การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ

ชญานี พูลพิพัฒน์[1], พรพิมล กันพงษ์[2] และ ศศิประภา หิริโอตป์[3*]
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

Received: 7 April 2021; Revised: 21 April 2021; Accepted: 18 May 2021

บทคัดย่อ

กองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) เป็นกองทุนรวมที่ส่งเสริมการออมและการลงทุนระยะยาวสำหรับการวางแผนหลังเกษียณอายุ การลงทุนในกองทุนรวม RMF มีนโยบายการลงทุนที่หลากหลาย ตั้งแต่กองทุนที่มีความเสี่ยงต่ำซึ่งลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลเป็นหลักไปจนถึงกองทุนที่มีความเสี่ยงสูงที่เน้นการลงทุนในหุ้นหรือทองคำ ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนในกองทุนรวม RMF มีหลายชนิด เช่น ความเสี่ยงของตลาด ความเสี่ยงด้านสภาพคล่อง และความเสี่ยงด้านการกระจุกตัวของการลงทุน เป็นต้น งานวิจัยนี้ศึกษาผลการดำเนินงานของกองทุน RMF ที่เสนอขายผ่านสถาบันการเงินต่าง ๆ โดยพิจารณาจากอัตราส่วนชาร์ป (Sharpe ratio) เจนเซ่นอัลฟ่า (Jensen's alpha) และอัตราส่วนเทรเนอร์ (Treynor ratio) เพื่อนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มกองทุนรวม RMF โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มสำหรับอนุกรมเวลา (time series cluster analysis) ด้วยวิธีการตรวจสอบชุมชนในเครือข่าย (community detection in networks) ผลการแบ่งกลุ่มกองทุนสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับนักลงทุนในการเลือกกองทุน RMF ที่จะทำให้ความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุดโดยใช้หลักการกระจายความเสี่ยงในการจัดพอร์ตลงทุน

คำสำคัญ: อัตราส่วนชาร์ป เจนเซ่นอัลฟ่า อัตราส่วนเทรเนอร์ การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา การตรวจสอบชุมชนในเครือข่าย กองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ

* Corresponding author. E-mail: Hiriote_s@silpakorn.edu
[1] นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
[2] นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Cluster Analysis of Retirement Mutual Funds

Chayanee Phunphiphat[1], Pornpimon Kunphong[2] and Sasiprapa Hiriote[3*]

Faculty of Science, Silpakorn University, Muang,

Nakhon Pathom 73000, Thailand

Received: 7 April 2021; Revised: 21 April 2021; Accepted: 18 May 2021

Abstract

A Retirement Mutual Fund (RMF) is a type of mutual fund that promotes savings and long-term investment for retirement planning. RMF offers a wide range of investment policies from low-risk fund that invests the most of its principal in government bonds to high-risk fund that focus its investment on stocks or gold. There are certain types of risk associated with RMF such as market risk, liquidity risk, concentration risk, and so on. In this work, we study the performance of some Retirement Mutual Funds offered by various financial institutions based on Sharpe ratio, Jensen's alpha and Treynor ratio to identify groups of these RMFs using time series cluster analysis with community detection in networks. The result provides some guidelines for investors to choose among these RMFs to minimize the investment risk by diversifying their portfolio.

Keywords: Sharpe ratio, Jensen's alpha, treynor ratio, time series cluster analysis, community detection in networks, retirement mutual fund.

* Corresponding author. E-mail: Hiriote_s@silpakorn.edu

1 Undergraduate student in Department of Statistics, Faculty of Science, Silpakorn University

2 Undergraduate student in Department of Statistics, Faculty of Science, Silpakorn University

3 Assistant Professor in Department of Statistics, Faculty of Science, Silpakorn University

1. บทนำ

ด้วยภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา การออมเงินรายได้ส่วนหนึ่งไว้เพื่อใช้จ่ายในอนาคตเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่การออมอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับการวางแผนการเงินระยะยาวเพื่อสร้างความมั่นคงในวัยหลังเกษียณ วิธีบริหารการเงินในระยะยาวอีกวิธีหนึ่ง คือ การลงทุน ซึ่งอาจสร้างผลตอบแทนที่สูงกว่าการออม ในปัจจุบัน มีเครื่องมือทางการเงินหลากหลายประเภทให้เลือกลงทุน กองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) เป็นเครื่องมือการลงทุนประเภทหนึ่งที่ส่งเสริมการออมระยะยาวเพื่อการเกษียณอายุที่มีโอกาสให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าการออมในสถาบันการเงิน นอกจากนี้ ผู้ลงทุนที่ปฏิบัติตามเงื่อนไขยังได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีอีกด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม กองทุน RMF เป็นกองทุนที่ใช้ระยะเวลานานในการลงทุน อาจทำให้เกิดความเสี่ยงในการลงทุนจากผลกระทบทางเศรษฐกิจในระหว่างที่ทำการลงทุน กองทุน RMF มีความเสี่ยงที่แตกต่างกันตามนโยบายการลงทุนของกองทุน ความสามารถของผู้บริหาร การเปลี่ยนแปลงของตลาด หรือการเปลี่ยนแปลงทางการเมือง ความเสี่ยงนั้นมีหลายประเภท เช่น ความเสี่ยงที่เกิดจากการขาดสภาพคล่อง ความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภาวะตลาดโดยรวม เป็นต้น

การจะลงทุนในกองทุนรวมนั้น หากผู้ลงทุนเลือกลงทุนจากผลตอบแทนเพียงด้านเดียว อาจจะได้รับผลตอบแทนในอนาคตไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้ เนื่องจากทุกการลงทุนล้วนมีความเสี่ยง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำมาตรวัดผลการดำเนินงานซึ่งประกอบด้วย อัตราส่วนชาร์ป (Sharpe Ratio) เจนเซ่นอัลฟ่า (Jensen's Alpha) และอัตราส่วนเทรเนอร์ (Treynor Ratio) มาใช้วัดผลการดำเนินงานของกองทุน เนื่องจากมาตรวัดผลการดำเนินงานทั้งสามมาตรวัดนี้คำนวณมาจากอัตราผลตอบแทน และความเสี่ยง ทำให้สามารถมองภาพรวมของกองทุนได้อย่างรอบด้าน

ข้อมูลมาตรวัดผลการดำเนินงานของกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ทั้ง 3 มาตรวัด เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มอนุกรมเวลา (time series cluster analysis) ด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย (community detection in networks) ในการแบ่งกลุ่มกองทุน ซึ่งเทคนิคนี้อาศัยการสร้างเครือข่ายกองทุนที่มีลักษณะซับซ้อน กองทุนที่มีมาตรวัดผลการดำเนินงานคล้ายคลึงกันจะเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย โดยความคล้ายคลึงกันระหว่างกองทุนคำนวณจากฟังก์ชันระยะทางของอนุกรมเวลา และการแบ่งกลุ่มใช้อัลกอริทึมสำหรับการตรวจหากองทุนที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างหนาแน่นในเครือข่าย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลการดำเนินงานของกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) บนพื้นฐานของอัตราส่วนชาร์ป เจนเซ่นอัลฟ่า และอัตราส่วนเทรเนอร์ สำหรับกองทุนรวมประเภทตราสารแห่งทุนที่ไม่มีนโยบายจ่ายเงินปันผล จำนวน 42 กองทุน จาก 14 บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทุติยภูมิ โดยนำข้อมูลอัตราผลตอบแทนและความเสี่ยงมาใช้ในการคำนวณมาตรวัดผลการดำเนินงานของกองทุน ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนในระยะเวลา 5 ปี (มกราคม 2558 ถึง ธันวาคม 2562) แล้วนำผลการดำเนินงานของกองทุน RMF เหล่านี้ไปใช้ในการแบ่งกลุ่มด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มอนุกรมเวลาด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย ซึ่งผลการแบ่งกลุ่มที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการเลือกกองทุนรวม RMF เพื่อกระจายความเสี่ยงในการลงทุนสำหรับนักลงทุน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวิธีวิจัย

2.1 มาตรวัดผลการดำเนินงานของกองทุน

มาตรวัดผลการดำเนินงานของกองทุนรวมที่ได้รับความนิยมมี 3 วิธี ได้แก่

2.1.1 อัตราส่วนชาร์ป (Sharpe Ratio)

เป็นการวัดผลตอบแทนของกองทุนรวมที่มากกว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงปรับด้วยค่าความเสี่ยงของกองทุนรวม คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของกองทุนรวม [1] โดยในที่นี้ อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงใช้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุ 14 วัน

อัตราส่วนชาร์ปของกองทุนรวม คำนวณได้ดังนี้ [2]

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (1)$$

โดยที่ R_p คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของกองทุนรวมจากงวดเวลาที่วิเคราะห์ n งวด

R_f คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงจากงวดเวลาที่วิเคราะห์ n งวด

และ σ_p คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของกองทุนรวมจากงวดเวลาที่วิเคราะห์ n งวด

กองทุนรวมที่มีค่าอัตราส่วนชาร์ปที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับอีกกองทุนหนึ่ง แสดงว่า ผู้จัดการกองทุนสามารถสร้างผลตอบแทนได้สูงกว่า ณ 1 หน่วยความเสี่ยงที่เท่ากัน แต่ควรใช้เปรียบเทียบกองทุนที่มีนโยบายการลงทุนเหมือนกันเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นแนวคิดของ “Sharpe Ratio” [1]

2.1.2 อัตราส่วนเทรเนอร์ (Treynor Ratio)

เป็นการวัดผลตอบแทนของกองทุนรวมที่มากกว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงปรับด้วยค่าความเสี่ยงของที่เป็นระบบของกองทุนรวม (ค่าเบต้าเป็นการวัดความผันผวนของผลตอบแทนอีกแบบหนึ่งที่อ้างอิงกับตลาด) [1] โดยในที่นี้ อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงใช้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุ 14 วัน เช่นเดียวกับอัตราส่วนชาร์ป

อัตราส่วนเทรเนอร์ของกองทุนรวม [2] คำนวณได้ดังนี้

$$\text{Treynor ratio} = \frac{R_p - R_f}{\beta_p} \quad (2)$$

โดยที่ R_p คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของกองทุนรวมจากงวดเวลาที่วิเคราะห์ n งวด

R_f คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงจากงวดเวลาที่วิเคราะห์ n งวด

และ β_p คือ ค่าเบต้า

เมื่อ $\beta_p = \frac{\sigma_{pm}}{\sigma_m^2}$

โดยที่ σ_{pm} คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างอัตราผลตอบแทนของกองทุนรวมกับอัตราผลตอบแทนของตลาด

และ σ_m^2 คือ ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนของตลาด

กองทุนรวมที่มีอัตราส่วนเทรเนอร์ที่ “สูง” แสดงว่าผู้จัดการกองทุนสามารถสร้างผลตอบแทนส่วนเพิ่มต่อ 1 หน่วยความเสี่ยงที่เป็นระบบได้สูง และหากค่าอัตราส่วนเทรเนอร์ของกองทุนที่สนใจสูงกว่า อัตราส่วนเทรเนอร์ของผลตอบแทนของตลาดก็แสดงว่ากองทุนนั้นมีผลตอบแทนที่ดีกว่าตลาด แต่ถ้าค่า“น้อย”กว่าค่าของผลตอบแทนของตลาดก็แสดงว่ากองทุนนั้นมีผลตอบแทนที่น้อยกว่าตลาด [1]

2.1.3 เจนเซ่นอัลฟ่า (Jensen’s alpha)

เป็นการเปรียบระหว่างอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจริงของกองทุนรวมกับอัตราผลตอบแทนที่ต้องการปรับด้วยค่าวัดความเสี่ยง [1]

ค่าเจนเซ่นอัลฟ่าของกองทุนรวม (α_p) คำนวณได้ดังนี้ [2]

$$\alpha_p = R_p - \left[R_f + \left(R_m - R_f \right) \beta_p \right] \quad (3)$$

โดยที่ R_p คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของกองทุนรวมจากงวดเวลาที่วิเคราะห์มี n งวด

R_f คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงจากงวดเวลาที่วิเคราะห์ n งวด

R_m คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของตลาด

และ β_p คือ ค่าเบต้า

ค่าเจนเซ่นอัลฟ่า คือ ค่าที่บอกว่าผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนในกองทุนนั้นทำได้มากกว่าผลตอบแทนจากการลงทุนที่ต้องการตามทฤษฎีหรือให้ผลตอบแทนมากกว่าของผลตอบแทนของตลาดอยู่กี่ % ค่าเจนเซ่นอัลฟ่าของกองทุนรวมยิ่งสูงแสดงว่าผลตอบแทนของกองทุนรวมสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ ณ ความเสี่ยงที่เป็นระบบ 1 หน่วย [1]

2.2 การแบ่งกลุ่มอนุกรมเวลา (Time series clustering) ด้วยการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย (community detection in networks)

การแบ่งกลุ่มเป็นหนึ่งในงานที่พบได้บ่อยที่สุดในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป้าหมาย คือ การแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามความคล้ายคลึงกันหรือวัดจากระยะทางที่ใกล้กัน โดยข้อมูลภายในกลุ่มเดียวกันควรมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดและข้อมูลที่อยู่ต่างกลุ่มกันควรมีความคล้ายคลึง

กันน้อยที่สุด ซึ่งการแบ่งกลุ่มข้อมูลอนุกรมเวลาก็ใช้แนวคิดเดียวกัน คือ การหากลุ่มของข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความคล้ายคลึงกันภายในกลุ่มและแตกต่างจากข้อมูลอนุกรมเวลากลุ่มอื่น

งานวิจัยของ Ferreira และ Zhao [3] ได้นำเสนอเทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย (community detection in networks) โดยเริ่มจากทำการแปลงชุดข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นเครือข่าย โดยใช้ค่าวัดระยะทางในการวัดความคล้ายคลึงกันของข้อมูลอนุกรมเวลา โดยที่ข้อมูลอนุกรมเวลาแต่ละชุดจะถูกแสดงด้วยจุดยอดมุมหรือโหนดและข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความคล้ายกันมากที่สุดจะถูกเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย จากนั้นใช้อัลกอริทึมการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย เพื่อระบุกลุ่มต่าง ๆ ในเครือข่ายที่เรียกว่า “ชุมชน” โดยอนุกรมเวลาที่คล้ายคลึงกันมากมีแนวโน้มที่จะถูกจัดให้อยู่ในชุมชนเดียวกัน Ferreira และ Zhao ได้ทำการจำลองแบบโดยใช้ชุดข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวน 45 ชุดที่มีการแบ่งกลุ่มไว้แล้วจาก UCR repository ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลแต่ละชุดเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ชุดฝึก (training set) และ ชุดทดสอบ (test set) แล้วใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการตรวจหาชุมชนในเครือข่ายที่นำเสนอดังกล่าวกับข้อมูลที่เป็นชุดฝึก ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มโดยใช้ค่าวัดระยะทางที่ต่างกัน 10 วิธี การสร้างเครือข่ายที่ต่างกัน 2 วิธี และอัลกอริทึมการตรวจหาชุมชนที่ต่างกัน 5 วิธี แล้ววัดความถูกต้องของการจัดกลุ่มด้วยดัชนีแรนด์ (Rand Index) จากผลการทดลอง สรุปได้ว่า ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดภายใต้ข้อมูลที่ทำการศึกษาได้จากการใช้ฟังก์ชันระยะทาง Dynamic time warping การสร้างเครือข่ายด้วยวิธี ε-NN และอัลกอริทึมการตรวจหาชุมชน Multilevel

การแบ่งกลุ่มอนุกรมเวลาด้วยการตรวจสอบชุมชนในเครือข่ายมีขั้นตอนดังนี้ [3]

1. การแปลงให้เป็นค่ามาตรฐาน (Normalization) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (pre-processing stage) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับสเกลของข้อมูลซึ่งจะช่วยค้นหาอนุกรมเวลาที่คล้ายคลึงกัน เมื่ออนุกรมเวลามีรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน แต่สเกลต่างกัน

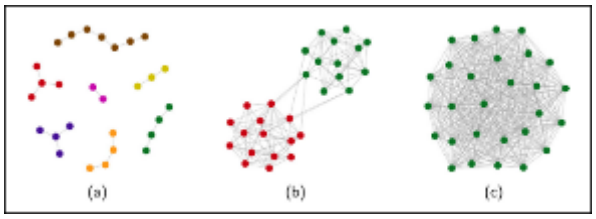
2. การคำนวณระยะทางระหว่างอนุกรมเวลาแต่ละคู่และสร้างเมทริกซ์ระยะทาง การเลือกค่าวัดระยะทางที่ดีมีอิทธิพลอย่างมากต่อการสร้างเครือข่ายและผลการแบ่งกลุ่ม ตัวอย่างของค่าวัดระยะทาง เช่น Euclidean Manhattan Pearson Correlation และ Dynamic time warping เป็นต้น

3. การสร้างเครือข่ายโดยการแปลงเมทริกซ์ระยะทางให้อยู่ในรูปของเครือข่าย วิธีที่นิยมใช้ในการสร้างเครือข่าย คือ วิธี k-NN และ ε-NN วิธีการสร้างเครือข่ายนี้มีผลอย่างมากกับการแบ่งกลุ่ม

4. การใช้อัลกอริทึมตรวจหาชุมชนเพื่อค้นหากลุ่มของข้อมูลอนุกรมเวลาที่คล้ายคลึงกัน ตัวอย่างของอัลกอริทึมตรวจหาชุมชน เช่น Fast greedy Multilevel และ Walktrap เป็นต้น

ตัวอย่างผลลัพธ์การสร้างเครือข่ายด้วยวิธี k-NN และการใช้อัลกอริทึมตรวจหาชุมชน Fast greedy แสดงดังรูปที่ 2.1 โดยอนุกรมเวลาที่อยู่ในชุมชนเดียวกันแทนด้วยจุดยอดมุมสีเดียวกัน [3]

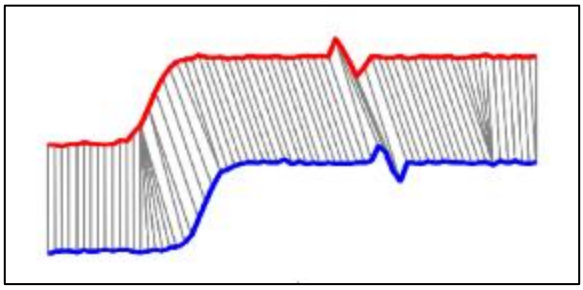
งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์กระบวนการข้างต้นในการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF บนพื้นฐานของมาตรวัดผลการดำเนินงานทั้ง 3 มาตรวัดดังกล่าว ซึ่งอยู่ในรูปของอนุกรมเวลา โดยในขั้นตอนการคำนวณระยะทางระหว่างอนุกรมเวลา ผู้วิจัยเลือกใช้ค่าวัดระยะทาง Dynamic time warping และใช้อัลกอริทึมการตรวจหาชุมชน Multilevel ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลอนุกรมเวลา ตามที่แนะนำในงานวิจัยของ Ferreira และ Zhao ส่วนขั้นตอนการสร้างเครือข่าย ผู้วิจัยใช้วิธี k-NN (k-nearest neighbor networks) โดยหลักการของวิธี k-NN คือ เมื่อกำหนดค่า k แล้ว ข้อมูลอนุกรมเวลาจะถูกเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายจนครบตามจำนวน k ที่กำหนด [3]



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการสร้างเครือข่ายด้วยวิธี k-NN (a) k=1 (b) k=7 (c) k=27 (ที่มา: Ferreira และ Zhao [3])

2.2.1 ค่าวัดระยะทาง Dynamic time warping

ค่าวัดระยะทาง Dynamic time warping [4-6] เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวัดความคล้ายคลึงกันระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาสองอนุกรม เนื่องจากมีความยืดหยุ่น จึงสามารถปรับการวางแนวระหว่างอนุกรมเวลาสองอนุกรมได้อย่างเหมาะสม ทำให้การวัดความคล้ายคลึงของอนุกรมเวลามีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างระยะทาง Dynamic time warping แสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ระยะทาง Dynamic time warping (ที่มา: Ratanamahatana และ Keogh [6])

กำหนดให้ P และ Q เป็นข้อมูลอนุกรมเวลามีความยาวขนาด n และ m ตามลำดับ โดยที่ p_i และ q_j แทนข้อมูล ณ จุดเวลาที่ i และ j ของข้อมูลอนุกรมเวลา P และ Q ตามลำดับ ระยะทาง Dynamic time warping (DTW) คือ ระยะทางสะสมที่น้อยที่สุดจากจุด (p_0,q_0) ถึงจุด (p_n,q_m) สามารถหาได้โดยคำนวณระยะทางระหว่างแต่ละจุดข้อมูลของอนุกรมเวลาตามสมการที่ (4) แล้วนำมาสร้างเมทริกซ์ขนาด n×m จากนั้นทำการคำนวณแบบพลวัต (Dynamic programming) ดังสมการที่ (5) ซึ่งเป็นสมการรีเคอร์ซีฟที่ใช้ในการหาระยะทางสะสมที่น้อยที่สุด ระยะทาง Dynamic time warping ระหว่างอนุกรมเวลา P และ Q จะเป็นค่าสุดท้ายดังสมการที่ (6) รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จาก [4-6]

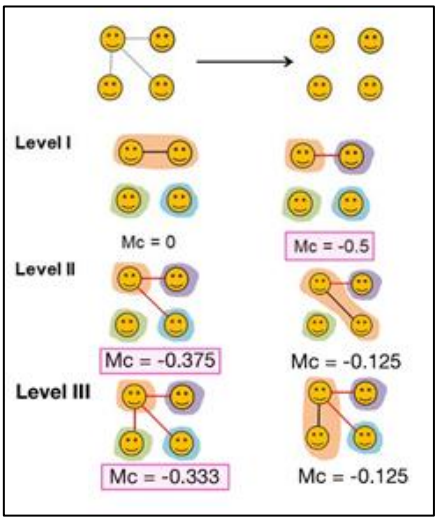
$$D\left(p_i,q_j\right)=\left(p_i-q_j\right)^2 \tag{4}$$

$$dist\left(p_i,q_j\right)=D\left(p_i,q_j\right)+\min\begin{cases} dist\left(p_{i-1},q_j\right) \\ dist\left(p_{i-1},q_{j-1}\right) \\ dist\left(p_i,q_{j-1}\right) \end{cases} \tag{5}$$

$$DTW\left(P,Q\right)=\sqrt{dist\left(p_i,q_j\right)} \tag{6}$$

2.2.2 การตรวจหาชุมชนด้วยอัลกอริทึม Multilevel

Multilevel เป็นอัลกอริทึมสำหรับตรวจหาชุมชนในเครือข่าย โดยขั้นตอนแรกจะทำการลบเส้นเชื่อมในเครือข่ายทั้งหมด จากนั้นจะเพิ่มเส้นเชื่อมกลับเข้ามาทีละเส้นในแต่ละระดับ โดยระดับที่ 1 เพิ่มเส้นเชื่อม 1 เส้น ระดับที่ 2 เพิ่มเส้นเชื่อม 2 เส้น ไปเรื่อย ๆ โดยเส้นเชื่อมที่เพิ่มเข้ามาอาจจะเชื่อมโหนดที่ถูกรวมให้เป็นชุมชนเดียวกันหรือถูกแบ่งให้อยู่ต่างชุมชนกันก็ได้ ในแต่ละระดับจะเลือกการแบ่งชุมชนที่ทำให้ Modularity มีค่าสูงสุด แล้วนำผลที่ได้ในแต่ละระดับไปใช้ในการแบ่งชุมชนในระดับต่อไป อัลกอริทึมนี้จะหยุดกระบวนการก็ต่อเมื่อเส้นเชื่อมที่เพิ่มเข้ามาเท่ากับจำนวนเส้นเชื่อมที่เคยสร้างไว้ในขั้นตอนการสร้างเครือข่ายและได้ผลลัพธ์การแบ่งชุมชนที่ทำให้ Modularity มีค่าสูงสุด [3] ตัวอย่างการตรวจหาชุมชนด้วยอัลกอริทึม Multilevel แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการตรวจหาชุมชนด้วยอัลกอริทึม Multilevel

Modularity คือ ค่าวัดความหนาแน่นของชุมชน คำนวณได้จากผลรวมของผลต่างระหว่างสัดส่วนของเส้นเชื่อมในชุมชนกับค่าคาดหวังของสัดส่วนดังกล่าวเมื่อเส้นเชื่อมในชุมชนเกิดขึ้นอย่างสุ่มแบบไม่มีโครงสร้างของความเป็นชุมชน ค่า Modularity คำนวณได้ดังนี้ [7]

$$M_c = \sum_{i=1}^{n_c}\left[\frac{L_i}{L} - \left(\frac{k_i}{2L}\right)^2\right] \quad (7)$$

โดยที่ M_c คือ Modularity

n_c คือ จำนวนชุมชนทั้งหมด

L_i คือ จำนวนเส้นเชื่อมในชุมชน i

L คือ จำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดในเครือข่าย

k_i คือ จำนวนปลายเส้นเชื่อมที่สัมผัสกับโหนดในชุมชน c

Modularity จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 และถ้าค่าสัมบูรณ์ของ Modularity มีค่ามาก แสดงว่า การแบ่งกลุ่มมีประสิทธิภาพดี เนื่องจากภายในชุมชนที่มีความหนาแน่นสูง

3. ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษากองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ประเภทตราสารทุน จำนวน 42 กองทุน จาก 14 บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน (สืบค้นจาก [8]) โดยใช้ข้อมูลมูลค่าทรัพย์สินสุทธิต่อหน่วยลงทุน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2562 ในการคำนวณหาอัตราผลตอบแทน ความเสี่ยง และมาตรวัดผลการดำเนินงานของกองทุน ได้แก่ อัตราส่วนชาร์ป อัตราส่วนเทรเนอร์ และเจนเซ่นอัลฟ่า โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มอนุกรมเวลาด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย ในการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามมาตรวัดผลการดำเนินงานทั้ง 3 มาตรวัด โดยการเขียนชุดคำสั่งด้วยโปรแกรม R

3.2 ผลการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มกองทุน RMF ด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย

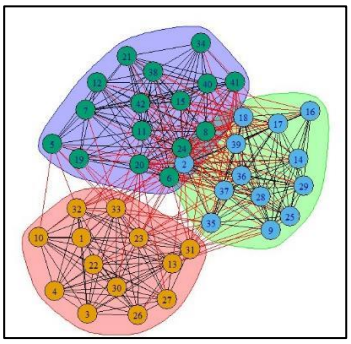
3.2.1 ผลการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนชาร์ป

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่า เมื่อพิจารณาอัตราส่วนชาร์ป สามารถแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม โดยมีสมาชิกในแต่ละกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 (โหนดสีเหลือง) KT-WEQRMF KFEURORMF KFHCARERMF T-GlobalEQRMF PRINCIPALAARMF KEURMF KJPRMF TMBEGRMF TMBUS500RMF TUSRMF TJPRMF TAPRMF และ TCIRMF จำนวน 13 กองทุน

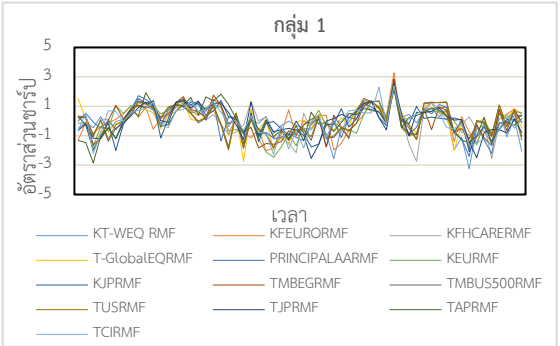
กลุ่มที่ 2 (โหนดสีฟ้า) KT-HiDivRMF SCBRMS50 PRINCIPALSET100RMF UOBEQRMF ERMF V-RMF KS50RMF TMB50RMF JB25RMF THDRMF TEGRMF-B TEGRMF-A และ BSIRIRMF จำนวน 13 กองทุน

กลุ่มที่ 3 (โหนดสีเขียว) KFS100RMF KFDIVRMF KFEQRMF SCBRM4 T-NERMF T-LowBetaRMF PRINCIPALEQRMF ABAPAC-RMF ABSC-RMF ASP-ERF KEQRMF TMSRMF-A IN-RMF BERMF BBASICRMF และ PHATRAEQRMF จำนวน 16 กองทุน

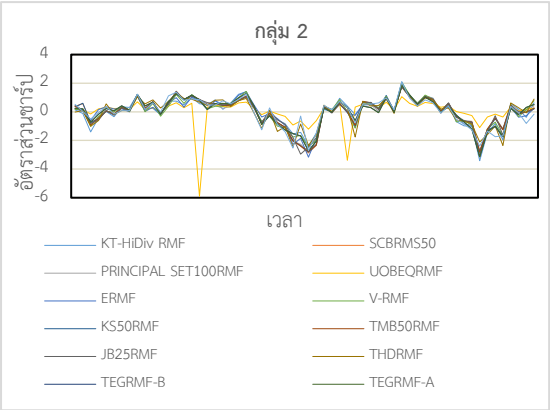


รูปที่ 3.1 ผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนชาร์ปด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย

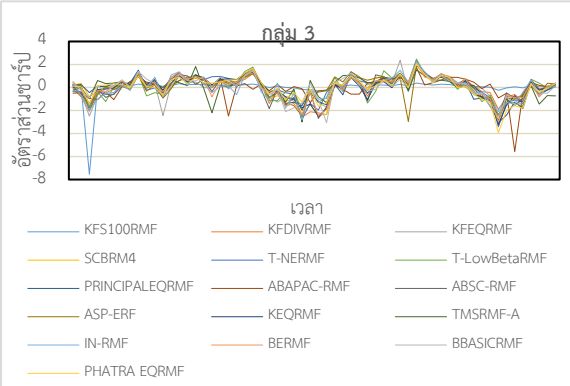
จากผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนชาร์ปด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย สามารถสร้างกราฟอนุกรมเวลาเพื่อดูลักษณะของอนุกรมเวลาภายในกลุ่ม ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 3.2 - 3.4 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาในกลุ่มเดียวกันส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



รูปที่ 3.2 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนชาร์ปรายเดือน นวน 60 เดือน ของ 13 กองทุนในกลุ่มที่ 1



รูปที่ 3.3 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนชาร์ปรายเดือน จำนวน 60 เดือน ของ 13 กองทุนในกลุ่มที่ 2



รูปที่ 3.4 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนชาร์ปรายเดือน จำนวน 60 เดือน ของ 16 กองทุนในกลุ่มที่ 3

3.2.2 ผลการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนเทรเนอร์

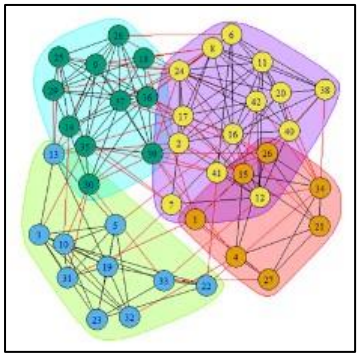
จากรูปที่ 3.5 จะเห็นว่า เมื่อพิจารณาอัตราส่วนเทรเนอร์ สามารถแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยมีสมาชิกในแต่ละกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 (โหนดสีเหลืองอ่อน) KT-HiDivRMF KFDIVRMF KFEQRMF SCBRM4 T-NERMF T-LowBetaRMF UOBEQRMF ERMF ABSC-RMF KEQRMF IN-RMF BERMF BBASICRMF และ PHATRA EQRMF จำนวน 14 กองทุน

กลุ่มที่ 2 (โหนดสีฟ้า) KFEURORMF KFS100RMF T-GlobalEQRMF PRINCIPALAARMF ABAPAC-RMF KEURMF KJPRMF TJPRMF TAPRMF และ TCIRMF จำนวน 10 กองทุน

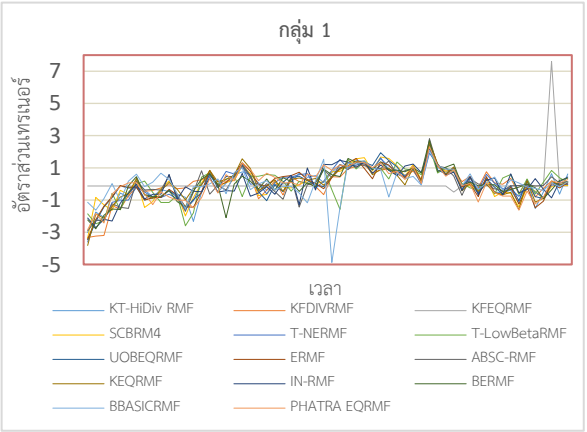
กลุ่มที่ 3 (โหนดสีเขียว) SCBRMS50 V-RMF KS50RMF PRINCIPALSET100RMF TMB50RMF JB25RMF TUSRMF THDRMF TEGRMF-B TEGRMF-A และ BSIRIRMF จำนวน 11 กองทุน

กลุ่มที่ 4 (โหนดสีเหลืองเข้ม) KT-WEQRMF KFHCARERMF PRINCIPALEQRMF ASP-ERF TMBEGRMF TMBUS500RMF และ TMSRMF-A จำนวน 7 กองทุน

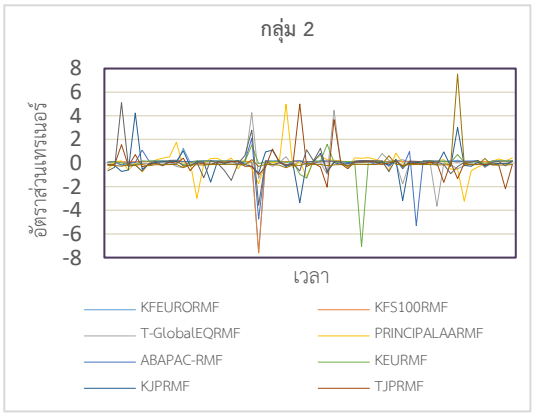


รูปที่ 3.5 ผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนเทรเนอร์ด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย

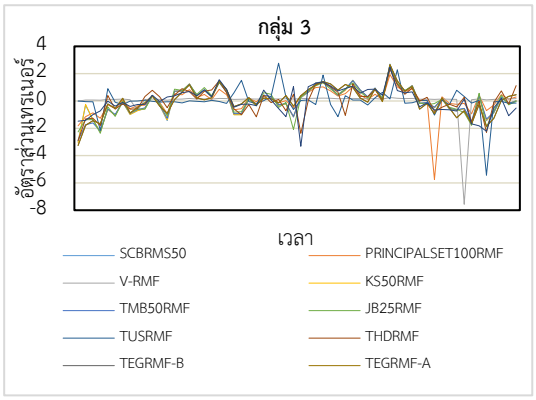
จากผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนเทรเนอร์ด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย สามารถสร้างกราฟอนุกรมเวลาได้ดังรูปที่ 3.6 - 3.9 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากองทุน RMF ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันส่วนใหญ่มีกราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนเทรเนอร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



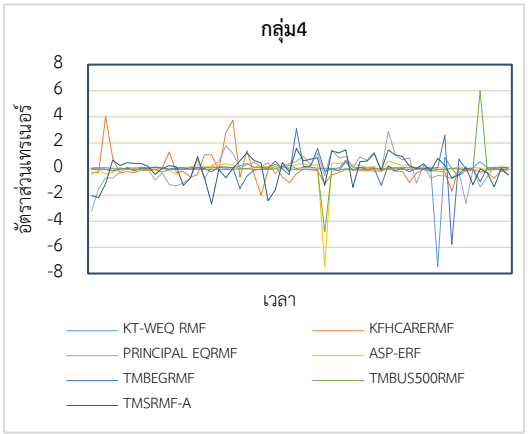
รูปที่ 3.6 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนเทรเนอร์รายเดือน จำนวน 60 เดือน ของ 14 กองทุนในกลุ่มที่ 1



รูปที่ 3.7 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนเทรเนอร์รายเดือนจำนวน 60 เดือน ของ 10 กองทุนในกลุ่มที่ 2

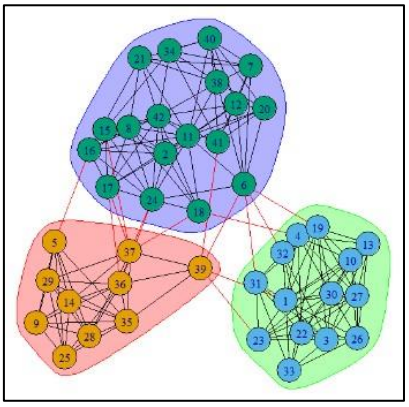


รูปที่ 3.8 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนเทรเนอร์รายเดือนจำนวน 60 เดือน ของ 11 กองทุนในกลุ่มที่ 3



รูปที่ 3.9 กราฟอนุกรมเวลาของอัตราส่วนเทรเนอร์รายเดือนจำนวน 60 เดือน ของ 7 กองทุนในกลุ่มที่ 4

3.2.3 ผลการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามค่าเจนเซ่นอัลฟ่า



รูปที่ 3.10 ผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามค่าเจนเซ่นอัลฟ่าด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย

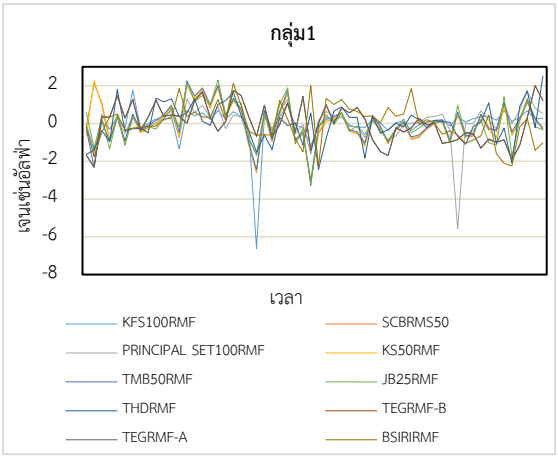
จากรูปที่ 3.10 จะเห็นว่า เมื่อพิจารณาค่าเจนเซ่นอัลฟ่า สามารถแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม โดยมีสมาชิกในแต่ละกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 (โหนดสีเหลือง) KFS100RMF SCBRMS50 PRINCIPALSET100RMF KS50RMF TMB50RMF JB25RMF THDRMF TEGRMF-B TEGRMF-A และ BSIRIRMF จำนวน 10 กองทุน

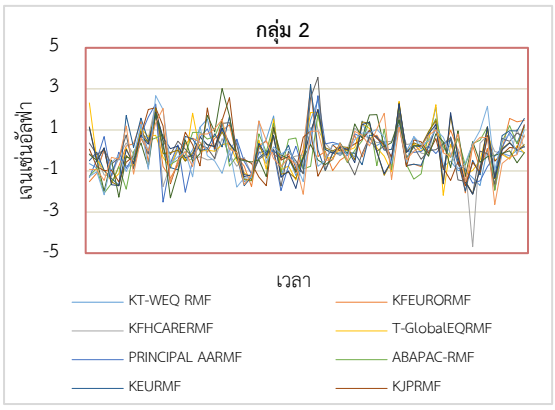
กลุ่มที่ 2 (โหนดสีฟ้า) KT-WEQRMF KFEURORMF KFHCARERMF T-GlobalEQRMF PRINCIPALAARMF ABAPAC-RMF KEURMF KJPRMF TMBEGRMF TMBUS500RMF TUSRMF TJPRMF TAPRMF และ TCIRMF จำนวน 14 กองทุน

กลุ่มที่ 3 (โหนดสีเขียว) KT-HiDivRMF KFDIVRMF KFEQRMF SCBRM4 T-NERMF T-LowBetaRMF PRINCIPALEQRMF UOBEQRMF ERMF V-RMF ABSC-RMF ASP-ERF KEQRMF TMSRMF-A IN-RMF BERMF BBASICRMF และ PHATRAEQRMF จำนวน 18 กองทุน

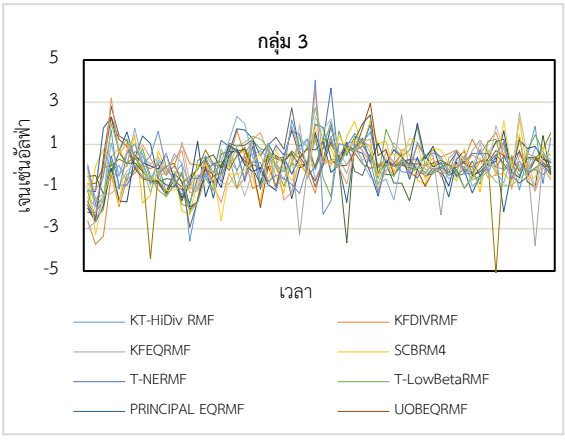
จากผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ด้วยวิธีการตรวจหาชุมชนในเครือข่าย เมื่อนำอนุกรมเวลาของเจนเซ่นอัลฟ่ารายเดือนจำนวน 60 เดือนของกองทุน RMF ในกลุ่มต่าง ๆ มาสร้างกราฟดังรูปที่ 3.11-3.13 จะเห็นได้ว่ากองทุนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันส่วนใหญ่มีกราฟอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



รูปที่ 3.11 กราฟอนุกรมเวลาของค่าเจนเซ่นอัลฟ่ารายเดือน จำนวน 60 เดือน ของ 10 กองทุนในกลุ่มที่ 1



รูปที่ 3.12 กราฟอนุกรมเวลาของค่าเจนเซ่นอัลฟ่ารายเดือน จำนวน 60 เดือน ของ 14 กองทุนในกลุ่มที่ 2



รูปที่ 3.13 กราฟอนุกรมเวลาของค่าเจนเซ่นอัลฟ่ารายเดือน จำนวน 60 เดือน ของ 18 กองทุนในกลุ่มที่ 3

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ในแต่ละมาตรวัดผลการดำเนินงาน และการศึกษาลักษณะการลงทุนของกองทุนในกลุ่มต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 การแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนชาร์ป

กองทุนในกลุ่มที่ 1 ทั้ง 13 กองทุน เป็นกองทุนที่มีการลงทุนในต่างประเทศ กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับผู้ให้บริการทางการเงิน เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีบางกองทุนที่เน้นการลงทุนในอุตสาหกรรมทางด้านสุขภาพ และสินค้าเพื่อการอุปโภคบริโภคต่าง ๆ

กองทุนในกลุ่มที่ 2 จำนวน 13 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนภายในประเทศ และมี 3 กองทุนที่เป็นกองทุนดัชนี คือ SCBRMS50 KS50RMF และ TMB50RMF กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับการแสวงหา หรือจัดการทรัพยากรต่าง ๆ กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และกลุ่มพาณิชย์

กองทุนในกลุ่มที่ 3 จำนวน 16 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนภายในประเทศ กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับ อุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ บางกองทุนมีการลงทุนเพิ่มเติมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

4.2 การแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามอัตราส่วนเทรเนอร์

กองทุนในกลุ่มที่ 1 จำนวน 14 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนภายในประเทศ กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับการแสวงหา หรือจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ธุรกิจการเงิน กลุ่มพาณิชย์ และอุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ บางกองทุนมีการลงทุนเพิ่มเติมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

กองทุนในกลุ่มที่ 2 จำนวน 10 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนในต่างประเทศ ยกเว้น กองทุน KFS100RMF กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจการเงิน เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บางกองทุนมีการลงทุนเพิ่มเติมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

กองทุนในกลุ่มที่ 3 จำนวน 11 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนภายในประเทศ มี SCBRMS50 KS50RMF และ TMB50RMF เป็นกองทุนดัชนี กองทุนส่วน

ใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับแสวงหา หรือจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ อุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ กลุ่มพาณิชย์ หรือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บางกองทุนมีการลงทุนเพิ่มเติมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

กองทุนในกลุ่มที่ 4 จำนวน 7 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนในต่างประเทศ กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภค และอุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ มีบางกองทุนที่เน้นการลงทุนในอุตสาหกรรมทางด้านสุขภาพ และสินค้าเพื่อการอุปโภคบริโภคต่าง ๆ

4.3 การแบ่งกลุ่มกองทุน RMF ตามค่าเจนเซ่นอัลฟ่า

กองทุนในกลุ่มที่ 1 จำนวน 10 กองทุน ส่วนใหญ่เป็นกองทุนที่มีการลงทุนภายในประเทศ และมี 3 กองทุนที่เป็นกองทุนดัชนี คือ กองทุน SCBRMS50 KS50RMF และ TMB50RMF กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับแสวงหาหรือจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มพาณิชย์ และอุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ บางกองทุนมีการลงทุนเพิ่มเติมในธุรกิจการเงิน

กองทุนในกลุ่มที่ 2 ทั้ง 14 กองทุน เป็นกองทุนที่มีการลงทุนในต่างประเทศ กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนเกี่ยวกับธุรกิจการเงิน แต่มีบางกองทุนที่เน้นการลงทุนในอุตสาหกรรมทางด้านสุขภาพ สินค้าเพื่อการอุปโภคบริโภคต่าง ๆ

กองทุนในกลุ่มที่ 3 ทั้ง 18 กองทุน เป็นกองทุนที่มีการลงทุนภายในประเทศ หรือต่างประเทศบางส่วน กองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับแสวงหา หรือจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ ธุรกิจการเงิน และกลุ่มพาณิชย์ บางกองทุนมีการลงทุนเพิ่มเติมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

5. อภิปรายผล

จากการศึกษาลักษณะการลงทุนของกองทุน RMF ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มกองทุนในแต่ละมาตรวัดผลการดำเนินงาน พบว่า ทั้ง 3 มาตรวัดมีการแบ่งกลุ่มกองทุนตามนโยบายการลงทุนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ในทุกมาตรวัดจะมีกลุ่มกองทุนที่ส่วนใหญ่มีการลงทุนภายในประเทศ บางกองทุนเป็นกองทุนดัชนี โดยกองทุนส่วนใหญ่ลงทุนในธุรกิจเกี่ยวกับแสวงหาหรือจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ กลุ่มพาณิชย์ และอุตสาหกรรมบริการขนส่งและโลจิสติกส์ นอกจากนี้ ทั้ง 3 มาตรวัดจะมีกลุ่มกองทุนที่ส่วนใหญ่มีการลงทุนในต่างประเทศ โดยลงทุนในธุรกิจการเงิน เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

6. เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน กรุงศรี จำกัด, “เลือกกองทุนให้ดีต้องมองผ่านเลนส์,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.krungsriasset.com/th/PDFPlanStart-Invest/Start-investment_lesson5_TH.aspx. [วันที่เข้าถึง 23 ธันวาคม 2562].

[2] นพดล อุดมวิศวกุล, อภิญญา วนเศรษฐ, สุนีย์ ศีลพิพัฒน์, “การวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนและความเสี่ยงในตราสารทางการเงินสำหรับการจัดพอร์ตการลงทุน,” ใน *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2*, กรุงเทพฯ, 2555.

[3] L. N. Ferreira and L. Zhao, “Time series clustering via community detection in networks,” *Information Sciences.*, vol. 326, pp. 227-242, 2016.

[4] วริศรา มีศรีกมลกุล, “การจัดกลุ่มตามรูปร่างสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

[5] D. J. Berndt and J. Clifford, “Using Dynamic Time Warping to Find Patterns in Time Series,” In *Proceedings of AAAI Workshop on Knowledge Discovery in Databases*, USA, 1994.

[6] C. A. Ratanamahatana and E. Keogh, “Making Time-Series Classification More Accurate Using Learned Constraints,” In *Proceedings of SIAM*

International Conference on Data Mining, USA, 2004.

[7] E. F. Legara, "Community Detection with Networkx," [Online]. Available: https://www.slideshare.net/ErikaFilleLegara/community-detection-with-networkx-59540229. [Accessed 15 April 2020].

[8] WealthMagik, "WealthMagik-Screener," [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.wealthmagik .com/ Screener /BasicScreener.aspx. [วันที่เข้าถึง 17 ธันวาคม 2562].