

Version 2.2  
Do not quote  
© 2011 by Fair Spread Ltd.  
30 מאי 2011

## מרווח הוגן – מתודולוגיית תמחור

### תוכן עניינים

1. ההיגיון בבסיס המודל
2. הגדרות
  - א. ריבית וערך היוון
  - ב. ריבית חסרת סיכון, ערך מהווה, תשואה, ומרווח סיכון
  - ג. נכסים זומים - משפחה קרובה
  - ד. רבדים לפי מרווח סיכון - משפחה מורחבת
3. המתודולוגיה לגזירת עקום תשואות חסר סיכון
  - א. עקום שקלי
  - ב. עקום צמוד-מדד
  - ג. אופטימיזציה
  - ד. עקומי EUR ו-USD
4. תמחור לפי משפחה קרובה
5. תמחור לפי משפחה מורחבת
  - א. תמחור לפי רבדים
  - ב. אגרות חוב תקפות לצורך בניית הרבדים
  - ג. שינויים באגרות חוב סחירות, עדכון תקופתי של אגרות החוב התקפות
  - ד. רובד 11
6. מקרים מיוחדים
  - א. פקדונות
  - ב. הלוואות קמעוניות – תמחור באמצעות מטריצה
  - ג. אגרות חוב בריבית משתנה
  - ד. שינויים בדירוג אשראי
7. אופציות מובנות
  - א. אגרות חוב ניתנות להמרה (Convertible)
  - ב. אגרות חוב ניתנות לפירעון מוקדם (Callable)
  - ג. אגרות חוב ניתנות לפירעון מוקדם (Puttable)
  - ד. אגרות חוב ניתנות להארכה (Extendible)
8. אגרות חוב מובנות (Structured) ונכסים מורכבים
9. מעבר ראשוני
10. ועדת חריגים

## 1. ההיגיון בבסיס המודל

- מודל התמחור של קבוצת מרווח הוגן נבנה בין היתר כדי לעמוד בהגדרות ה- IASB לחישוב שווי הוגן של ניירות ערך, ויתר על כן כדי שהתמחור יעמוד בכמה שיותר נכסי חוב בתנאים של תקן FAS 157<sup>1</sup> שהוצע ע"י ארגון FASB, לתמחור במדרג 2. המודל בונה סדר עדיפויות לתמחור נכסים:
- המידע האיכותי ביותר מגיע מהשווקים הפעילים. בעדיפות ראשונה נשתמש במחיר שהתקבל מעסקה שבוצעה בשוק.
  - אם אין מידע איכותי זמין – האלגוריתם מנסה לגזור את המחירים מניירות ערך סחירים שהם מאוד דומים (אח-אחות).
  - אחרת המודל משייך אגרת חוב לא סחירה לקבוצה של אגרות חוב סחירות בעלי מרווח אשראי דומה (משפחה רחבה, רובד או tranche) וגוזר את שינוי במחיר באגרת חוב בלתי סחירה מהשינויים במרווחים של אגרות חוב במשפחה הרחבה.

## 2. הגדרות

### א. ריבית וערך הווה

ריבית היא התשלום הניתן על שימוש בכסף. לדוגמא, אם על הלוואה של 100 שקלים למשך שנה אחת נשלם 5 שקלים בסוף השנה עם החזרת סכום הקרן, אזי הריבית היא 5%. לחילופין ניתן לשאול איזה סכום נוכל לקבל היום אם נסכים להחזירו בתוספת ריבית בתום שנה בערך כולל של 100 שקלים. זהו ערך ההווה.

אם נסמן ב-  $r_s(t)$  את הריבית הפשוטה (simple-compounding interest rate) לתקופה של  $t$  שנים, וב-  $d(t)$  את ערך ההווה (discount factor) לתקופה של  $t$  שנים, אזי הקשר ביניהם ניתן ע"י הנוסחה

$$(1) \quad d(t) = [1 + r_s(t) \cdot t]^{-1}$$

הריבית דריבית השנתית (annual-compounding interest rate)  $r_A(t)$  קשורה לערך ההווה ע"י הנוסחה

$$(2) \quad d(t) = [1 + r_A(t)]^{-t}$$

ניתן להכליל זאת לריבית דריבית בתדירות  $n$  פעמים בשנה  $r_n(t)$  הקשורה לערך ההווה ע"י הנוסחה

$$(3) \quad d(t) = [1 + r_n(t)/n]^{-n \cdot t}$$

ואם ניקח את הגבול  $n \rightarrow \infty$ , שמשמעו חישוב ריבית דריבית מדי רגע, נקבל ריבית דריבית רציפה  $r(t)$  (continuous-compounding interest rate)

$$(4) \quad d(t) = \exp \{-r(t) \cdot t\}$$

<sup>1</sup> [http://www.gasb.org/pdf/aop\\_FAS157.pdf](http://www.gasb.org/pdf/aop_FAS157.pdf)

התקן קובע מדרג בן שלושה שלבים למדידות של שווי הוגן וקובע עדיפות למדידות שווי הוגן המסווגות בשלב גבוה יותר (מדרג 1 הוא הגבוה). המדרג של הערכת שווי מסוימת נקבע לפי ההנחות המשמשות כבסיס למדידה כדלקמן:

**מדרג 1:** מייצג מחירים מצוטטים בשוק פעיל (ללא ביצוע התאמות למחיר) לגבי נכסים והתחייבויות זרים, ובלבד שלישות יש גישה לאותו שוק.

**מדרג 2:** כולל נתונים/הנחות נצפים בשוק אשר אינם מסווגים במדרג 1. הנתונים עשויים להיות נצפים באופן ישיר- בצורה של מחיר לפריט או בעקיפין-הערכת שווי מבוססת על נתונים הנצפים בשוק.

**מדרג 3:** באופן כללי נתונים המסווגים בשלב זה הינם נתונים שאינם מבוססים על מידע נצפה. סעיף 53 לתקן המוצע קובע כי יש להשתמש בנתונים המסווגים במדרג זה רק במקרה בו לא קיימים נתונים נצפים רלוונטיים.

מדידת שווי הוגן תסווג במלואה למדרג מסוים וזאת על בסיס הנתון במדרג הנמוך ביותר שנכלל במדידה ואשר הינו משמעותי לשווי בכללותו.

עד עתה הגדרנו ריביות המתייחסות לתקופות המתחילות היום (זמן 0) – ריביות ספוט (spot). נגדיר כעת ריביות עתידיות (forward interest rates). נתעניין בעיקר בריבית עתידית פשוטה (simple-compounding forward rate)  $f_s(t, t + \Delta t)$  המתייחסת להלוואה לתקופה של  $\Delta t$  שנים המתחילה בזמן  $t$  בעתיד, ובריבית עתידית רציפה (continuous-compounding forward rate)  $f(t)$  המתייחסת להלוואה לתקופה  $\Delta t \rightarrow 0$ . לריבית זו נקרא בהמשך ריבית הפורווארד. הקשר בין ריביות הפורווארד לערך ההיוון נתון ע"י

$$(5) \quad d(t) = \exp \left\{ - \int_0^t f(u) \cdot du \right\}$$

מתוך קשר זה רואים כי ריבית הספוט הרציפה היא ממוצע פשוט של ריביות הפורווארד הרציפות לאורך התקופה

$$(6) \quad r(t) = \frac{1}{t} \int_0^t f(u) \cdot du$$

### ב. ריבית חסרת סיכון, ערך מהוון, תשואה, ומרווח סיכון

ריבית חסרת סיכון היא הריבית שיקבל משקיע כאשר סכום הקרן יוחזר בבטחון מלא. הלוואה במטבע ישראלי של ממשלת ישראל נחשבת חסרת סיכון, והריבית על הלוואה או אגרת חוב ממשלתית תהיה הריבית חסרת הסיכון. נסמן בהמשך באות  $r(t)$  את הריבית חסרת הסיכון. כדי לחשב את השווי ההוגן של אגרת חוב חסרת סיכון, שמבטיחה סדרה של תשלומים עתידיים (ריבית וקרן)  $\{C_i\}$  בזמנים  $\{T_i\}$ , נהוון כל תשלום באמצעות הריבית חסרת הסיכון המתאימה  $r(T_i)$  המגדירה את ערך ההיוון  $d(T_i)$

$$(7) \quad PV = \sum_i C_i \cdot \exp\{-t \cdot r(T_i)\} = \sum_i C_i \cdot d(T_i)$$

אם מהוונים את כל התשלומים של אגרת חוב באמצעות ריבית שנתית קבועה, אז הריבית  $y$  שעבורה הערך המהוון שווה למחיר השוק של אגרת החוב נקראת התשואה  $y$  של אגרת החוב

$$(8) \quad P_{\text{market}} = \sum_i C_i \cdot [1 + y]^{-T_i}$$

תשלום עתידי שמובטח ע"י גוף לא ממשלתי נחשב מסוכן יותר מתשלום שמובטח ע"י הממשלה. יש אפשרות שהלווה לא יחזיר את מלוא התשלום המובטח, ולכן ערכו היום יהיה נמוך יותר. המחיר המופחת מתבטא בערך היוון  $B(t)$  נמוך יותר, שמשמעו ריבית גבוהה יותר. ההפרש בין הריבית שישלם לווה לא ממשלתי לבין הריבית חסרת הסיכון נקרא מרווח אשראי (credit spread) או פרמיית סיכון (risk premium).

$$(9) \quad B(t) = \exp\{-t \cdot (r(t) + s(t))\}$$

בהכללה, גם מחירה של אגרת חוב שהונפקה ע"י גוף לא ממשלתי, יהיה נמוך ממחיר אגרת חוב ממשלתית שמבטיחה סדרת תשלומים דומה. עבור אגרת חוב עם סיכון אשראי אפשר לבטא את פרמיית הסיכון ע"י מרווח אשראי קבוע שערכו אינו תלוי בזמן  $s$

$$(10) \quad P_{\text{market}} = \sum_i C_i \cdot \exp\{-T_i \cdot (r(T_i) + s)\}$$

במשוואה זו  $s$  הוא נעלם שערכו נקבע כך שערך ההיוון של התשלומים שווה למחיר השוק.

### ג. נכסים דומים - משפחה קרובה

שני נכסים מוגדרים כשייכים לאותה משפחה קרובה במידה ומתקיימים התנאים הבאים:

1. הגוף המנפיק זהה
2. הדירוג ע"פ חברת דירוג מאושרת זהה

3. לגבי איגרות חוב בלתי מדורגות – בעלות אופי הבטחונות דומה (לא מובטח או שיעבוד שוטף בדרגה זהה על כל הנכסים).  
 4. האופציות הגלומות דומות  
 5. יחס מח"מ בין 200% ל- 50%

אגרות חוב השייכות לאותה משפחה קרובה תקראנה אחיות.

#### ד. רבדים לפי מרווח סיכון - משפחה מורחבת

נקודת המוצא לשערוך נכסי החוב המשווערים הינה במועד ההנפקה או במועד בו התרחשה עסקה אשר עומדת בתנאי המינימום של המודל. תנאי מינימום אלו הם הנפקה או עסקאות מצטברות בהיקף יומי של 5,000,000 ₪ או 1% מהיקף הערך הנקוב המונפק של סדרת נכס החוב (על פי הגבוה מביניהם)<sup>2</sup>. המודל מכיר במחיר השוק של ההנפקה או השער הממוצע של עסקאות אותו יום בבורסה כשווי ההוגן של הנכס המשווער (נכון ליום ההנפקה או היום בעל היקף העסקאות המינימאלי). המודל מחשב את מרווח האשראי הגלום במחיר הנכס בהנתן תזרים המזומנים החזוי.

אוסף מרווחי הסיכון של כל הנכסים הסחירים מחולק לעשרה עשירונים. כל עשירון כזה מגדיר רובד של מרווחי סיכון, עם פיזור בערך מרווח הסיכון ומשך החיים הממוצע (מח"מ) של כל נכס. לרובד כזה נקרא *משפחה מורחבת*. נסמן ב-  $R_t^i$  את הגבול בין הרובד ה-  $i$  לרובד ה-  $i+1$ . כל נכס משויך למשפחה מורחבת לפי מחיר העסקה האחרון שלו המתורגם למרווח אשראי. נגדיר את מיקומו של הנכס בתוך הרובד ע"י פרמיה פרטנית  $\alpha$  המתקבלת מתוך מרווח האשראי של הנכס  $s$

$$(11) \quad \alpha = \frac{s - R_t^i}{R_t^{i+1} - R_t^i}$$

הפרמיה הפרטנית של נכס לא משתנה כל עוד לא היתה עסקה משמעותית בנכס עצמו, או בנכס אחר במשפחה הקרובה שלו.

### 3. המתודולוגיה לגזירת עקום תשואות חסר סיכון

#### א. עקום שקלי

המודל המוצע על ידינו מייצג את עקום התשואות כ- spline ועושה שימוש באלגוריתמים מתמטיים ובהליכי אופטימיזציה לשם גזירת עקום התשואות חסר הסיכון השקלי מנתוני שוק אגרות החוב הממשלתיות השקליות בישראל.

אנו בונים את עקום התשואות הממשלתי השקלי על בסיס spline לינארי של תשואות הפורוורד. ב-spline שאנו בונים יש  $N = 9$  נקודות עוגן על ציר הזמן, בשנים מהיום, בין זמן 0 (היום) ל- 20 שנה  $(T_1, T_2, \dots, T_9) = (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 2, 5, 10, 20)$ .

נסמן את ערכי ריבית הפורווארד בנקודות העוגן  $T_i$  ע"י  $(F_1, F_2, \dots, F_N)$ . כדי לקבל את ערך ריבית הפורווארד המתאימה לזמן  $t$  הנמצא בין נקודות העוגן, נבצע אינטרפולציה ליניארית בין נקודות העוגן התוחמות זמן זה. עבור  $T_i < t \leq T_{i+1}$  נבטא את הקשר כך:

$$(12) \quad f(t) = \frac{T_{i+1} - t}{T_{i+1} - T_i} F_i + \frac{t - T_i}{T_{i+1} - T_i} F_{i+1}$$

בהסתמך על משוואות (5) ו- (6) ניתן לגזור מתוך עקום הפורווארד את ריביות הספוט ואת ערכי ההיוון.

<sup>2</sup> ייתכן שההגדרה תשתנה בעתיד למספרים גבוהים יותר.

המחיר התאורטי של אגרת חוב שקלית ניתן ע"י היוון כל התשלומים העתידיים שמובטחים למחזיק האגרת. תהי  $\{C_j^k\}$  סדרת תשלומי הריבית והקרן של אגרת החוב ה-  $k$ -ית במועדים  $\{T_j^k\}$ , אזי ניתן לבטא את המחיר התאורטי של אגרת החוב  $P_{theo}^k$  ע"י

$$(13) \quad P_{theo}^k = \sum_j C_j^k d(T_j^k)$$

כאשר  $d(t)$  הוא ערך ההיוון המתקבל לפי משוואה (5). באמצעות שימוש במשוואה זו ניתן לחשב את המחיר התאורטי עבור כל איגרות החוב השקליות שבבסיס המידע ולהשוות את התוצאות למחירי השוק בפועל בבורסה לניירות ערך בת"א. במודל שלנו, קיים פער בין המחיר התאורטי ומחיר השוק בפועל של כל אגרת חוב שקלית.

### ב. עקום צמוד-מדד

אנו גוזרים את עקום התשואות חסר הסיכון הצמוד מנתוני שוק אגרות החוב הממשלתיות הצמודות, באופן דומה לזה שבו גזרנו את העקום השקלי. עקום התשואות הממשלתי צמוד-המדד נבנה באמצעות spline לינארי של תשואות הפורוורד עם  $N=7$  נקודות עוגן על ציר הזמן  $(T_1, T_2, \dots, T_7) = (0, 1, 2, 5, 10, 20, 30)$ . נקודות העוגן שונות מאלה שהגדרנו בעקום השקלי משתי סיבות:

1. מיעוט של אגרות חוב צמודות-מדד קצרות טווח, עם מועד פרעון קטן משנה אחת
2. קיומן של אגרות חוב צמודות-מדד ארוכות טווח, עם מועד פרעון גדול מעשרים שנה

ההצמדה למדד המחירים לצרכן של אגרות חוב אלה מתבטאת בכך שכל התשלומים המתקבלים צמודים למדד, ומנופחים יחסית למדד ביום ההנפקה. יש לשים לב שמדד המחירים לצרכן מתפרסם מדי חודש, ב-15 לחודש, ואמור למדוד את עליות המחירים בחודש שלפניו. תשלומים מוצמדים למדד האחרון שפורסם. אם נסמן ב-  $CPI(D)$  את מדד המחירים לצרכן האחרון שהתפרסם נכון לתאריך

$$D, \text{ אזי התשלום במועד } D_j^k \text{ יהיה } \frac{CPI(D_j^k)}{CPI(D_0^k)} C_j^k, \text{ כאשר } D_0^k \text{ הוא מועד הנפקת החוב.}$$

### ג. אופטימיזציה

אנו מגדירים את איכות עקום הריביות באמצעות פונקציית קנס. ככל שערך פונקציית הקנס נמוך, כך נאמר שאיכות העקום טובה יותר. פונקציית הקנס מורכבת משני חלקים:

- סכום ריבועי הפערים בין המחיר התאורטי  $P_{theo}^k$  ומחיר השוק  $P_{market}^k$  של כל אגרת חוב, משוקללים ע"י נפח המסחר היחסי  $V^k$  של כל אגרת. שגיאת תמחור גדולה מגדילה את גובה הקנס, בייחוד עבור אגרת חוב סחירה.
- מדד לאורכו הכולל של גרף העקום. חלק זה מעודד בניית עקום חלק, ללא מדרגות, שיניים או קפיצות<sup>3</sup>

<sup>3</sup>מתמטית מוגדר אורכו של עקום ע"י  $\mathcal{L}[f] = \int_0^T [1 + \dot{f}(t)^2]^{\frac{1}{2}} dt \approx T + \frac{1}{2} \int_0^T \dot{f}(t)^2 dt$

בתהליך אופטימיזציה אנו מוצאים את ערכי ריביות הפורווארד  $(F_1, F_2, \dots, F_N)$  שעבורן פונקציית הקנס מקבלת את הערך הנמוך ביותר. אלה מגדירות את עקום הריביות המתאים ביותר לנתוני השוק (best-fit curve).

#### ד. עקומי EUR ו-USD

לשם תמחור אגרות חוב המונפקות בישראל שערך נקוב במטבע זר, יש צורך בבניית עקומי ריבית חסרת סיכון (ישראלי) נקובים במטבע זר. נדגיש שאגרת חוב של ממשלת ישראל נחשבת חסרת סיכון בישראל, אולם יחסית לאגרות חוב זרות גלום סיכון גם באגרות חוב אלו. סיכון זה בא לידי ביטוי במרווח ה- Credit Default Swap (CDS). חוזה CDS הוא חוזה ביטוח על אגרת חוב מפני פשיטת רגל של המנפיק. מרווח ה- CDS הוא הפרמיה השנתית המשולמת בעבור ביטוח זה. אפשר לראות פרמיה זו כתוספת לעלות מימון מעל הריבית הבין-בנקאית הבאה לידי ביטוי בעסקאות החלף ריבית (Interest Rate Swap). כדי לבנות את עקום הריביות ב- USD ניקח את עקום ה- Swap ב-USD, נוסיף לו את מרווח ה- CDS הנקוב בדולרים של ממשלת ישראל (במועד כתיבת שורות אלה ערכו כ-150 נקודות), ונגזור ממנו את עקום ריביות הספוט. מכיוון שאין ציטוט זמין למרווח ה- CDS של ממשלת ישראל נקוב ביורו, נשתמש במרווח ה- CDS הדולרי, נוסיף אותו לעקום ה- Swap ב-EUR ונגזור ממנו את עקום ריביות הספוט.

#### 4. תמחור לפי משפחה קרובה

כאשר לאורך חיי נכס חוב בלתי סחיר מתבצעת עסקה בשוק נכסי החוב הסחירים בנכס חוב ממשפחה קרובה, מתווסף מידע שמקורו בשוק בנוגע לפרמיית הסיכון הפרטנית הגלומה בנכסי חוב אשר הונפקו על ידי אותה ישות משפטית. מידע זה נאסף על ידי המודל והשפעתו על פרמיית הסיכון הפרטנית של נכס החוב המשוערך מתורגמת באמצעות "נוסחת התאמה".

נוסחת התאמת השינויים בפרמיה פרטנית של נכס חוב סחיר ממשפחה קרובה לפרמיה פרטנית של נכס חוב משווערך - כאשר קיים שינוי בשוק בפרמיית הסיכון הפרטנית של נכס חוב (או מספר נכסי חוב) ממשפחה קרובה לנכס חוב משווערך מעל עקום תשואה ממשלתי בבסיס ההצמדה הרלוונטי, השינוי מתורגם לשינוי בפרמיית הסיכון הפרטנית של נכס חוב הבלתי סחיר המשווערך מעל עקום תשואה ממשלתי בבסיס ההצמדה הרלוונטי בהתאם לנוסחת התאמה כדלקמן:

נגדיר את נפח המסחר בכל נכס חוב סחיר מהמשפחה קרובה כ-  $v_i$  ואת פרמיית הסיכון הפרטנית של כל נכס חוב סחיר כ-  $\alpha_i$ . פרמיית הסיכון הפרטנית של נכס החוב המשווערך  $\alpha$  מחושבת מתוך פרמיות הסיכון הפרטניות של נכסי החוב הסחירים בהתאם לנוסחה

$$(18) \quad \alpha = \frac{\sum_i v_i \cdot \alpha_i}{\sum_i v_i}$$

#### 5. תמחור לפי משפחה מורחבת

##### א. תמחור לפי רבדים

הגבולות  $R_t^i$  בין הרבדים מתעדכנים מדי יום לפי השינויים במחירי הנכסים הסחירים שמגדירים את הרבדים. בהתאם לכך מתעדכנים גם מרווחי האשראי של הנכסים הלא-סחירים

$$(19) \quad s = R_t^i + \alpha \cdot (R_t^{i+1} - R_t^i)$$

מתוך מרווחי האשראי המעודכנים מחושבים מחירים עדכניים לנכסים הלא-סחירים.

## ב. אגרות חוב תקפות לצורך בניית הרבדים

### ג. שינויים באגרות חוב סחירות, עדכון תקופתי של אגרות החוב התקפות

## ד. רובד 11

## 6. מקרים מיוחדים

### א. פקדונות

### ב. הלוואות קמעוניות – תמחור באמצעות מטריצה

התמחור של הלוואות קמעוניות בעלות דירוג AA+ ו-AA-, כמו גם התמחור של אגרות חוב מיועדות, מתבצע באופן שונה. לצורך השערוך נבנית מטריצה הכוללת עמודת RF וכן עמודות המחושבות על פי רבדים ומקדמי מיקום, בהתאם למתודולוגיה עיקרית. המטריצה מאפשרת מיפוי בין דירוג אשראי ומח"מ לבין מרווח אשראי.

### ג. אגרות חוב בריבית משתנה

נכסי חוב הנושאים ריבית משתנה (כגון ליבור דולרי, ליבור אירו או ריבית בנק ישראל) ישוערכו כדלקמן:

1. תשלומי ריבית אשר סכומם העתידי הצפוי על פי תנאי נכס החוב הינו ידוע במועד השערוך יילקחו לצורך השערוך על פי סכומם הידוע.
2. תשלומי ריבית אשר סכומם הסופי אינו ידוע אלא עשוי השתנות בעתיד עם השינוי בריבית יחושבו בהתאם לריבית הפורוורד המתאימה נכון ליום השערוך.
3. שיוך נכס החוב לעקום שיוך קונצרני לצרכי היוון ומדידת פרמיית הסיכון הפרטנית שלו ייעשה בהתאם למתודולוגיה הכללית המתוארת לעיל, קרי שיוך נכס החוב למשפחה מורחבת ייעשה בהתאם לפרמיית הסיכון הפרטנית הגלומה בו מעל עקום הממשלתי בבסיס ההצמדה הרלוונטי ופרמיית הסיכון הפרטנית של נכס החוב הבלתי סחיר מעל עקום שיוך המשפחה המורחבת שלו תישמר כל עוד לא התבצעו עסקאות בהיקף מינימאלי בנכס החוב הבלתי סחיר או בנכס חוב סחיר ממשפחה קרובה כהגדרתה לעיל.

### ד. שינויים בדירוג אשראי

שינוי בדירוג אשראי יכול בתנאים מסוימים להשפיע על תמחור של נכסים בלתי סחירים. שינוי הדירוג צריך להקבע 45 ימי מסחר או יותר לאחר מועד עסקת השוק האחרונה בנכס החוב (עסקה אחרונה גוברת על שינוי דירוג). השינוי במרווח האשראי מתבצע באופן הבא:

- מתן ערך מספרי לכל דירוג: AAA=1, ..., C=20, D=26. אם קיימים דירוגי מעלות ומדרוג, הערך המספרי הינו ממוצע הערכים של השניים.
- שימוש באגרות חוב מדורגות לצורך מיפוי פרמיות סיכון כפונקציה של דירוג ומח"מ.
- חישוב מחדש של רובד ומקדם מיקום נעשה אך ורק אם כיוון השינוי תואם את כיוון השינוי בפרמיית סיכון (ירידה בדירוג חייבת להתבטא בעלייה במרווח ולהפך).
- שיוך נכס חוב בלתי סחיר למקום התואם את פרמיית הסיכון החדשה.

**7. אופציות מובנות****א. אגרות חוב ניתנות להמרה (Convertible)**

אגרת חוב להמרה הינה איגרת חוב קונצרנית בעלת אופציה גלומה המעניקה לאוחז בה את הזכות להמיר את אגרת החוב למניות החברה המנפיקה על פי יחס המרה מסוים. פעולת המרה של אגרות חוב למניות החברה המנפיקה מחייבת את החברה להנפיק הון מניות נוסף, הנפקה אשר יוצרת דילול אחזקות אצל בעלי המניות הקיימים קודם להנפקת ההון. במסגרת המתודולוגיה המתוארת להלן לשערוך שווי הוגן של אגרות חוב להמרה אנו ניתן ביטוי לאפקט הדילול על ידי התאמת ערכה הנוכחי של מניית החברה לערכה במקרה של המרה והנפקת הון מניות נוסף על ידי החברה המנפיקה.

שערוך האופציה הגלומה באגרת החוב נעשה בהתאם לאופן תמחור אופציית רכש (Call) באמצעות מודל B&S. מחיר המימוש של האופציה (ערך ההמרה) נקבע כערכה הנקוב של אגרת החוב אשר צפוי להיות משולם בכל טווח זמן בעתיד (במקרה של פירעון לשיעורין של אגרת החוב). ככלל, אגרות חוב להמרה בישראל אינן כוללות אופציה גלומה המעניקה לאוחז באגרת את הזכות להמרת חלק מערכה הנקוב של האיגרת בלבד (לדוגמא את החלק המשולם במועד תשלום הקופון הקרוב). למרות זאת, לצורך שערוך שווי האופציה הגלומה באיגרת החוב אנו "נפרק" את איגרת החוב למספר תזרימי מזומנים עתידיים של תשלומי קרן וריבית (בהתאם לתנאי האיגרת הספציפיים) ונגדיר כל תזרים עתידי כתזרים אופציונאלי אשר לאוחז האיגרת יש את הזכות להמירו תמורת מניות החברה המנפיקה על פי יחס המרה קבוע מראש.

במקרים מסוימים תנאי איגרת החוב להמרה מאפשרים לאוחז בה להמירה למניות החברה המנפיקה במהלך כל יום לאורך פרק זמן קבוע מראש. על כן, על פניו יש לתמחר את אופציית הרכש הגלומה באיגרת כאופציית רכש אמריקאית (אשר ניתנת למימוש בכל זמן לאורך חיי האופציה ולא רק במועד פקיעה מוגדר מראש).

**ב. אגרות חוב ניתנות לפירעון מוקדם ע"י המנפיק (Callable)**

אגרת חוב מסוג Callable מאפשר למנפיק האגרת לפרוע אותה במועד מוקדם במחיר נקוב מראש. זוהי אופציית רכש של אגרת החוב, בידי המנפיק. כמו במקרה דלעיל, אנו נפרק את אגרת החוב הזו לאגרת חוב פשוטה (bullet) ואופציית רכש.

**ג. אגרות חוב ניתנות לפירעון מוקדם ע"י המשקיע (Puttable)**

אגרת חוב מסוג Puttable מאפשר למשקיע המחזיק באגרת לפרוע אותה במועד מוקדם במחיר נקוב מראש. זוהי אופציית מכר של אגרת החוב הניתנת למשקיע. כמו במקרים דלעיל, אנו נפרק את אגרת החוב הזו לאגרת חוב פשוטה (bullet) ואופציית מכר.

**ד. אגרות חוב ניתנות להארכה (Extendible)**

אגרת חוב מסוג Extendible מאפשר למנפיק האגרת להאריך את מועד הפרעון שלה. זוהי אופציית מכר של אגרת החוב, בידי המנפיק. כמו במקרים דלעיל, אנו נפרק את אגרת החוב הזו לאגרת חוב פשוטה (bullet) ואופציית מכר.

**8. אגרות חוב מובנות (Structured) ונכסים מורכבים**

נכסי חוב מורכבים הינם נכסי חוב הכוללים אופציות גלומות. האופציות הגלומות בנכס יכולות להיות "רגילות" (Plain Vanilla) או אקזוטיות. לאור המגוון הרחב של נכסי החוב הכוללים אופציות גלומות בשוק, מטבע הדברים לא ניתן לחזות מראש אילו נכסים מורכבים יהיו נפוצים בתיקי ההשקעות של גופים מוסדיים ולהציע מודל אחד שיתאים לשערוך שווים ההוגן של כולם. עם זאת, ספק המשנה של החברה, חברת אופטימיז ניהול סיכונים בע"מ,



פיתחה במהלך השנים האחרונות מספר תוכנות ייעודיות לשימוש עצמי המאפשרות, בין היתר, תמחור נכסי חוב הכוללים אופציות גלומות מסוג:

- (1) אופציות Quanto: אופציה אקזוטית להשקעה בנכס הנסחר במטבע אחד והמרתו למטבע אחר (בדרך כלל מקומי) לפי שער ידוע מראש.
- (2) אופציות חסם (Knock in / Knock out): אופציה אקזוטית בעלת חסם אשר מכניס את האופציה לתוקף או מוציא את האופציה מתוקף במקרה ומחיר נכס הבסיס "נוגע" בחסם במהלך חיי האופציה.
- (3) אופציות אסימטריות (Asian): אופציה אשר הגמול עבורה מחושב על פי ממוצע מחיר נכס הבסיס לאורך חיי האופציה.
- (4) אופציות על מקסימום/מינימום (Option on the best/worst of two assets): האופציה מאפשרת לאוחז בה לרכוש (באופציית רכש) או למכור (באופציית מכר) במחיר מימוש את הנכס שמחירו ביום הפקיעה גבוה מבין שני נכסי הבסיס.
- (5) אופציות החלפה (Exchange Options): אופציות אלו מקנות לאוחז בהם זכות להחליף נכס אחד בנכס אחר.
- (6) אופציות Lookback: האופציה מקנה לאוחז בה את הזכות לקנות (באופציית רכש) או למכור (באופציית מכר) את נכס הבסיס ביום המימוש במחיר הנמוך ביותר שהיה במהלך חיי האופציה. ועוד רבות אחרות.

לשם תמחור אופציות אקזוטיות עושות התוכנות שימוש בשלושה מודלים עיקריים: (1) תמחור באמצעות מודל אנליטי; (2) תמחור באמצעות מודל של עצים בינומיים; (3) תמחור באמצעות סימולציות מונטה קרלו (Monte Carlo Simulations), בעיקר עבור אופציות מסוג (Path Dependent) ששווייה ההוגן תלוי בשינוי במחיר גורם הסיכון לאורך חיי נכס הבסיס.

## 9. מעבר ראשוני

בהתאם למודל התמחור, מוכר מחיר עסקת שוק בנכס חוב בלתי סחיר (בהיקף מינימאלי) כשווי ההוגן שלו. ביום תחילת הפעלת המודל אנו מתכוונים לאמץ את ציטוטי נכסי החוב על ידי חברת שערי ריבית ולהכיר בהם כשווי ההוגן של נכסי החוב הבלתי סחירים. על כן, ציטוטי שערי ריבית ישמשו כנקודת מוצא לשערוך שווים ההוגן של נכסי החוב לפי המודל של מרווח הוגן. הכרה זו תסייע למעבר חלק והדרגתי בין המתודולוגיות ותמנע זעזועים אפשריים בשווים ההוגן של נכסי החוב הבלתי סחירים בתיקי הגופים המוסדיים.