1,2,1)	307.398
Hè thu	Tuyến tính	328.190	ARIMA(1,1,3)	314.150
Lúa mùa	Tuyến tính	263.201	ARIMA(1,1,1)	295.719

Sử dụng mô hình phù hợp nhất từ bảng 5 (mô hình ARIMA(1,2,1) cho vụ đông xuân, mô hình ARIMA(1,1,3) cho vụ hè thu, mô hình ARIMA(1,1,1) cho vụ mùa) để dự báo sản lượng lúa giai đoạn 2011 – 2015 cho từng vụ ta có kết quả cụ thể được tổng hợp như sau:

**Bảng 5: Kết quả dự báo sản lượng lúa giai đoạn 2011-2015 cho 3 vụ lúa**

Vụ lúa	2011	2012	2013	2014	2015
Đông xuân	19605.34	20100.73	20509.52	20987.66	21410.27
Hè thu	11806.08	11862.65	12076.37	12285.50	12490.14
Lúa mùa	9092.86	9167.61	9099.67	9161.41	9105.29

#### 5 MỘT SỐ NHẬN XÉT

Trong hai phương pháp dự báo cho sản lượng lúa của vụ đông xuân, hè thu, lúa mùa và cả năm, phương pháp chuỗi thời gian luôn có kết quả dự báo phù hợp hơn. Trong các mô hình chuỗi thời gian thì mô hình ARIMA luôn là sự lựa chọn tốt nhất.

Trong các dự báo sản lượng lúa của các vụ mùa và cả năm, vụ đông xuân được đánh giá sẽ cho có kết quả phù hợp nhất, vụ hè thu sẽ cho kết quả thiếu chắc chắn nhất. Điều này có thể được giải thích bởi vụ đông xuân ít chịu ảnh hưởng của thời tiết, sâu hại, diện tích gieo xạ luôn ở mức ổn định, trong khi vụ hè thu thì những yếu tố này thì ngược lại. Hiện tại trên trang web của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn chưa có số liệu chính thức về sản lượng lúa năm 2011, nhưng theo đánh giá sơ bộ tại cuộc họp tháng 2/2012 sản lượng này ước khoảng 41 nghìn tấn, trong đó vụ đông xuân khoảng 19.6 triệu tấn, hè thu khoảng 12.3 triệu tấn và vụ mùa khoảng 9.1 triệu tấn. Các kết quả dự báo năm 2011 từ bảng 4 và 5 chứng minh những nhận xét trên và cũng cho thấy kết quả dự báo ngắn hạn ở trên có thể chấp nhận được.

Dự báo sản lượng lúa thật rất khó để có được kết quả chính xác cao bởi vì nó không những phụ thuộc vào thời tiết, thủy văn, dịch hại mà còn phụ thuộc vào các chính sách về cây lúa, tốc độ công nghiệp, đô thị hóa của địa phương và chính phủ, phụ thuộc vào kỹ thuật canh tác, sự phát triển của các tiến bộ của khoa học kỹ thuật phục vụ nông nghiệp trong tương lai. Tuy nhiên, sử dụng mô hình hồi quy, chuỗi thời gian trong dự báo sản lượng lúa là một kênh dự báo quan trọng để tham

khảo trong các quy hoạch phát triển. Đối với phương pháp hồi quy, nếu có thêm được dữ liệu cho các biến khác ảnh hưởng đến sản lượng lúa thì việc dự báo sẽ cho kết quả chính xác hơn. Hiện tại, hai phương pháp này cũng được sử dụng phổ biến để dự báo ngắn hạn cho nhiều lĩnh vực khác.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đặng Hùng Thắng (1999). *Thống kê và ứng dụng*, Nxb Giáo dục.
- Hamparsum Bozdogan, 2000. Akaike's Information Criterion and Recent Developments in
- Hoàng Trọng, Chu Nguyễn Mộng Hùng, 2008. *Thống kê ứng dụng trong kinh tế xã hội*, Nxb Information Complexity, *Journal of mathematical psychology*, 44, pp. 62-91.
- Nguyễn Quang Đông, Nguyễn Khắc Minh, 1998. *Kinh tế lượng*, Nxb Khoa học Kỹ thuật.
- Nguyễn Văn Tuấn, 2002. *Phần mềm R*, Nxb Khoa học Kỹ thuật.
- Thống kê.
- Tô Văn Ban, 2010. *Xác suất thống kê*, Nxb Giáo dục.