



ניהול סיכונים באמצעות שפת R: קו שוק ההון

(CML, קו התיקים היעילים)

קו שוק ההון (CML- Capital Market Line) המכונה גם קו התיקים היעילים מתאר את הקשר הלינארי שבין תוחלת התשואה של תיק מסוים וסטיית התקן שלו כאשר התיק מורכב מקומבינציה לינארית של תיק השוק ונכס חסר סיכון. אם המשקיע משלב את תיק השוק עם שיעור הריבית חסרת הסיכון, או אז תוחלת התשואה של התיק החדש היא:

$$E(R_P) = R_F + \left[\frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M} \right] \sigma_P$$

כאשר

$$E(R_P) = \text{תוחלת התשואה של התיק}$$

$$E(R_M) = \text{תוחלת התשואה של השוק}$$

$$R_F = \text{שיעור הריבית חסרת הסיכון}$$

$$\sigma_P = \text{סטיית התקן של תשואות התיק}$$

$$\sigma_M = \text{סטיית התקן של תשואות השוק}$$

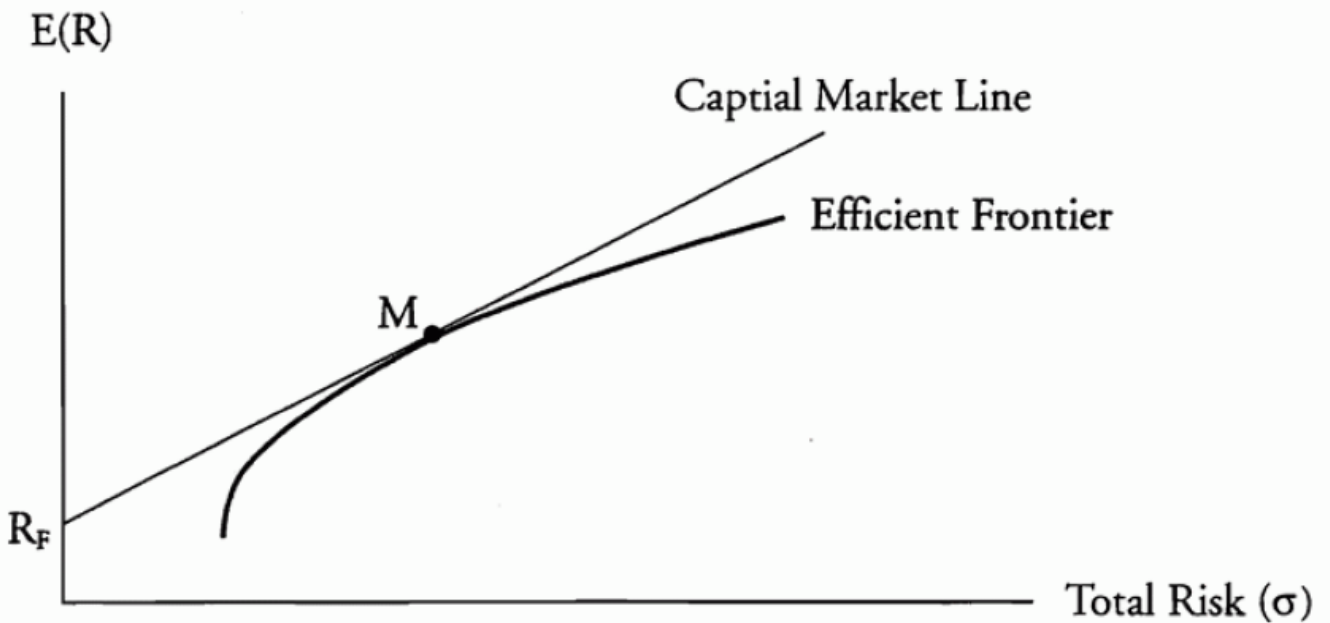
תיק השוק, M , הוא אחד מתוך רצף של תיקים לאורך החזית היעילה (Efficient Frontier, ספר היעילות) המורכבת רק מנכסים מסוכנים. החזית היעילה הינה עקום קמור על גרף כאשר סטיית התקן מצויה על הציר האופקי ותוחלת התשואה על הציר האנכי. החזית היעילה מורכבת מכל התיקים שיש להם את סטיית התקן המינימלית של התשואות בהינתן תוחלת תשואה נתונה.

השילוב של תיק השוק עם נכס חסר סיכון נותן חזית יעילה חדשה, שהיא למעשה פשוט קו המתרחב מהנקודה $(0, R_F)$ על הגרף תוחלת תשואה/סטיית תקן. הקו משיק לחזית היעילה, כאשר נקודת ההשקה הינה תיק השוק (M). קו זה מכונה קו שוק ההון.



לסיכום, אם קיים נכס חסר סיכון, או אז ה-CML הוא החזית היעילה החדשה. ה-CML שולט על כל התיקים שעל החזית היעילה, המורכבים מנכסים מסוכנים, כמוצג בתרשים שלהלן:

The Capital Market Line



דוגמא

בהנחה ששיעור הריבית חסרת הסיכון הוא 2.6%, שתוחלת התשואה של תיק השוק היא 12.5%, שסטיית התקן של התיק היא 25% ושסטיית התקן של תיק השוק היא 20.2%, מהי תוחלת התשואה של התיק?

$$E(R_p) = 2.6\% + \left[\frac{12.5\% - 2.6\%}{20.2\%} \right] 25\% = 14.85\%$$



קוד ה-R שפיתח האקטואר רועי פולניצר עבור קו שוק ההון

```
PolanitzerCML.R* x
Source on Save
Run
Source
1 PolanitzerCML <- function(RF, RM, sigmaP, sigmaM) {
2   PolanitzerCML = RF+(RM-RF)*(sigmaP/sigmaM)
3   return(PolanitzerCML)
4 }
5
6 PolanitzerCML(0.026, 0.125, 0.25, 0.202)
7

1:1 PolanitzerCML(RF, RM, sigmaP, sigmaM) R Script

Console Terminal x Jobs x
~/ |
> PolanitzerCML <- function(RF, RM, sigmaP, sigmaM) {
+   PolanitzerCML = RF+(RM-RF)*(sigmaP/sigmaM)
+   return(PolanitzerCML)
+ }
>
> PolanitzerCML(0.026, 0.125, 0.25, 0.202)
[1] 0.1485248
> |
```



פירמת הייעוץ שווי פנימי מסייעת ללקוחותיה לפתח וליישם מודלים מתקדמים הדורשים הבנה עמוקה בתהליכים סטוכסטיים, ידע בשיטות נומריות ושליטה ברמה גבוהה בשפות תכנות כגון: R ו-Python.

הצוות שלנו כולל מומחה לשוק ההון וניהול סיכונים בעל תארים בכלכלה ומימון (BA ו-MBA) עם ניסיון רב הן בפיתוח, יישום ותיקוף מודלים כמותיים.

האקטואר רועי פולניצר, בעל הסמכות מתקדמות בניהול סיכונים פיננסיים (CRM ו-FRM), מייעץ לחברות בניתוחים כמותיים מתקדמים בתחומים של הנדסה פיננסית, יישום מודל מונטה-קרלו, תהליכים סטוכסטיים ופתרון בעיות כמותיות באמצעות שיטות נומריות מתקדמות.

לאקטואר פולניצר שליטה בשפת התכנות המדעי סטטיסטי R, השלטת כיום בעולמות ה-Data, הכוללת את יסודות השפה (מנושאי תחביר פשוטים ועד מודולים ייחודיים לשפה זו), מה שהופך אותו למפתח R לכל דבר ועניין, ברמה הנדרשת בתעשייה בכלל ובעולמות ה-Data בפרט. בנוסף, האקטואר פולניצר הינו מרצה בקורסים והשתלמויות מקצועיות של לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA) בשפת R.

