การวิเคราะห์ราคาทองคำแท่งด้วยวิธีห่วงโซ่มาร์คอฟ

อภิศักดิ์ วิทยาประภากร[1*] พิเชฐ พุ่มเกษร[2] และ จุฑา พิชิตลำเค็ญ[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการซื้อขายทองคำแท่ง โดยใช้ข้อมูลราคาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2014 จนถึงวันที่ 9 เมษายน ค.ศ. 2016 ด้วยวิธีห่วงโซ่มาร์คอฟแบบเวลาไม่ต่อเนื่อง (Discrete-time Markov chain, DTMC) เพื่อหาราคาซื้อและราคาขายที่ให้อัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุดเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี จากผลการวิจัยราคาซื้อขายทองคำแท่งที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุด เป็นราคาซื้อที่ 17,900 บาทต่อ 1 บาททองคำ และราคาขายที่มากกว่า 18,300 บาทต่อ 1 บาททองคำ โดยมีอัตราผลตอบแทนที่ 204% ต่อปี นอกจากนั้นแล้วผลการวิจัยยังบ่งบอกว่าถ้าหากซื้อทองคำแท่งที่ราคาต่ำกว่า 20,750 บาทต่อ 1 บาททองคำ สามารถให้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าอย่างน้อย 0.61% เมื่อเทียบกับการฝากเงินฝากประจำที่อัตราดอกเบี้ย 3% ต่อปีอีกด้วย

คำสำคัญ : การลงทุนทองคำแท่ง, ห่วงโซ่มาร์คอฟแบบเวลาไม่ต่อเนื่อง, การพยากรณ์

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยพะเยา

[2] ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม, คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม

[3] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[*] ผู้ติดต่อ, อีเมล์: aphisak.wi@up.ac.th รับเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2560 ตอบรับเมื่อ 22 สิงหาคม 2560

Analysis of Gold Bar Price by Discrete-time Markov chains

Apisak Vittayaprapakorn[1*] Pichet Pumkaesorn[2] and Juta Pichitlamken[3]

Abstract

This paper analyzes the rate of return on gold bar investment with the Discrete-Time Markov Chains. The input data are from January 1, 2014 to April 9, 2016. Our objective is to determine the selling and buying prices that yield the highest annual rate of return. We recommend buying gold bars when the buying price hits 17,900 Baht/1 Baht gold and when the selling price is higher than 18,300 Baht/1 Baht gold, resulting in the annual return rate of 204% per year. In addition, if gold bars can be bought at the price lower than 20,750 Baht/1 Baht gold, the return rate can be at least 0.61% higher than a bank time deposits account with 3% interest rate.

Keywords: Gold bar investment, Discrete-time Markov chains, Forecasting

[1] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Phayao.

[2] Department of Information Technology, Faculty of Industrial Technology and Management.

[3] Department Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University.

[*] Corresponding author, E-mail: aphisak.wi@up.ac.th Received 14 February 2017, Accepted 22 August 2017

1. บทนำ

การซื้อขายทองคำแท่งเพื่อเก็งกำไรเป็นการลงทุนรูปแบบหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันมีผู้สนใจเข้ามาลงทุนเป็นจำนวนมาก แต่การลงทุนนั้นสิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับนักลงทุนคือ ราคาที่เหมาะสมสำหรับการซื้อขายทองคำแท่ง ว่าควรจะซื้อขายทองคำแท่งที่ราคาเท่าไหร่ถึงจะให้อัตราผลตอบแทนดีที่สุด จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยมีแนวคิดว่าข้อมูลของราคาทองคำในอดีตน่าจะสามารถประเมินราคาซื้อขายที่เหมาะสมแก่นักลงทุนได้ ทำให้ผู้วิจัยนำข้อมูลราคาทองคำแท่งมาวิเคราะห์หาราคาการซื้อขายที่ให้อัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุดเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปีผ่านวิธีห่วงโซ่มาร์คอฟแบบเวลาไม่ต่อเนื่อง (Discrete-time Markov chains, DTMC) โดยใช้ข้อมูลราคาทองคำแท่ง ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2014 จนถึงวันที่ 9 เมษายน ค.ศ. 2016 (http://ทองคำราคา.com)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับราคาทองคำที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับงานนี้มีดังต่อไปนี้

ในปี ค.ศ. 2003 Mills [1] ได้วิเคราะห์ราคาทองคำตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2002 ด้วยวิธีทางสถิติพบว่าราคาทองคำมีแนวโน้มในการขึ้นหรือลงของราคาในระยะสั้นเฉลี่ยที่ประมาณ 15 วัน ระยะกลางที่ 3 สัปดาห์ หรือระยะยาวที่ 235 วัน โดยมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ (Normal distribution)

ในปี ค.ศ. 2010 Baur และ Lucey [2] วิเคราะห์การลงทุนในทองคำว่ามีความปลอดภัยโดยเฉลี่ยมากกว่าหุ้นหรือพันธบัตรหรือไม่ โดยศึกษาจากเงื่อนไขและความสัมพันธ์เชิงเวลาใน 3 ประเทศคือ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และเยอรมนี พบว่าการลงทุนในทองคำมีความปลอดภัยมากกว่าการลงทุนในหุ้น แต่มีความเสี่ยงสูงกว่าพันธบัตร โดยลงทุนทองคำในช่วงที่ราคาตกถึงขีดสุดและขายหลังจากนั้นภายใน 15 วัน หลังจากที่ราคาทองคำค่อนข้างนิ่งจากความผันผวนมีความปลอดภัยในการลงทุน

ในปี ค.ศ. 2010 Blose [3] ได้พิสูจน์ความเชื่อที่กล่าวว่า อัตราเงินเฟ้อมีผลต่อราคาทองคำ โดยใช้ค่า Consumer Price Index (CPI) พร้อมทั้งสร้างตัวแบบ 3 ชนิดมาพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเงินเฟ้อและราคาทองคำ ผลการทดลองที่ได้บ่งชี้ว่า อัตราเงินเฟ้อนั้นไม่มีผลต่อราคาทองคำหากแต่มีผลต่อพันธบัตร ดังนั้นนักลงทุนจึงไม่ควรใช้ข้อมูลของอัตราเงินเฟ้อในการลงทุนทองคำ หากแต่ควรใช้ในการลงทุนพันธบัตร

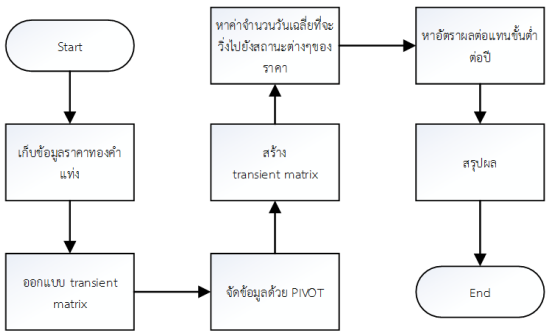
ในปี ค.ศ. 2012 Sopipan และคณะ [4] ได้สร้างตัวแบบการพยากรณ์ Markov Regime Switching Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity (MRS-GARCH) ซึ่งเป็นตัวแบบที่พัฒนามาจากตัวแบบประเภท Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH) แล้วนำมาเปรียบเทียบความแม่นยำกับตัวแบบ GARCH, Exponential Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedastic (EGARCH) และ Glosten-Jagannathan-Runkle Generalized Auto Regressive Conditional (GJR-GARCH) โดยนำไปตรวจสอบความแม่นยำกับค่าจริงตั้งแต่วันที่ 1/08/2011 ถึงวันที่ 30/08/2011 ผลปรากฏว่าตัวแบบการพยากรณ์ MRS-GARCH และ GJR-GARCH ให้ค่าความแม่นยำสะสมที่สูงกว่าตัวแบบชนิดอื่นอย่างชัดเจน

ในปี ค.ศ. 2014 Sous และคณะ [5] ได้พยากรณ์ราคาทองคำโดยใช้ตัวแบบ Markov Chain Grey Model (MCGM(1,1)) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ผสมผสานระหว่างตัวแบบห่วงโซ่มาร์คอฟ และ ตัวแบบ Grey Model (GM(1,1)) ไปเปรียบเทียบกับตัวแบบ GM(1,1) โดยใช้ข้อมูลของราคาทองคำจาก เดือนมกราคม ค.ศ. 1990 ถึง เดือนธันวาคม ค.ศ. 2011 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพยากรณ์ โดยค่าที่พยากรณ์นำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่ เดือนมกราคม ค.ศ. 2012 ถึง เดือนมิถุนายน ค.ศ. 2014 ผลการทดลองปรากฏว่า ตัวแบบ MCGM(1,1) มีความแม่นยำสูงกว่าตัวแบบ GM(1,1)

งานวิจัยที่ผ่านมาเป็นลักษณะของการหาความสัมพันธ์ของราคาทองคำและปัจจัยต่างๆ เพื่อทำนายราคาทองคำหรือระยะเวลาปลอดภัยที่ควรถือครอง ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยชิ้นนี้ที่นำเสนอการประยุกต์วิธีห่วงโซ่มาร์คอฟแบบเวลาไม่ต่อเนื่องเพื่อกำหนดราคาซื้อขายที่เหมาะสมสำหรับการเก็งกำไร

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

สำหรับวิธีการวิจัยมีลำดับการวิจัยดังแสดงในใน รูปที่ 1

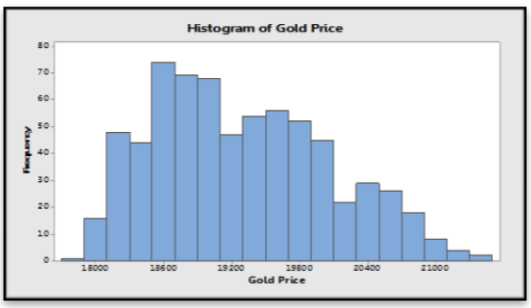


รูปที่ 1 ลำดับวิธีการวิจัย

จากรูปที่ 1 เราสามารถอธิบายรายละเอียดการวิจัยได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ราคาทองคำแท่ง ซึ่งเป็นราคาสุดท้ายของวันมาวิเคราะห์โดยข้อมูลที่เก็บได้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- จำนวนข้อมูลมี 683 ค่าโดยไม่มีราคาทองคำในวันอาทิตย์และวันหยุดราชการเพราะงดการซื้อขาย
- ค่าเฉลี่ยของราคาทองคำน้ำหนัก 1 บาท อยู่ที่ 19,162 บาท
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคาทองคำน้ำหนัก 1 บาท อยู่ที่ 776.5 บาท
- ข้อมูลสามารถจำลองด้วยการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม(Triangular distribution) ที่มีค่าต่ำสุดคือ 17,000 บาท ค่าที่เป็นไปได้มาที่สุดคือ 18,600 บาท และค่าสูงสุดคือ 21,400 บาท เมื่อใช้การทดสอบของ Kolmogorov-Smirnov ซึ่งให้ผลของ p-value> 0.15 และมีฮิสโตแกรมแสดงดังรูปที่ 2

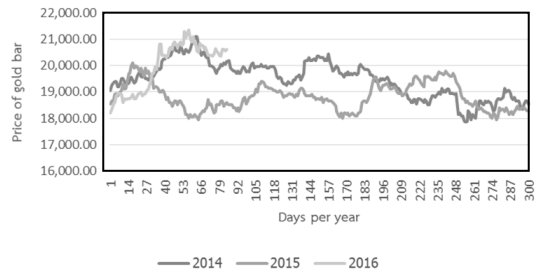


รูปที่ 2 ฮิสโตแกรมของข้อมูลราคาทองคำ

- เมื่อนำข้อมูลมาพล็อตอนุกรมเวลาจะได้ดังรูปที่ 3 และ 4 ซึ่งเห็นได้ว่าราคาทองคำตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2014 จนถึงวันที่ 9 เมษายน ค.ศ. 2016 อยู่ในช่วง

ราคา 17,850 ถึง 21350 บาท ต่อ 1 บาททองคำ ไม่ได้มีแนวโน้มราคาขึ้นหรือลงที่แปรผันไปตามเวลาจึงไม่สามารถนำราคาทองคำในอดีตมาหาความสัมพันธ์กับเวลาเพื่อวิเคราะห์ถึงราคาซื้อขายได้ จาโกลักษณะข้อมูลที่เกิดขึ้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี DTMC เนื่องจากคุณสมบัติของ DTMC ค่าจากอดีตจะไม่มีผลต่อการทำนายสถานะของอนาคต โดยในการทำนายสถานะของอนาคตจะอาศัยแค่สถานะของปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะข้อมูลที่มี [6]

รูปที่ 3 แนวโน้มราคาทองคำแท่งรวม 3 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014-2016



รูปที่ 4 อนุกรมเวลาราคาทองคำแท่ง ในปี ค.ศ. 2014-2016

ขั้นที่ 2 นิยามห่วงโซ่มาร์คอฟ [7] ดังนี้

- ตัวแปรสถานะ (State variable) คือ ราคาทองคำแท่งสุดท้ายในวันที่ n
- ดัชนีเวลา (Time index) คือ วันที่ทำการซื้อขาย
- State space คือ สถานะของราคาทองคำตั้งแต่ 17,850 ถึง 21,350 บาท ต่อ 1 บาททองคำ โดยแต่ละสถานะต่างกัน 50 บาท ยกเว้นไม่มีบางสถานะเนื่องจากไม่ได้เกิดขึ้น ซึ่งมีสถานะทั้งหมด 68 ค่า

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลของราคาทองคำแท่งในขั้นที่ 1 มาสรุปจำนวนครั้งของเปลี่ยนสถานะด้วยการใช้ฟังก์ชั่น PIVOT ในโปรแกรม Excel เพื่อใช้สร้าง Transient Matrix

ขั้นที่ 4 กำหนดค่าพารามิเตอร์ของ Transient Matrix ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ [8]

- กำหนดให้ c_{ij} เป็นจำนวนครั้งที่เปลี่ยนจากสถานะ i ไป j (ค่านี้ได้จากขั้นที่ 3)
- กำหนดให้ c_i คือผลรวมของจำนวนครั้งที่เริ่มจากสถานะ i ($c_i = \sum_{j=1}^{68} c_{ij}$)
- ประมาณค่า p_{ij} (ค่าความน่าจะเป็นจากสถานะ i ไปยังสถานะ j) โดย $\hat{p}_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_i}, c_i > 0$ และ $\hat{p}_{ij} = 0, c_i = 0$
- นำค่า $\hat{p}_{ij}$ ไปสร้าง Transient Matrix

ขั้นที่ 5 หาจำนวนวันรอคอยเฉลี่ยที่ราคาทองคำแท่งเปลี่ยนจากสถานะราคาที่ i (สถานะราคาที่ i คือราคาซื้อ) ไปยังสถานะราคาที่ N (สถานะราคาที่ N คือราคาขายขั้นต่ำ) โดยหาค่าจำนวนวันรอคอยเฉลี่ยด้วยวิธีดังต่อไปนี้ [9]

- ปรับแต่ง Transient Matrix ให้สถานะราคาที่ต้องการขายขั้นต่ำ (สถานะที่ *N*) เป็น Absorbing State
- หาจำนวนวันเฉลี่ยด้วยสูตร

$$m_i = 1 + \sum_{j=1}^{N-1} p_{ij} m_j, 1 \le i \le N-1 \qquad (1)$$

โดยที่ค่า m_i คือจำนวนวันรอคอยเฉลี่ยที่เปลี่ยนจากสถานะ i ไปยังสถานะ N [9]

จากนั้นผู้วิจัยคำนวณหาจำนวนวันเฉลี่ยที่เปลี่ยนจากสถานะราคาที่ i ไปยังสถานะราคาที่ N ให้ครบทุกสถานะ โดยต้องปรับแต่ง Transient Matrix และคำนวณทั้งหมด 67 ครั้งโดยเริ่มกำหนดราคาขายขั้นต่ำจากสถานะราคา 21,350 แล้วลดราคาขายขั้นต่ำจนถึงสถานะราคา 17,900 (เป็นการกำหนดค่า N สถานะที่ 68 แล้วทำการลดค่า N ทีละ 1 สถานะจนถึงค่า N สถานะที่ 2)

ขั้นที่ 6 หาอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำเฉลี่ยต่อปีในกรณีที่ซื้อทองคำสถานะราคา i ขายสถานะราคา N โดยนำจำนวนวันรอคอยการเปลี่ยนสถานะราคา i ไป N โดยเฉลี่ยที่ได้จากขั้นที่ 5 มาช่วยหาอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- หาอัตราผลตอบแทนใน 1 รอบของการซื้อทองคำสถานะราคา i ขายสถานะราคา N โดยใช้สูตร
- $\dfrac{Sell\ Price_N - Buy\ Price_i - 100}{Buy\ Price_i}$ โดยที่

$Buy\ Price_i$ คือราคาของทองคำที่ซื้อในสถานะที่ i, $Sell\ Price_N$ คือราคาทองคำขั้นต่ำที่ขายในสถานะที่ N, 100 บาท คือค่าธรรมเนียมในการขายทองคำแท่ง

- เนื่องจากอัตราผลตอบแทนใช้เวลาการเปลี่ยนสถานะจากราคาซื้อไปเป็นราคาขายขั้นต่ำใน 1 รอบโดยเฉลี่ยคือ m_i วันซึ่งนำค่ามาจากสูตรที่ (1) ทำให้สามารถแปลงอัตราผลตอบแทนต่อ 1 รอบไปเป็นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อวันได้ดังนี้

$$\frac{Sell\ Price_N - Buy\ Price_i - 100}{m_i \times Buy\ Price_i}$$

- จากนั้นเพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับดอกเบี้ยธนาคารที่คิดอัตราผลตอบแทนต่อปีได้ จึงนำอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อวันไปแปลงเป็นอัตราผลตอบแทนโดยเฉลี่ยต่อปีดังสูตรต่อไปนี้

$$\frac{Sell\ Price_N - Buy\ Price_i - 100}{m_i \times Buy\ Price_i} \times 360 \qquad (2)$$

ขั้นที่ 7 สรุปผล นำอัตราผลตอบแทนเปอร์เซ็นต์ต่อปีของแต่ละราคาซื้อมาวิเคราะห์หาราคาขายทองคำที่ได้ผลตอบแทนขั้นต่ำที่ดีที่สุดแล้วสรุปเป็นตาราง

4. ตัวอย่างการคำนวณ

ในหัวข้อนี้แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจวิธีการคำนวณในหัวข้อที่ 3 ได้ง่ายขึ้นโดยจะกำหนดปัญหาขนาดเล็กขึ้นมาเพื่อสาธิตถึงรูปแบบการคำนวณที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ข้อมูลปัญหาตัวอย่าง

สำหรับข้อมูลปัญหาตัวอย่างจะกำหนดให้ทองคำมีทั้งหมด 4 สถานะราคาคือ 17,100 เป็นสถานะที่ 1 17,200 เป็นสถานะที่ 2 17,300 เป็นสถานะที่ 3 และ 17,400 เป็นสถานะที่ 4 มีจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนครั้งการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ *i* ไปยังสถานะ *j*

Amount of transitions		State *j*			
		1	2	3	4
State *i*	1	1	3	2	1
	2	3	2	3	2
	3	2	1	2	1
	4	1	1	3	1

ทำการแปลงตารางที่ 1 ให้เป็น Transient Matrix ตามขั้นที่ 4 ในหัวข้อที่ 3 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Transient Matrix แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสถานะจากสถานะ *i* ไปยังสถานะ *j*

Percent of transitions		State *j*			
		1	2	3	4
State *i*	1	14.29%	42.86%	28.57%	14.29%
	2	30%	20%.	30%	20%
	3	33.33%	16.67%	33.33%	16.67%
	4	16.67%	16.67%	50%	16.67%

กำหนดสถานะ *N* ตามขั้นที่ 5 ในหัวข้อที่ 3 โดยเริ่มจาก *N* เป็นสถานะที่ 4 และปรับให้เป็น Absorbing State จะได้ค่า Transient Matrix ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 Transient Matrix กรณีให้ *N* เป็นสถานะที่ 4 และปรับให้เป็น Absorbing State

Percent of transitions		State *j*			
		1	2	3	4
State *i*	1	14.29%	42.86%	28.57%	14.29%
	2	30%	20%.	30%	20%
	3	33.33%	16.67%	33.33%	16.67%
	4	0%	0%	0%	100%

หาจำนวนวันเฉลี่ยที่เปลี่ยนจากสถานะ *i* ไปยังสถานะ *N* โดยใช้สมการที่ (1) จะมีสมการดังแสดงต่อไปนี้

$$m_1 = 1 + 0.1429m_1 + 0.4286m_2 + 0.2857m_3 \quad (3)$$

$$m_2 = 1 + 0.3m_1 + 0.2m_2 + 0.3m_3 \quad (4)$$

$$m_3 = 1 + 0.3333m_1 + 0.1667m_2 + 0.3333m_3 \quad (5)$$

จากนั้นแก้สมการที่ (3) ถึง (5) เพื่อหาค่า m_i ได้ผลคือ m_1= 6.0122 m_2=5.7317 และ m_3=5.939 หรือสามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะราคา 17,100 ไป 17,400 คือ 6.0122 วัน ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะราคา 17,200 ไป 17,400 คือ 5.7317 วัน และระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะราคา 17,300 ไป 17,400 คือ 5.939 วัน

ต่อจากนั้นกำหนดสถานะ *N* เป็นสถานะที่ 3 และปรับให้เป็น Absorbing State จะได้ค่า Transient Matrix ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 Transient Matrix กรณีให้ *N* เป็นสถานะที่ 3 และปรับให้เป็น Absorbing State

Percent of transitions		State *j*		
		1	2	3
State *i*	1	14.29%	42.86%	42.86%
	2	30%	20%.	50%
	3	0%	0%	100%

หาจำนวนวันเฉลี่ยที่เปลี่ยนจากสถานะ i ไปยังสถานะ N โดยใช้สมการที่ (1) จะมีสมการดังแสดงต่อไปนี้

$$m_1 = 1 + 0.1429m_1 + 0.4286m_2 \quad (6)$$

$$m_2 = 1 + 0.3m_1 + 0.2m_2 \quad (7)$$

จากนั้นแก้สมการที่ (6) และ (7) เพื่อหาค่า m_i ได้ผลคือ m_1= 2.2051 และ m_2=2.0769 หรือสามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะราคา 17,000 ไปที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 17,300 คือ 2.2051 วัน และระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะราคา 17,200 ไปที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 17,300 คือ 2.0769 วัน

ต่อจากนั้นกำหนดสถานะ N เป็นสถานะที่ 2 และปรับให้เป็น Absorbing State จะได้ค่า Transient Matrix ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 Transient Matrix กรณีให้ N เป็นสถานะที่ 2 และปรับให้เป็น Absorbing State

Percent of transitions		State j	
		1	2
State i	1	14.29%	85.71%
	2	0%	100%.

หาจำนวนวันเฉลี่ยที่เปลี่ยนจากสถานะ i ไปยังสถานะ N โดยใช้สมการที่ (1) จะมีสมการดังแสดงต่อไปนี้

$$m_1 = 1 + 0.1429m_1 \quad (8)$$

จากนั้นแก้สมการที่ (8) ได้ผลคือ m_1= 1.6667 วัน หรือสามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะราคา 17,000 ไปที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 17,100 คือ 1.6667 วัน

นำระยะเวลาเฉลี่ยของการเปลี่ยนสถานะจากราคาซื้อไปยังราคาขายขั้นต่ำมาสรุปเป็นตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนวันรอคอยเฉลี่ยที่สถานะราคาซื้อเปลี่ยนไปเป็นสถานะราคาขายขั้นต่ำ

The average waiting time (day)		The minimum selling price state			
		17,000	17,100	17,200	17,300
The purchasing price	17,000		1.1667	2.2051	6.0122
	17,100			2.0769	5.7371
	17,200				5.9390
	17,300				

จากนั้นนำค่าในตารางที่ 6 มาหาอัตราผลตอบแทนต่อปีตามสูตรที่ (2) ได้ผลเป็นตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อัตราผลตอบแทนต่อปี

Rate of return per year		The minimum selling price state			
		17,000	17,100	17,200	17,300
The purchasing price	17,000		0%	96.03%	70.45%
	17,100			0%	36.73%
	17,200				0%
	17,300				

นำค่าในตารางที่ 7 มาวิเคราะห์และสรุปผลที่ได้

5. ผลการวิจัย

จากผลวิจัยเราสามารถสรุปราคาขายที่ให้อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ดีที่สุดของแต่ละราคาซื้อดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ราคาซื้อขายทองคำ

The purchasing price/Gold weight 1 bath (Bath)	The minimum selling price/Gold weight 1 bath (Bath)	The average waiting time (Day)	Minimum Rate of return	Compare with Fixed Deposit Rate 3%
17,850	18,300	4.00	178.92%	มากกว่า
17,900	18,300	3.00	203.91%	มากกว่า
17,950	18,150	1.59	128.03%	มากกว่า
18,000	18,200	1.70	119.33%	มากกว่า
18,050	18,400	9.67	52.30%	มากกว่า
18,100	18,650	24.11	37.64%	มากกว่า
18,150	18,650	23.08	34.85%	มากกว่า
18,200	18,650	21.86	32.10%	มากกว่า
18,250	18,650	16.25	36.93%	มากกว่า
18,300	18,650	20.07	24.84%	มากกว่า
18,350	18,650	14.23	27.96%	มากกว่า
18,400	18,650	17.14	17.36%	มากกว่า
18,450	18,650	12.37	15.99%	มากกว่า
18,500	18,650	5.08	19.41%	มากกว่า
18,550	18,900	39.24	12.53%	มากกว่า
18,600	19,150	75.10	11.76%	มากกว่า
18,650	19,550	148.12	10.57%	มากกว่า
18,700	19,550	137.56	10.64%	มากกว่า
18,750	19,550	136.62	9.97%	มากกว่า
18,800	19,550	128.63	9.81%	มากกว่า
18,850	19,550	118.03	9.84%	มากกว่า
18,900	19,900	184.41	9.43%	มากกว่า
19,000	19,900	167.50	9.18%	มากกว่า
19,050	19,900	163.14	8.81%	มากกว่า
19,100	19,900	153.36	8.72%	มากกว่า
19,150	19,950	164.02	8.13%	มากกว่า
19,200	19,900	126.49	9.02%	มากกว่า
19,250	19,950	135.92	8.37%	มากกว่า
19,300	19,950	127.28	8.17%	มากกว่า
19,350	20,800	331.90	7.67%	มากกว่า
19,400	20,800	316.06	7.74%	มากกว่า
19,450	20,800	305.54	7.68%	มากกว่า
19,500	20,800	303.78	7.39%	มากกว่า

ตารางที่ 8 ราคาซื้อขายทองคำ (ต่อ)

The purchasing price/Gold weight 1 bath (Bath)	The minimum selling price/Gold weight 1 bath (Bath)	The average waiting time (Day)	Minimum Rate of return	Compare with Fixed Deposit Rate 3%
19,550	20,800	299.29	7.17%	มากกว่า
19,600	20,800	285.06	7.19%	มากกว่า
19,650	20,800	274.54	7.10%	มากกว่า
19,700	20,800	251.69	7.36%	มากกว่า
19,750	20,800	261.19	6.72%	มากกว่า
19,800	20,800	253.41	6.55%	มากกว่า
19,850	20,800	231.65	6.75%	มากกว่า
19,900	20,800	232.88	6.30%	มากกว่า
19,950	20,800	232.12	5.91%	มากกว่า
20,000	20,800	232.64	5.49%	มากกว่า
20,050	20,800	213.71	5.54%	มากกว่า
20,100	21,100	336.19	4.86%	มากกว่า
20,150	20,800	139.15	7.16%	มากกว่า
20,200	20,800	117.99	7.66%	มากกว่า
20,250	20,800	83.00	9.77%	มากกว่า
20,300	20,800	131.33	5.48%	มากกว่า
20,350	20,800	90.01	6.97%	มากกว่า
20,400	20,800	94.74	5.67%	มากกว่า
20,450	20,800	79.71	5.60%	มากกว่า
20,500	20,800	53.53	6.65%	มากกว่า
20,550	21,100	161.47	4.95%	มากกว่า
20,600	21,100	149.76	4.73%	มากกว่า
20,650	21,100	155.99	3.97%	มากกว่า
20,700	21,100	148.50	3.56%	มากกว่า
20,750	21,100	121.81	3.61%	มากกว่า
20,800	21,100	117.30	2.99%	น้อยกว่า
20,850	21,300	144.28	4.25%	มากกว่า
20,900	21,100	101.15	1.73%	น้อยกว่า
21,000	21,300	354.11	0.98%	น้อยกว่า
21,050	21,300	168.87	1.54%	น้อยกว่า
21,100	21,300	352.11	0.49%	น้อยกว่า
21,250	21,350	1.00	0.00%	น้อยกว่า
21,300	21,350	339.73	-0.25%	น้อยกว่า

จากข้อมูลในตารางเห็นได้ว่าราคาซื้อขายที่ได้อัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุดเป็นการซื้อที่ราคา 17,900 บาท และขายที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 18,300 บาท ได้อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ 204 % ต่อปี ซึ่งถ้าหากพิจารณาอัตราผลตอบแทนในตารางจะเห็นว่าเป็นอัตราผลตอบแทนของการซื้อที่ราคา 17,900 บาท และขายที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 18,300 บาท เป็นอัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าปกติ ทางผู้วิจัยจึงย้อนกลับไปพิจารณาข้อมูลราคาทองคำแท่งและ Transient Matrix ก็พบว่าราคาทองคำแท่งมีราคา 17,900 บาท เพียงแค่ 2 วัน จาก 683 วัน และมีโอกาสเปลี่ยนสถานะจากราคา 17,900 บาท ไปเป็น 18,300 บาท ถึง 50% ส่งผลให้จำนวนวันเฉลี่ยเพื่อใช้ในการเปลี่ยนราคาใช้เวลาที่น้อย ทำให้มีอัตราผลตอบแทนที่สูง

ในส่วนของช่วงราคาซื้อขายอื่นๆ ในตารางที่ 8 เห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ถ้าหากซื้อในราคาที่ต่ำค่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำก็จะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น นอกจากนั้นในตารางยังแสดงให้เห็นว่าถ้าหากซื้อทองคำในราคาที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20,750 บาท ย่อมให้ผลตอบแทนขั้นต่ำที่ดีกว่าการฝากเงินประจำที่ให้ผลอัตราดอกเบี้ย 3%

ในส่วนของราคาขายค่าในตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่ามีขายทองคำแท่งที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 20,800 บาท มากที่สุด (มีทั้งหมด 23 ครั้งในตารางที่ 8) ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลของราคาทองคำแท่งที่เกิดสถานะราคา 20,800 บาท ถี่ที่สุดสำหรับสถานะราคาที่มากกว่า 20,400 บาท ส่งผลให้การเปลี่ยนสถานะจากราคาซื้อเริ่มต้นเป็นราคาที่มากกว่าหรือเท่ากับ 20,800 บาท ใช้เวลาที่ไม่นานและคุ้มค่าที่จะรอคอย

6. สรุปผล

เมื่อจำลองด้วย DTMC ราคาการซื้อขายที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงสุดคือการซื้อที่ราคา 17,900 บาทต่อ 1 บาททองคำ และขายที่ราคามากกว่าหรือเท่ากับ 18,300 บาทต่อ 1 บาททองคำ มีอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ 203.91% ต่อปี เพียงแต่การซื้อที่ราคา 17,900 บาทต่อ 1 บาททองคำ ค่อนข้างเป็นไปได้ยากเพราะมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นประมาณ 0.3% เท่านั้น

สำหรับการซื้อขายเพื่อเก็งกำไรผลการวิจัยพบว่าถ้าราคาทองคำต่ำกว่าหรือเท่ากับ 18,350 บาทต่อ 1 บาททองคำ ควรซื้อเก็บไว้และขายตามราคาที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 เพราะมีโอกาสที่อัตราผลตอบแทนจะมากกว่าหรือเท่ากับ 25% ต่อปี หรือนัยยะตรงข้ามสามารถที่จะบอกได้ว่าเป็นราคาคุ้มค่าแก่การลงทุน นอกจากนั้นแล้วถ้าเทียบกับการฝากเงินประจำที่ให้อัตราผลตอบแทนที่ 3% การซื้อทองคำที่ราคาต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20,750 บาทต่อ 1 บาททองคำ สามารถให้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าถ้าขายตามราคาที่แสดงไว้ในตารางที่ 8

ในเชิงปฏิบัตินั้นการฝากเงินประจำมีข้อดีกว่าในส่วนของอัตราผลตอบแทนที่ชัดเจนต่างจากการเก็งกำไรราคาทองคำที่เป็นเพียงการคาดการณ์ถึงอัตราผลตอบแทนที่จะได้เท่านั้น แต่นัยยะตรงข้ามการเก็งกำไรราคาทองคำก็มีแนวโน้มที่จะได้ผลตอบแทนเร็วกว่าเนื่องจากสามารถขายได้เลยถ้าหากมีกำไรต่างจากการฝากประจำที่ต้องรออย่างน้อย 1 ปีหรือตามระยะเวลาเงื่อนไขที่ธนาคารกำหนดจึงจะได้ผลตอบแทน

ผลการวิจัยที่ได้อาศัยข้อมูลจากอดีตและไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อราคาทองคำนอกจากเรื่องของความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะตามหลัก

ของ DTMC ทำให้อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 อาจจะไม่ใช่คำตอบสำหรับอนาคตก็เป็นได้ ดังนั้นในการลงทุน ผู้ลงทุนควรใช้วิจารณญาณและข้อมูลอื่นๆ ประกอบการลงทุนด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] T.C. Mills, “Statistical analysis of daily gold price data”, Physica A 338, 2003, pp. 559–566.

[2] D.G. Baur and B.M. Lucey, “Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold”, The Financial Review 45, 2010, pp. 217–229.

[3] L.E. Blose, “Gold prices, cost of carry, and expected inflation”, Journal of Economics and Business 62, 2010, pp. 35–47.

[4] N. Sopipan, P. Sattayatham and B. Premanode, “Forecasting Volatility of Gold Price Using Markov Regime Switching and Trading Strategy”, Journal of Mathematical Finance, 2012, pp. 121-131.

[5] S. Sous, T. Thongjunthug and W. Klongdee, “Gold Price Forecasting Based on the Improved GM (1,1) Model with Markov Chain by Average of Middle Points”, KKU Science Journal 42(3), 2014, pp. 693-699.

[6] S.M. Ross, “Introduction to Probability Models Ninth Edition”, Elsevier Inc., 2007

[7] D.P. Bertsekas and J.N. Tsitsiklis, “Introduction to Probability, (2^{nd} Eds.)”, Athena Scientific, 2008

[8] B.L. Nelson, “Stochastic Modeling: Analysis and Simulation”, McGraw-Hill, Inc., 1995

[9] V.G. Kulkarni, “Introduction to Modeling and Analysis of Stochastic Systems Second Edition”, Springer, 2011