



# הנדסה פיננסית באמצעות שפת Python : מודל בשלייה (Bachelier Model)

כבר בשנת 1900 פרסם לואי בשלייה את עבודתו המפורסמת בנושא תמחור אופציות. בניגוד לבלק, שולס ומרטון, בשלייה הניח התפלגות נורמלית עבור נכס הבסיס – או במילים אחרות, תהליך תנועה בראון אריתמטית (arithmetic Brownian motion).

$$dS = \sigma dz$$

כאשר  $S$  הוא מחיר הנכס ו- $dz$  הוא תהליך של וינר (Winer process). מה שמרמז על הסתברות חיובית לקבל מחיר נכס שלייה - תכונה שאיננה פופולארית עבור מניות וכל נכס אחר עם מאפיינים של בערבון מוגבל (limited liability).

מחיר אופציית הרכש (Call) הנוכחי הוא המחיר שצפוי במועד הפקיעה. טענה זו מניבה:

$$c = (S - X)N(d_1) + \sigma\sqrt{T}n(d_1)$$

ועבור אופציית מכר (Put) אנו מקבלים:

$$p = (X - S)N(-d_1) + \sigma\sqrt{T}n(d_1)$$

כאשר:

$$d_1 = \frac{S - X}{\sigma\sqrt{T}}$$

$S$  = מחיר המניה

$X$  = מחיר המימוש של האופציה

$T$  = משך חיי האופציה

$\sigma$  = התנודתיות של מחיר נכס הבסיס

$N(x)$  = פונקציית ההתפלגות המצטברת הנורמלית סטנדרטית ממינוס אינסוף ועד לנקודה  $x$

$n(x)$  = פונקציית הצפיפות הנורמלית סטנדרטית



## קוד ה-Python שפיתח האקטואר רועי פולניצר עבור אופציית רכש (Call)

```
import numpy as np
import scipy.stats as si
def PolanitzerBachelierCall(S,X,T,v):
    d1 = (S-X)/((v*100)*np.sqrt(T))
    PolanitzerBachelierCall = (S-X)*si.norm.cdf(d1,0.0,1.0)\
    +(v*100)*np.sqrt(T)*si.norm.pdf(d1)
    print(PolanitzerBachelierCall)
```

```
PolanitzerBachelierCall(99,100,0.25,0.3)
```

5.497427359009648

## קוד ה-Python שפיתח האקטואר רועי פולניצר עבור אופציית מכר (Put)

```
import numpy as np
import scipy.stats as si
def PolanitzerBachelierPut(S,X,T,v):
    d1 = (S-X)/((v*100)*np.sqrt(T))
    PolanitzerBachelierPut = (X-S)*si.norm.cdf(-d1,0.0,1.0)\
    +(v*100)*np.sqrt(T)*si.norm.pdf(d1)
    print(PolanitzerBachelierPut)
```

```
PolanitzerBachelierPut(99,100,0.25,0.3)
```

6.497427359009648



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

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 וניתוח הנתונים Python, השלטת כיום בעולמות ה-Data, הכוללת את יסודות השפה (מנושאי תחביר פשוטים ועד מודולים ייחודיים לשפה זו), מה שהופך אותו למפתח Python 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 Python.

