

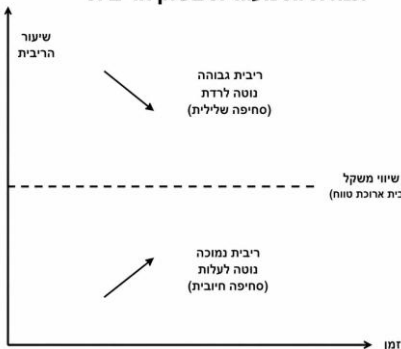


נסיגה, נסיגה. לאן? לממוצע כמובן!

האקטואר **רועי פולניצר** מסביר מהו תהליך תסוגה לממוצע, מדוע משתנים כלכליים ופיננסיים רבים נוטים לחזור לרמת שיווי משקל ארוכת טווח וכיצד עיקרון זה משמש בהערכת שווי, באקטואריה, בניהול סיכונים ובהנדסה פיננסית.

ריבית גבוהה מייקרת את האשראי, מצמצמת את הביקוש להלוואות ומפעילה לחץ לירידת הריבית. מנגד, ריבית נמוכה מוזילה את האשראי, מגדילה את הביקוש להלוואות ומפעילה לחץ לעליית הריבית. תהליך התסוגה לממוצע של שיעורי הריבית מוצג בתרשים שלהלן.

תנודתיות מעגלית בשוק הריבית



הפרופ' כתב כי ההנחה של התובעים כי שיעור הריבית הנמוך יישקף את שיעור הריבית בעשורים הקרובים כמוה כהנצחת המשבר הפיננסי של 2008 והיא אינה נכונה מבחינה מימונית, אקטוארית וכלכלית. לדבריו, **קיימת תנודתיות מעגלית בשוק הריבית, ולכן כשם שאין מקום לבסס קביעות כלכליות ארוכות טווח על בסיס נתונים כלכליים בתקופת שיא, כך אין לעשות זאת על בסיס נתונים כלכליים בתקופת שפל**. הוא קבע כי ריבית ריאלית של 3% לשנה היא ברף הנמוך והשמרני מבין חלופות ההיוון הקיימות לצורך היוון תקבולים לטווח הארוך.

מגבלות תהליך התסוגה לממוצע

לצד יתרונותיו, תהליך תסוגה לממוצע אינו מתאים לכל משתנה. הוא פחות מתאים למידול מחירי מניות ומדדי מניות, אשר על פי רוב אינם מתאפיינים ברמת שיווי משקל ארוכת טווח. הוא הדין גם לגבי שערי חליפין ומטבעות. בנוסף, רמת שיווי המשקל ומהירות התסוגה עשויות להשתנות עם הזמן בעקבות שינויים בתנאי השוק. כמו כן, התהליך הבסיסי מניח שינוי רציף ולכן אינו מתאר היטב קפיצות חדות הנובעות ממשברים, מאסונות טבע או מאירועים חריגים. במקרים כאלה נהוג להשתמש בתהליכי תסוגה לממוצע הכוללים גם רכיב קפיצות.

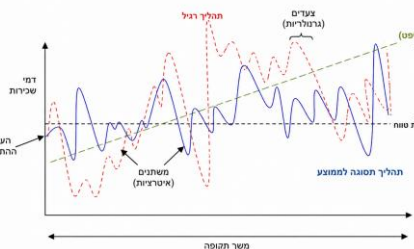
ליסיון

תהליך תסוגה לממוצע הוא אחד התהליכים הסטוכסטיים החשובים ביותר במימון הכמותי. בניגוד לתנועת בראון גיאומטרית, הוא מתאים במיוחד למידול משתנים כלכליים ופיננסיים הנוטים לחזור לרמת שיווי משקל ארוכת טווח. יכולתו לשלב אירועים עם מנגנון כלכלי של חזרה לשיווי משקל הפכה אותו לכלי מרכזי בהערכת שווי, באקטואריה, בניהול סיכונים ובהנדסה פיננסית.

האקטואר רועי פולניצר הוא הבעלים ומעריך השווי הראשי של פירמת הערכות שווי "שווי פנימי" – מעריכי שווי בלתי תלויים, וכן מייסד ונשיא לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA). "שווי פנימי" מסייעת ללקוחותיה לפתח וליישם מודלים מתקדמים הדורשים הבנה עמוקה בתהליכים סטוכסטיים, ידע בשיטות נומריות ושלטיה ברמה גבוהה בכלים כגון Python ו-VBA. פולניצר מיישם לחברות בניותים כמותיים מתקדמים בתחומים של הנדסה פיננסית, יישום מודל מונטה-קרלו, תהליכים סטוכסטיים ופתרון בעיות כמותיות באמצעות שיטות נומריות מתקדמות. הוא מחבר הספרים "המדריך למעריכי שווי תגוינים" ו"המדריך לאקטוארים של ביטוח חיים" ומחברם של למעלה מ-1,000 פרסומים.

כיום על 120 ש"ח למ"ר לחודש, בעוד שרמת שיווי המשקל ארוכת הטווח נאמדת ב-100 ש"ח למ"ר. אין פירוש הדבר שבעוד שנה דמי השכירות יהיו בדיוק 100 ש"ח. ייתכן שבתחילה הם יעלו ל-125 ש"ח, לאחר מכן ירדו ל-115 ש"ח ורק לאחר מספר שנים יתקרבו לרמת שיווי המשקל. לצורך מידול התנהגותם העתידית של דמי השכירות ושל משתנים כלכליים ופיננסיים נוספים, נהוג להשתמש בסימולציות מונטה-קרלו. זוהי אחת משיטות הסימולציה הנפוצות ביותר בהערכת שווי של נכסים פיננסיים מורכבים. הסימולציה מבוססת על דגימה אקראית של גורמי סיכון מתוך התפלגות הסתברות מתאימה, ועל בסיס דגימות אלה נוצרים מסלולים אפשריים של התפתחות המשתנה לאורך זמן. אף שהסימולציה נשענת על מספרים אקראיים, היא מאפשרת להגיע לרמת דיוק גבוהה באמצעות חוק המספרים הגדולים. כאשר מפעילים סימולציית מונטה-קרלו המבוססת על תהליך תסוגה לממוצע, כל הרצה מייצרת מסלול אפשרי אחר של דמי השכירות. חלק מן המסלולים ינועו מעל רמת שיווי המשקל, אחרים מתחתיה, אולם כולם יושעו מן הכוח הפועל להחזיר את המשתנה בהדרגה לרמת שיווי המשקל.

דוגמה להילוך מקרי (Random Walk) של דמי שכירות באמצעות תהליך סטוכסטי מסוג תסוגה לממוצע (MR)



היכן משתמשים בתהליך תסוגה לממוצע?

תהליכי תסוגה לממוצע מתאימים במיוחד למידול משתנים המושפעים מכוחות כלכליים ארוכי טווח. לכן הם משמשים, בין היתר, למידול שיעורי ריבית, שיעורי אינפלציה, מרווחי אשראי, מחירי אנרגיה, מחירי סחורות, דמי שכירות, שיעורי תפוסה בנדל"ן, פרמטרי סיכון, משתנים אקטואריים ומגוון רחב של יישומים בהערכת שווי, בניהול סיכונים ובהנדסה פיננסית. הפרמטרים של התהליך נאמדים בדרך כלל מתוך נתונים היסטוריים של המשתנה הנבחן, ולאחר מכן משמשים בסיס לסימולציות מונטה-קרלו המייצרות אלפי מסלולים אפשריים לעתיד. ניתוח כלל המסלולים מאפשר לאמוד את ההתפלגות המלאה של הערכים האפשריים, לחשב את השווי התוחלתי של המשתנה ולהעריך את ההסתברות להתרחשותם של תרחישים שונים.

שוק הריבית כדוגמה לתהליך תסוגה לממוצע

גישה זו אינה רק תוצאה של מודלים מתמטיים, אלא באה לידי ביטוי גם בפרקטיקה המקצועית. במסגרת חוות דעת אקטוארית שהגיש **פרופ' רמי יוסף, פרופ' לאקטואריה ומימון – דאז נשיא לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA)** וכיום נשיא האיגוד הישראלי לאקטוארים – (AIA) בשנת 2018 לבית המשפט המחוזי מרכז-לוד בתביעת רשלנות רפואית כנגד שירותי בריאות כללית, הסביר כי אין להתייחס לשיעורי הריבית כפי שמתייחסים למחירי מניות. לדבריו, שיעורי הריבית נוטים לחזור לאורך זמן לרמת שיווי משקל ארוכת טווח – תופעה הידועה בשם **תסוגה לממוצע**. כאשר שיעור הריבית גבוה מרמת שיווי המשקל, רכיב ה-Drift שלילי ופועל להקטנת הסטייה. כאשר שיעור הריבית נמוך ממנה, רכיב ה-Drift חיובי ופועל בכיוון ההפוך. ככל שהריבית מתקרבת לרמת שיווי המשקל, כך פוחתת גם השפעת רכיב ה-Drift. לדברי פרופ' יוסף, קיימים לכך נימוקים כלכליים ברורים.

מעריכי שווי, אקטוארים, מהנדסים פיננסיים ומנהלי סיכונים נדרשים באופן קבוע להעריך כיצד יתפתחו משתנים כלכליים ופיננסיים בעתיד. אולם לא כל המשתנים מתנהגים באותו אופן. בעוד שמחירי מניות עשויים להמשיך לעלות או לרדת לאורך זמן ללא רמת שיווי משקל מוגדרת, משתנים כלכליים ופיננסיים רבים אחרים, כגון שיעורי ריבית, אינפלציה, מרווחי אשראי, מחירי סחורות, דמי שכירות ושיעורי תפוסה, נוטים לחזור לאורך זמן לרמת שיווי משקל ארוכת טווח. התנהגות זו נובעת מכוחות כלכליים הפועלים להחזיר את המשתנה לרמה בתקיימה, והיא מתוארת באמצעות תהליך סטוכסטי הנקרא תהליך תסוגה לממוצע (Mean Reversion).

מהו תהליך תסוגה לממוצע?

תהליך תסוגה לממוצע הוא תהליך סטוכסטי המתאר כיצד משתנה אקראי מתפתח לאורך זמן, תוך נטייה לחזור בהדרגה לרמת שיווי משקל ארוכת טווח. בדומה לכל תהליך סטוכסטי, גם כאן העתיד אינו ידוע מראש וכל מסלול אפשרי שונה מקודמו. בניגוד לתנועת בראון גיאומטרית (Geometric Brownian Motion – GBM), שבה המשתנה מתפתח באמצעות הילוך מקרי (Random Walk) הכולל רכיב אקראי ורכיב סחיפה (Drift) קבוע, בתהליך תסוגה לממוצע רכיב ה-Drift אינו קבוע אלא תלוי במיקומו של המשתנה ביחס לרמת שיווי המשקל. כאשר המשתנה נמצא מעל רמת שיווי המשקל, רכיב ה-Drift פועל כלפי מטה; כאשר הוא נמצא מתחתיה, רכיב ה-Drift פועל כלפי מעלה. כתוצאה מכך, השפעתם של עזעוים אקראיים הולכת ופוחתת עם הזמן, והמשתנה נוטה לחזור בהדרגה לרמת שיווי המשקל שלו. קצב החזרה נקבע באמצעות פרמטר הנקרא מהירות התסוגה לממוצע. ככל שפרמטר זה גבוה יותר, כך המשתנה חוזר מהר יותר לרמת שיווי המשקל. גם בתהליך זה קיימת אידראות, אולם היא פועלת סביב רמת שיווי המשקל ולא במסלול חסר גבולות.

מדוע משתנים כלכליים חוזרים לממוצע?

תהליך תסוגה לממוצע אינו רק תוצאה מתמטית, אלא משקף מנגנונים כלכליים אמיתיים. אחת הדוגמאות המוכרות ביותר היא שיעור הריבית. כאשר הריבית במשק גבוהה במיוחד, עלות האשראי עולה, הביקוש להלוואות קטן, הפעילות הכלכלית מתמתנת ונוצרים לחצים לירידת הריבית. מנגד, כאשר הריבית נמוכה מאוד, האשראי הופך לזול יותר, הביקוש להלוואות גדל והלחצים הכלכליים פועלים בכיוון ההפוך ומעודדים את עליית הריבית. במילים אחרות, כאשר הריבית גבוהה היא נוטה לרדת, וכאשר היא נמוכה היא נוטה לעלות. רעיון דומה מתקיים גם בשוקי הסחורות. כאשר מחירו של גידול חקלאי עולה לרמה גבוהה, ייצור הופך לכדאי יותר. יצרנים מרחיבים את הייצור, ההיצע גדל ובהמשך נוצר לחץ לירידת המחיר. לעומת זאת, כאשר המחיר נמוך, הכדאיות הכלכלית פוחתת, חלק מהיצרנים מצמצמים את הייצור, ההיצע קטן והמחיר נוטה לעלות מחדש. גם כאן פועלים כוחות השוק המחזירים את המחיר לרמה כלכלית בת קיימה. אותו עיקרון מתקיים גם בשוק הנדל"ן. כאשר דמי השכירות גבוהים, הקמת מבנים חדשים הופכת לכדאית יותר, ההיצע העתידי גדל ונוצרים לחצים לירידת דמי השכירות. לעומת זאת, כאשר דמי השכירות נמוכים, הכדאיות הכלכלית של בנייה חדשה פוחתת, ההיצע העתידי קטן ובהדרגה עשויים להיווצר לחצים לעליית דמי השכירות. גם אם בטווח הקצר קיימות תנודות חדות, בטווח הארוך כוחות ההיצע והביקוש נוטים להחזיר את דמי השכירות לרמת שיווי המשקל.

מסלול אחד אינו מספר את כל הסיפור

נניח כי דמי השכירות למשרדים באזור מסוים עומדים