

הערכת שווי אופציות פיננסיות ופוזיציות נגזרים מורכבות

מאת: דויד מור ורועי פולניצר

למען גילוי נאות הכותבים הינם מעריכי שווי ואקטוארים העורכים חוות דעת אקטואריות וכלכליות, נותנים ייעוץ בתחומי הערכות השווי של תאגידים, נכסים בלתי מוחשיים ומכשירים פיננסיים מורכבים וכן מתמנים ע"י בתי משפט ובתי דין כמעריכי שווי ואקטוארים מוסמכים. הנושאים בהם עוסקים הכותבים בתחום הערכות שווי מימון כמותי הינם, בין היתר: בדיקות הגנה לחשבונאות גידור (Hedge Effectiveness Tests); שווי הוגן לנגזרים משוכבים (Embedded Derivatives); הערכות שווי וניתוח סיכונים לדוח גלאי 2 (ניתוחי רגישות, VaR Analysis); הערכות שווי וניתוח סיכונים ל- IFRS 7 ול- IFRS 9; הערכות שווי אגרות חוב להמרה, אופציות פיננסיות ופוזיציות נגזרים מורכבות; ניתוח סיכוני אשראי וכיוצא באלה הערכות שווי מימון כמותי.

אחד הלקחים מהמשבר העולמי הפיננסי שפרץ בשנת 2008 הוא כי תחומי ניהול הסיכונים והערכת השווי של מכשירים פיננסיים לא כוסה בצורה מספקת על ידי מבקרים. כיוון שמדובר בתחום שלא תמיד מוכר לאנשי הביקורת, אנו מציעים את שירותינו בליווי אנשי הביקורת ובייעוץ בסוגיות שונות שהם נתקלים בהן. לדעתנו שילוב בין אנשי הביקורת לאקטוארים פיננסיים המומחים הן בהערכת שווי מכשירים פיננסיים והן בניהול סיכונים הופך את הביקורת למקצועית יותר ומאפשרת לבקר תחומים שלא כוסו בעבר.

הצגת שוויים של מכשירים פיננסיים במונחי שווי הוגן היא אחת הדרישות המרכזיות של התקינה הבינלאומית (IFRS). דרישה לחישוב שווי הוגן מופיעה, בין היתר, ב- IFRS 13 וב- IFRS 9.

לצד חישובי שווי הוגן של מכשירים פשוטים כגון איגרות חוב, פורוורדים ואופציות ונילה, אנו מבצעים הערכות שווי של מכשירים אקזוטיים ולא סטנדרטיים. הערכת שווי מכשירים אלו כרוך בניית מודלים ייחודיים, המתבססים על טכניקות נומריות מתקדמות.

מר פולניצר פיתח מודל ממחושב להערכת שווי איגרות חוב להמרה - אחד המכשירים המורכבים להערכה.

במאמר זה נציג חישוב מורכב שביצענו לפני כשבוע עבור חברה פרטית שהנפיקה כתבי אופציה למשקיע אשר העמיד לטובתה הלוואה המירה, השקולה אפקטיבית מכל הבחינות המימונית המהותיות לאיגרת חוב להמרה.

א. פירוט תנאי ניירות הערך ההמירים שהנפיקה החברה

ביום ה- 27.7.2018 (להלן "מועד ההסכם" ו/או "מועד הערכת השווי") התקשרה חברת XXX (להלן "XXX" ו/או "החברה"), בהסכם השקעה (להלן "ההסכם") במסגרתו העמידה חברת YYY (להלן "YYY"), לטובת XXX הלוואה הניתנת להמרה (להלן "ההלוואה ההמירה"), בסך כולל של 973,333 דולר ארה"ב (להלן "דולר"). קרן ההלוואה תפרע בתשלום בודד ביום 27 ביולי 2022 (להלן "מועד הפירעון"). קרן ההלוואה נושאת ריבית שנתית

בשיעור של 10% המשולמת רבעונית. עוד במסגרת ההסכם הנפיקה החברה ל-YYY כתבי אופציה (להלן "כתבי האופציה") בסך כולל של 4,187,189. כתבי האופציה ניתנים למימוש בכל יום ממועד ההסכם ועד ליום 27 ביולי 2023 (להלן "מועד הפקיעה") תמורת 0.358 דולר למניה.

1. ההלוואה ההמירה

- כמות ני"ע שיתקבלו בעת המרה מלאה של ההלוואה: 3,372,002. כמות זו כוללת 2,718,808 בגין קרן ההלוואה ו-653,193 בגין הריבית הנצברת.
- סוג המניות שינבעו ממימוש/מהמרת ני"ע: מניה רגילה.
- סך הקרן של ההלוואה ההמירה שהועמדה על ידי YYY לטובת XXX הינה: 973,333 דולר. כלומר, יחס המימוש הקבוע למניה הינו 0.358 דולר. מחיר זה נקבע בהתאם למנגנון ההתאמה המפורט בחוזה הנפקת הנכסים בין הצדדים. מחיר מימוש זה יתואם במקרה של חלוקת דיבידנדים והטבות.
- YYY תקבל קופון שנתי של 10% (צמוד דולר) ארבע פעמים בשנה.
- התקופה בה ניתן להמיר את ההלוואה למניות: 4 שנים החל מיום 27.07.2018 ועד יום 27.07.2022.
- להלן לוח הסילוקין של ההלוואה:

תשלום	תאריך
₪ 89,230	27/10/2018
₪ 89,230	27/01/2019
₪ 89,230	27/04/2019
₪ 89,230	27/07/2019
₪ 89,230	27/10/2019
₪ 89,230	27/01/2020
₪ 89,230	27/04/2020
₪ 89,230	27/07/2020
₪ 89,230	27/10/2020
₪ 89,230	27/01/2021
₪ 89,230	27/04/2021
₪ 89,230	27/07/2021
₪ 89,230	27/10/2021
₪ 89,230	27/01/2022
₪ 89,230	27/04/2022
₪ 3,658,444	27/07/2022

2. כתבי האופציה (Warrants)

- כמות ני"ע שהוקצו 4,187,189. כל כתב אופציה כתוב על מניה אחת.
- סוג המניות שינבעו ממימוש/מהמרת ני"ע: מניה רגילה.
- סך תוספת המימוש שתתקבל ממימוש/המרה מלאה של ני"ע למניות: 1,499,014 דולר. כלומר, יחס המימוש הקבוע למניה הינו 0.358 דולר. מחיר זה נקבע בהתאם למנגנון ההתאמה המפורט בחוזה הנפקת הנכסים בין הצדדים. מחיר מימוש זה יתואם במקרה של חלוקת דיבידנדים והטבות.
- התקופה בה ניתן להמיר את כתבי האופציה למניות: 5 שנים החל מיום 27.07.2018 ועד יום 27.07.2023.

ב. מתודולוגיה

1. כללי

קיימות שיטות רבות להערכת שווי נגזרים אשר כולן מתבססות על המתודולוגיה של מרטון (Merton 1973) המניחות רציפות או קירוב לרציפות. מודלים "סגורים" המשתמשים במתודולוגיה של מרטון להערכת שווי נגזרים הינם למשל Black & Scholes והמודל הבינומי של Cox, Ross & Rubinstein שפותח למודל לאטיס המקובל בקרב אנשי חשבונאות בארה"ב. מודלים "פתוחים" המשתמשים במתודולוגיה של מרטון להערכת שווי נגזרים הינם השיטות הנומטריות מהסוג המכונה Finite Difference Method, מודלים בינומיים (לאטיס) ושיטת מונטה-קרלו.

ניתן ליישם את מתודולוגיית מרטון בתנאי רציפות להערכת שווי חוב בכלל, ולהערכת שווי הלוואה המירה בפרט. הגישה הקלאסית להערכת חוב מהוונת תזרימי מזומנים צפויים על פי לוח סילוקין מוגדר ושיעור היוון מסוים (ריבית שוק). קיים קושי בהצדקת שיעור היוון כלשהו מה גם ששווי של החוב רגיש במיוחד לשיעור היוון זה. מרטון, במתודולוגיה שקנתה לה הגמוניה בתורת המימון ותחת הנחת RNVA (גישה המניחה כי תוחלת התשואה הצפויה מכל הנכסים הסחירים הינה שיעור הריבית חסרת הסיכון) מאפשר היוון דומה (לזה של הגישה הקלאסית) של תזרימי המזומנים הצפויים ללא צורך בשימוש בשיעור היוון. תחת מתודולוגיית מרטון יש צורך באמידת סטיית התקן של שיעורי התשואה שאותה ניתן לבצע במדויק על סמך נתוני השוק (בניגוד לאמידת שיעורי ההיוון). בגישה אינטואיטיבית, ההצדה לגישתו של מרטון להערכת שווי חוב רואה בהון העצמי של חברה מעין "אופציה" לשלם את החוב (קרן וריבית) במועדו או להעביר את המניות לבעל החוב (חדלות פירעון). כלומר, באותה מידה ששיעור ההיוון בגישה הקלאסית לוקח בחשבון את האפשרות לחדלות פירעון, הרי שהמודל של מרטון מפנים את ההסתברות לחדלות פירעון באופן מדויק יותר.

בעת הערכת שווי הלוואה המירה ישנן מספר שיטות המתאימות למקרים שונים, נביא להלן תיאור של השיטות השונות:

(1) מקרה א' – הרכיב התחייבותי (הלוואה סטרייט) הינו חסר סיכון.

למקרה זה שתי אפשרויות:

א. הלוואה שאינה נושאת ריבית (ולכן נסחרת בדיסקאונט) – במקרה זה שווי הרכיב ההתחייבתי של

$$B \cdot e^{(-r \cdot t)}$$

ההלוואה הינו

כאשר B = קרן ההלוואה. r = ריבית השוק הנורמטיבית המייצגת ללווה. t = משך חיי ההלוואה.

ב. הלוואה הנושאת ריבית בשיעור של R . במקרה זה נקבל קירוב לנוסחת Black & Scholes ו-Merton אם נניח שהריבית נצברת באופן רציף ומשולם בתום חיי ההלוואה – במקרה זה שווי הרכיב ההתחייבתי של

$$B \cdot e^{(R-r) \cdot t}$$

ההלוואה הינו

נשים לב שאם ההלוואה צמודה למדד המחירים לצרכן, ניתן לבצע תיקון דרך שיעור הריבית הריאלית.

2) מקרה ב' – הרכיב התחייבתי (הלוואה סטרייט) אננו חסר סיכון. במקרה זה הגישות המוזכרות לעיל אינן מדייקות ועל כן יש להשתמש בגישת Margrabe (בעברית: מרגרייב) שתתואר להלן. מקרה זה הוא המתאים לנשוא מאמר זה. עבור מי שאינו מכיר, נאמר רק כי המלומד וויליאם מרגרייב (William Margrabe) מכונה בעולם בכינוי ד"ר סיכונים.

במקרה של ההלוואה ההמירה שהועמדה לטובת XXX, כיוון שההלוואה ההמירה איננה חסרת סיכון וצמודת דולר, הרי שבהלוואה זו, נכון יותר להתייחס למקרה בו ישנם שני מקורות סיכון (שני נכסי בסיס) – סיכון שער החליפין המשותף לסיכון ההלוואה וסיכון המניה.

המשמעות היא שסיכון ההלוואה והצמדת מחיר המימוש לדולר משנה את האופציה לאופציה על שוויים של שני נכסי בסיס – הגבוה מבין שניהם (מחיר המימוש הדולרי לעומת נכס הבסיס), הרי שאין מקום לשימוש בנוסחאות המקובלות, כגון: Black & Scholes או השיטה הבינומית. אלו האחרונות מדברות על מקור סיכון יחידי (למשל ערכה של מניה) ופרמטר קבוע כרף (מחיר המימוש).

הגישה להערכת שווי של אופציה על שני מקורות סיכון פותחה על ידי המלומד רנה סטאלס (René Stulz) המכהן בין היתר כיו"ר וועדת ה-FRM (Financial Risk Manager) של האיגוד העולמי למומחי סיכונים (GARP- Global Association of Risk Professionals). גילוי נאות, ד"ר רנה סטאלס חתום על התואר של מר פולניצר כ-Financial Risk Manager מטעם האירגון הבינ"ל GARP (שמו של המלומד מוקף בעיגול אדום).

GLOBAL ASSOCIATION OF RISK PROFESSIONALS

THE BOARD OF TRUSTEES CERTIFIES THAT

ROI POLANITZER

GARP ID: 194688

HAVING DEMONSTRATED KNOWLEDGE AND PROFICIENCY TO THE FINANCIAL RISK MANAGER COMMITTEE
AND THE BOARD OF TRUSTEES IS GRANTED THE DESIGNATION OF

FINANCIAL RISK MANAGER (FRM®)

AND IS IN GOOD STANDING AND ENTITLED TO ALL RIGHTS AND PRIVILEGES ACCORDED THIS DESIGNATION ON THIS
FIFTEENTH DAY OF APRIL, IN THE YEAR TWO THOUSAND AND THIRTEEN.




WILLIAM W. MARTIN
CHAIRMAN
BOARD OF TRUSTEES


DR. RENÉ STULZ
CHAIRMAN
FRM COMMITTEE


RICHARD APOSTOLIK
PRESIDENT
AND CEO

 GARP | Global Association
of Risk Professionals

הגישה להערכת שווי של אופציה על שני מקורות סיכון של המלומד סטאלס מתוארת במאמר שבקישור שלהלן:

[Rene M. STULZ \(1982\), "Option on the minimum or the maximum of two risky Assets", Journal of Financial Economics, 10, pp.161-185.](#)

נציין שגם גישתו של סטאלס מבוססת על המתודולוגיה של Merton. אנו נשתמש בגרסה של Margrabe (1978) שהיא מקרה פרטי בגישתו של STULZ (1982).

לפיתוח של Margrabe **שימושים רבים**: בשנות השמונים והתשעים כאשר שיעור האינפלציה בישראל היה ניכר יותר, היו פיקדונות או הלוואות במסלול "ברירה" - מט"ח לעומת אינפלציה. בשנות ה-2000 החלו לפתח סטרקצ'רים (Structures) הבנויים על ההימור בין שני נכסי בסיס - מחיר מניה ושער החליפין. בנדל"ן כאשר

קרקע מסוימת הנה בעלת שני שימושים אפשריים (מגורים או מסחר למשל) ניתן להשתמש בגישה זו להערכת שווי הקרקע (אופציה ריאלית).

ספרי הלימוד והמדריכים השונים לאנשי שטח אינם עושים חסד עם מפתחי השיטה (מרגרייב וסטאלס) שכן אין קוראים לה בשם המחברים. השם המקובל בשוק הנו "אופציית ברירה" או "אופציה להחלפת נכסים".

בהתאם, נוסחת (1982) STULZ לאופציה על המקסימום של שני נכסים הינה :

$$\begin{aligned}
M = & HN_2 \left(\gamma_1 + \sigma_H \sqrt{\tau}, \left(\frac{\ln\left(\frac{L}{H}\right) - \frac{1}{2} \sigma_{H-L}^2 \sqrt{\tau}}{\sigma_{H-L} \sqrt{\tau}} \right), \left(\frac{\rho_{HL} \sigma_L - \sigma_H}{\sigma_{H-L}} \right) \right) \\
& + LN_2 \left(\gamma_2 + \sigma_L \sqrt{\tau}, \left(\frac{\ln\left(\frac{H}{L}\right) - \frac{1}{2} \sigma_{H-L}^2 \sqrt{\tau}}{\sigma_{H-L} \sqrt{\tau}} \right), \left(\frac{\rho_{HL} \sigma_H - \sigma_L}{\sigma_{H-L}} \right) \right) \\
& - Fe^{-r\tau} N_2(\gamma_1, \gamma_2, \rho_{HL})
\end{aligned}$$

כאשר H = נכס הבסיס בעל השווי הגבוה ביותר מבין שני נכסי הבסיס נכון למועד הערכת השווי. L = נכס הבסיס בעל השווי הנמוך ביותר מבין שני נכסי הבסיס נכון למועד הערכת השווי. t = משך חיי האופציה. σ = סטיית התקן של האופציה הנאמדת על פי נוסחת ה-tracking error.

$$\gamma_1 = \frac{\ln\left(\frac{H}{F}\right) + \left(r - \frac{1}{2} \sigma_H^2\right) \sqrt{\tau}}{\sigma_H \sqrt{\tau}}$$

$$\gamma_2 = \frac{\ln\left(\frac{L}{F}\right) + \left(r - \frac{1}{2} \sigma_L^2\right) \sqrt{\tau}}{\sigma_L \sqrt{\tau}}$$

$$\sigma_{H-L}^2 = \sigma_H^2 + \sigma_L^2 - 2\sigma_H \sigma_L \rho_{HL}$$

נציין כי כאשר מחיר ההמרה הנו אפס נוסחת STULZ (1982) מתכנסת לנוסחה לפיתוח של Margrabe (1978).
(אין חשיבות להגדרת "גבוה או נמוך" שכן שווי האופציה מעל ל- Intrinsic value הינו סימטרי).

להלן הנוסחה של Margrabe (1978):

$$M(V, H, 0, \tau) = HN(d_1) - VN(d_2)$$

כאשר:

$$d_1 = \left[\ln(H/L) + (0.5\sigma_{H-L}^2)T \right] / \sigma_{H-L} \sqrt{T}$$

$$d_2 = \left[\ln(H/L) - (0.5\sigma_{H-L}^2)T \right] / \sigma_{H-L} \sqrt{T}$$

2. התלות בין שווי רכיב האופציה ושווי ההון העצמי של החברה

שווי כתבי האופציה והאופציות המשובצות בהלוואה נגזר, בין היתר, משווי הנכס עליו נכתבה האופציה, כמו כן, שווי הנכס עליו נכתבה האופציה מושפע משווי האופציה. לפיכך, בעת הערכת אופציה על מניה של חברה (פרטית או ציבורית), עולה השאלה, האם שווי המניה מגלם את שווי האופציה או לאו.

- משמעותה של ההנחה כי נכס הבסיס מגלם את שווי האופציות - שווי נכס הבסיס משקף את כל המכשירים המרכיבים את ההון של החברה. כלומר שווי המניה הינו לאחר ניכוי חלקם של כל הנגזרים ועלויות הנפקה למיניהן ומשקף את שווי ההון העצמי של בעלי המניות בלבד.
- משמעותה של ההנחה כי נכס הבסיס אינו מגלם את שווי האופציות - שווי נכס הבסיס אינו משקף את כל המכשירים המרכיבים את ההון של החברה. כלומר בכדי לחשב את ההון העצמי של בעלי המניות יש ל"נכות" משווי המניה את שוויים של הנגזרים ועל ידי כך יתקבל השווי האמיתי לבעלי המניות.

בדרי"כ מקובל להניח כי בחברה ציבורית ערכי השוק מגלמים באופן מסוים את שווי האופציות. ההנחה החשבונאית היא כי ההון העצמי אינו מגלם את שווי האופציות ועל כן חשבונאית מחסירים את שווי האופציות בדוח רווח-והפסד ובכך מקטינים את ההון העצמי בשווי האופציות.

במאמר זה אנו דנים בחברה פרטית ונאמר לנו כי שווי המניה, אשר נמסר לנו כמצג הנהלה אשר לא נאמד ולא נבדק על ידינו ועל כן איננו מחוויים כל דעת לגביו, אכן מגלם את שווי כתבי האופציה וההלוואה ההמירה, כיוון שהמידע בדבר חלוקת כתבי האופציה והעמדת ההלוואה ההמירה היה ידוע לכל הגורמים המעורבים.

על פי סיכומינו עם XXX היא המציאה לנו את שווי נכס הבסיס (קרי, מחיר מניה רגילה של החברה) נכון ל- 27.7.2018, אשר לדעתה כבר מגלם בתוכו את השפעת ני"ע המירים למניות החברה לרבות, הלוואות המירות ו-WARRANTS וכד'.

עוד סוכם בינינו לבין XXX, אנו נקבל את שווי נכס הבסיס (קרי, מחיר מניה רגילה של החברה) נכון ל- 27.7.2018, כמצג הנהלה אקסוגני לעבודתנו. אנו לא נבחן ולא נבדוק את שווי נכס הבסיס האמור ולפיכך לא יהיה בידינו לחוות כל דעה לגביהם.

כאמור שווי נכס הבסיס מהווה מצג הנהלה אקסוגני לעבודתנו (בהתאם למצגי החברה המסתמכים, בין היתר, על חוות דעתם של הנהלת החבר ויועציה ועל בסיס מיטב ידיעתם וניסיונם) ואנחנו נסתמך עליהם לצורך ביצוע עבודתנו.

החברה הצהירה הבפנינו כיי אכן מדובר בשווי מניה בדילול מלא, לאמור- כזה שכבר מביא בחשבון את כל ההלוואות ההמירות של החברה, את ה-Warrants וכל נגזר אחר של החברה שניתן להמירו למניות החברה.

מטרת עבודתנו הינה לאמוד את שווי רכיבי ההמרה הגלומים בהלוואות המירות ובכתבי האופציה, תחת הנחת "What if" לאמור- עבודתנו נועדה להשיב על השאלה מהו שוויים של רכיבי ההמרה הגלומים בהלוואות ההמירות ובכתבי האופציה, בהינתן שווי נכס הבסיס כמצוין לעיל.

3. סטיית התקן

מאחר והערכת השווי נעשית על בסיס של שלושה מקורות סיכון (שיעורי תשואה של ההון עצמי, הלוואה סטרייט ושער חליפין) הרי שישנן מספר סטיות תקן שיש לאומדן:

- סטיית התקן הנכסית (של שווי החברה הכולל) לצורך חישוב ערך החוב במודל Merton (1974) הנגזרת חד ערכית מסטיית התקן של ההון העצמי אותה יש לחשב על פי סטיית התקן היומית העולה מנתוני תקופה של שנת מסחר אחת מתאריך ההערכה, מגולמת לסטיית תקן שנתית.
- סטיית התקן ההפרשית לצורך מודל Margrabe (1978) ו-STULZ (1982) המחושבת בשני שלבים בקירוב:
 1. סטיית התקן ההפרשית של הסיכון ההתחייבותי (הלוואה סטרייט) עם סיכון שער חליפין.
 2. התוצאה מחושבת מצרפית עם סיכון הכרוך בהתנהגות שיעורי התשואה של ההון העצמי.

ג. הערכת שווי רכיב הלוואה סטרייט

1. כללי

בבואנו להעריך את שווי הרכיב ההתחייבותי בהלוואה המירה, עלינו לקחת בחשבון את הסיכון המגולם בהלוואה סטרייט הנ"ל, שכן היא אינה חסרת סיכון וצמודת מט"ח. הערכת שווי רכיב הלוואה סטרייט התבססה על הגישה של מרטון (1974) המתאימה למצב בו החוב איננו חסר סיכון.

2. הנחות העבודה ששימשו אותנו בחישוב זה הינם

- **שווי מניית החברה** – במסגרת עבודתנו, תחת מתודת "What if", הונח שווי מניה רגילה של XXX ליום 27 ביולי 2018, בהתאם למצגי XXX המסתמכת בין היתר על חוות דעתם של מעריכי שווי אחרים, הנאמד בכ- 0.135 ₪. כאמור לא בחנו שווי זה, אשר הינו מצג הנהלה אקסוגני לעבודתנו ולפיכך איננו מחויים כל דעה לגביו. כאמור לא בחנו שווי זה, אשר הינו מצג הנהלה אקסוגני לעבודתנו ולפיכך איננו מחויים כל דעה לגביו.
- **שווי נכס הבסיס הרלוונטי להערכת שווי החוב (V)** – שווי זה חשוב בצורה סימולטאנית. שווי זה מורכב משווי ההלוואה ההמירה (הרכיב ההוני והרכיב ההתחייבותי בסה"כ של 4,482,122 ₪) בתוספת שווי כתבי האופציה שהונפקו (סה"כ של 9,059 ₪) ובתוספת שווי המניות הרגילות של החברה (סה"כ של 1,466,335 ₪). שווי V ששימש אותנו לחישוב החוב במודל מרטון הינו **5,957,515 ₪**.
- **מחיר המימוש** – מחיר המימוש הינו סכום הערך העתידי של תשלומי הריבית לסוף תקופת ההלוואה (כפי שמתואר בלוח הסילוקין לעיל) לפי שתי"פ ההלוואה, שתי"פ זה הינו תוצאה של מודל ההערכה בו השתמשנו ומשמעותו היא שאילו היינו מהוונים את לוח הסילוקין בשיעור זה היינו מקבלים כתוצאה את השווי ההוגן שנתקבל. מחיר המימוש שנתקבל ונלקח לצרכי חישוב הינו: **4,996,899 ₪**.
- **סטיית התקן של מניות החברה** – סטיית התקן הנכונה במתודולוגיה של Merton היא סטיית התקן המיידית אשר התאמתה לזמן נגשית דרך הלוגריתם שהוא סטיית התקן המיידית כפול שורש הזמן. כאשר אנחנו אומדים סטיית תקן עבור המודל אנחנו מחפשים את מה שמכונה "סטיית התקן המיידית" (הרגעית) ולה מבצעים התאמת זמן (תחת הנחת Brownian Motion) של: $SD(t=10) = SD(\text{instant}) \cdot \sqrt{t}$. האומדן הטוב ביותר של סטיית התקן המיידית היא סטיית התקן בתקופה האחרונה שקדמה למועד ההערכה. ודאי שאין זה נכון לקחת סטיית תקן מתקופות רחוקות יותר. נסביר כי אמנם ככל שנבחר יותר תצפיות לצורך אמידת סטיית התקן, נשיג דיוק רב יותר, אך כנגד זאת תצפיות כה רבות יכולות שלא לשקף את התנאים הכלכליים העתידיים. Tompkins (1994) ממליץ להשתמש במחירי הסגירה שנמדדו בתשעים ימי המסחר האחרונים. מספר הימים בשנה לצורך אמידת התנודתיות אינו 365, אלא 255, קירוב למספר ימי המסחר בשנה. מכיוון שמניית החברה אינה נסחרת, סטיית התקן ששימשה בהערכת השווי נקבעה לפי ממוצע חברות במגזר פעילות דומה ועל פי ניסיונו ושיקול דעתנו המקצועי והנה 45.98%. מתוך סטיית התקן השנתית גזרנו את סטיית התקן של נכסי החברה באמצעות הנוסחה הבאה: $\sigma_A = \frac{E}{V \cdot N(d_1)}$ העומדת על

17.58%

- **שיעור הריבית הנומינלית חסרת הסיכון בישראל** למשך חיים ממוצע (מח"מ, Duration) לתקופה הדומה למשך חיי ההלוואה ההמירה עד למועד הפירעון החוזי (4 שנים) עמד על כ- **1.10%** נכון ל- 27.07.2018.
- **שיעור הריבית הדולרית חסרת הסיכון בישראל** למשך חיים ממוצע (מח"מ, Duration) לתקופה הדומה למשך חיי ההלוואה ההמירה עד למועד הפירעון החוזי (4 שנים) עמד על כ- **3.67%** נכון ל- 27.07.2018.
- מודל Merton מביא לידי חישוב את העובדה כי התשלום הרבעוני הנצבר בשנתיים הראשונות ולאחר תום אותן שנתיים ממועד ההלוואה מצטרף לקרן ההלוואה.
- לפי הנחיית החברה ההסתברות להנפקה הינה אפסית ולכן לא התחשבנו באירוע של Full Ratchet (נציין כי במודל ההערכת השווי במידה ואין תשלום דיבידנד הרי שמימוש מוקדם איננו אופטימלי).
- מקרים של חדלות פירעון מצד החברה מגולמים במודל Merton.
- מקרים בהם יהיה זכאי המשקיע להחזר שווי ההשקעה, מקרים בהם יוקצו כתבי אופציה נוספים ואו מניות הטבה ומקרים של הפרות או מיזוג מעל 50% הוערכו בהסתברות זניחה.
- לפי הנחיית החברה הונח כי החברה לא תגייס סכום העולה על 5,000,000 דולר.
- חוזה ההלוואה מאפשר תשלום ריבית בשנתיים הראשונות באמצעות הקצאת הלוואה פרופורציונאלית. מחד, הקצאת הלוואה ולא מזומן קרובה יותר לרוח המודל של מרטון. מאידך, השוני בין תשלום ריבית במזומן או באמצעות הקצאה קיים רק כאשר קיימת הסתברות למימוש מוקדם של ההלוואה ההמירה. מאחר וההסתברות למימוש מוקדם הינה אפסית (ראה את המשפט הראשון של Ingersoll 1977 האומר כי אם מתקיימות שלוש ההנחות של שוק מושלם, אי חלוקת דיבידנד ויחס המרה קבוע, הרי לעולם לא תומר איגרת חוב להמרה לפני תאריך פקיעתה. במקרה דגן שלפנינו ההלוואה ההמירה מקיימת את התנאים שהוצגו: היא בעלת יחס המרה קבוע, איננה מחלקת דיבידנדים וכן איננה ניתנת לפדיון מוקדם על ידי הלווה במחיר נקוב כלשהו. לכן תיבדק כדאיות ההמרה רק עם פקיעת האופציה להמרה) הרי שההשפעה היחידה של סוג תשלום זה הינה צבירת הריבית ממועד ההערכה.

3. תוצאות

שווי הרכיב ההתחייבותי של ההלוואה ההמירה, על בסיס ההנחות והמתודולוגיה המתוארות לעיל הינו 4,480,526 ₪.

ד. הערכת שווי רכיב האופציה בהלוואה המירה

1. כללי

בבואנו להעריך את שווי הרכיב ההוני בהלוואה המירה, עלינו לקחת בחשבון את הסיכון המגולם בהלוואה סטרייט הנ"ל, שכן היא אינה חסרת סיכון וצמודת מט"ח. הערכת שווי רכיב האופציה בהלוואה ההמירה התבססה על מודל Margrabe (1978) המתאימה למצב בו החוב אינו חסר סיכון.

2. הנחות העבודה ששימשו אותנו בחישוב זה הינם

- **שווי מניית החברה** – שווי מניית החברה נמסר לנו כמצג על ידי החברה, המסתמכת בין היתר על מעריכי שווי אחרים. לא בחנו שווי מניה זה ולפיכך, אין בידינו לחוות כל דעה לגביו. כאמור, שווי מניית החברה נכון ל- 27.07.2018 נאמד בכ- **0.135** ₪. כאמור לא בחנו שווי זה, אשר הינו מצג הנהלה אקסוגני לעבודתנו ולפיכך איננו מחוויים כל דעה לגביו.
- **מחיר המימוש** – מחיר המימוש הינו הערך עליו מוותר המלווה בעת המרת ההלוואה למניה. ערך זה נובע הן מיחס ההמרה הקבוע בתנאי ההלוואה, והן משווי מרכיב החוב בהלוואה. מחיר ההמרה בהערכת השווי ליום ה- 27.07.2018 הינו 0.358 דולר ושע"ח יציג שקל לדולר ליום ה- 27.07.2018 עמד על 3.667 ₪ לדולר. לפיכך מחיר המימוש נכון ליום ה- 27.07.2018 הינו **1.313** ₪. נזכיר כי מחיר ההמרה מתואם לחלוקת דיבידנדים והטבות.
- **סטיית התקן הפרשית** – סטיית התקן הנכונה במתודולוגיה של Margrabe היא סטיית התקן הפרשית של שני נכסי הבסיס (מניה והלוואה דולרית). האומדן הטוב ביותר של סטיית התקן המיידית היא סטיית התקן בתקופה האחרונה לפני ביצוע הערכה. ודאי שאין זה נכון לקחת סטיית תקן מתקופות רחוקות יותר. במקרה זה, חושבה סטיית התקן השנתית לפי ממוצע חברות במגזר פעילות דומה ועל פי ניסיונו ושיקול דעתנו המקצועי. בחישוב סטיית התקן הפרשית של חוב החברה הצמוד לדולר השתמשנו במידע מחברות הנמצאות במגזר פעילות דומה, לפי העניין, ובמיטב שיקול דעתנו המקצועי. נכון ל- 27.07.2018 סטיית התקן אשר שימשה בהערכת השווי הנה 45.98%. סטיית התקן של אג"ח שנסחר במונחים דולריים בשנה שלפני מועד ההערכה הינה כ- 11.66%. מקדם המתאם בין שני הנכסים הינו -0.00915. הפרמטרים לעיל חושבו לפי נתונים יומיים של מניות חברות ההשוואה ואג"ח דולרי אמריקאי של ממשלת ארה"ב בשנה האחרונה טרם ביצוע הערכת השווי (מכיוון שלחברות ההשוואה אין אג"ח נסחר, נלקח לידי חישוב אג"ח דולרי של ממשלת ארה"ב). מכאן סטיית התקן הפרשית בין שני הנכסים חושבה באמצעות הנוסחה הבאה:

$$\sigma_{TE} = \sqrt{\sigma_{stock}^2 + \sigma_S^2 - 2 \cdot \sigma_{stock}^2 \cdot \sigma_S^2 \cdot \rho_{stock,S}}$$

הינה **47.53%**.

- שיעור הריבית הנומינלית חסרת הסיכון בישראל למשך חיים ממוצע (מחיימ, Duration) לתקופה הדומה למשך חיי ההלוואה ההמירה עד למועד הפירעון החוזי (4 שנים) עמד על כ- 1.10% נכון ל- 27.07.2018.
- שיעור הריבית הדולרית חסרת הסיכון בישראל למשך חיים ממוצע (מחיימ, Duration) לתקופה הדומה למשך חיי ההלוואה ההמירה עד למועד הפירעון החוזי (4 שנים) עמד על כ- 3.67% נכון ל- 27.07.2018.
- כאשר הריבית הדולרית באה לידי ביטוי כתשואה חסרת סיכון עבור ההלוואה כפי שמוצג בנוסחה הבאה (כאשר target מייצג את המניה וה- existing מייצג את ההלוואה, ההנחה היא כי שיעור התשואה חסרת הסיכון עבור המניה הינו בשיעור של 0%):

$$e^{((r-d(target))-(r-d(existing)))\tau}$$

$$= e^{(d(existing)-d(target))\tau}$$

$$\text{If } d(target) = 0$$

$$= e^{(d(existing))\tau}$$

- מקרים של חדלות פירעון מצד החברה מגולמים במודל Margrabe.

3. תוצאות

שווי הרכיב ההוני של ההלוואה ההמירה, על בסיס ההנחות והמתודולוגיה המתוארות לעיל הינו 1,596 ₪

ה. סיכום הערכת שווי ההלוואה ההמירה

הואיל ושווי ההלוואה סטרייט הינו 4,480,526 ₪ ושווי הרכיב ההוני הינו 1,596 ₪ הרי שסך שווי ההלוואה ההמירה הינו 4,482,122 ₪.

ו. הערכת שווי כתבי האופציה

1. כללי

הערכת שווי כתבי האופציה התבססה על מודל Black & Scholes. מקרה פרטי של עולמו של Merton בא לידי ביטוי בנוסחת Black & Scholes או בנוסחת Cox, Ross & Rubinstein המבוססת על תהליך בינומי המתכנס לתהליך רציף כמו בנוסחת Black & Scholes. לפיכך שתי נוסחאות אלו, המהוות מקרה פרטי בעולמו של Merton, זהות לחלוטין (בין היתר מאחר ושתיהן מתבססות על המתודולוגיה של Merton, דהיינו, שהתהליך הסטוכאסטי העומד מאחורי התנהגות המחיר הינו תנועת בראון גיאומטרית).

2. הנחות העבודה ששימשו אותנו בחישוב זה הינם

- **שווי מניית החברה** – במסגרת עבודתנו, תחת מתודת "What if", הונח שווי מניה רגילה של XXX ליום 27 ביולי 2018, בהתאם למצגי XXX המסתמכת בין היתר על חוות דעתם של מעריכי שווי אחרים, הנאמד בכ- 0.135 ₪. כאמור לא בחנו שווי זה, אשר הינו מצג הנהלה אקסוגני לעבודתנו ולפיכך איננו מחוויים כל דעה לגביו.
- **מחיר המימוש** – מחיר המימוש כפי שמוגדר בחוזה הינו 0.358 דולר. מאחר ושע"ח יציג שקל לדולר ליום ה- 27.07.2018 עמד על 3.667 ₪ לדולר הרי שמחיר המימוש נכון ליום ה- 27.07.2018 הינו 1.313 ₪. נזכיר כי מחיר ההמרה מתואם לחלוקת דיבידנדים והטבות. מחיר המימוש שווי המניה שהתקבל מהנהלת החברה הונח כמגלם מקרה בו תקצה החברה מניות הטבה אופציות נוספות לבעלי המניות מתחת לשווי המניה האמור.
- **סטיית התקן של מניות החברה** – סטיית התקן הנכונה במתודולוגיה של Merton היא סטיית התקן המיידית אשר התאמתה לזמן נעשית דרך הלוגריתם שהוא סטיית התקן המיידית כפול שורש הזמן. כאשר אנחנו אומדים סטיית תקן עבור המודל אנחנו מחפשים את מה שמכונה "סטיית התקן המיידית" (הרגעית) ולה מבצעים התאמת זמן (תחת הנחת Brownian Motion) של: $SD(t=10) = SD(ins \tan t) \cdot \sqrt{t}$. האומדן הטוב ביותר של סטיית התקן המיידית היא סטיית התקן בתקופה האחרונה שקדמה למועד ההערכה. ודאי שאין זה נכון לקחת סטיית תקן מתקופות רחוקות יותר. נסביר כי אמנם ככל שנבחר יותר תצפיות לצורך אמידת סטיית התקן, נשיג דיוק רב יותר, אך כנגד זאת תצפיות כה רבות יכולות שלא לשקף את התנאים הכלכליים העתידיים. Tompkins (1994) ממליץ להשתמש במחירי הסגירה שנמדדו בתשעים ימי המסחר האחרונים. מספר הימים בשנה לצורך אמידת התנודתיות אינו 365, אלא 255, קירוב למספר ימי המסחר בשנה. מכיוון שמניית החברה אינה נסחרת, סטיית התקן ששימשה בהערכת השווי נקבעה לפי ממוצע חברות במגזר פעילות דומה ועל פי ניסיונו ושיקול דעתנו המקצועי והנה 45.98%.
- **שיעור הריבית הנומינלית חסרת הסיכון בישראל** למשך חיים ממוצע (מח"מ, Duration) לתקופה הדומה למשך חיי כתבי האופציה עד למועד הפקיעה החוזי (5 שנים) עמד על כ- 1.44% נכון ל- 27.07.2018.

3. תוצאות

שווי כתבי האופציה, על בסיס ההנחות והמתודולוגיה המתוארות לעיל הינו 9,059 ₪.

ז. סיכום

לסיכום, הערכת שווי הנכסים המותנים שהנפיקה החברה, על בסיס ההנחות והמתודולוגיה המתוארות לעיל הינו 4,491,181 ₪, כאשר סך שווי ההלוואה ההמירה הינו 4,482,122 ₪ ושווי כתבי האופציה הינו 9,059 ₪.

על פי כללי התקינה החשבונאית הבינלאומית IFRS, יש לחשב שווי הוגן של מכשירים נגזרים גלומים במכשירים פיננסיים אחרים.

דוגמה לכך היא אופציית המרה הגלומה באיגרות חוב להמרה. איגרת חוב להמרה הינה מוצר מורכב, המאופיין בתכונות רבות המקשות על הערכת שוויו. וכן בנוסף, הפרמטרים הדרושים להערכת השווי אינם חד משמעיים (לדוגמה מרווח סיכון אשראי באג"ח לא מדורגת).

אנו מבצעים הערכת שווי של נכסים מורכבים שונים לפי מספר מודלים המקובלים בתחום. בין היתר, אנו משתמשים במודל של Tsiveriotis ו-Fernandes (1998) להערכת שווי איגרות חוב להמרה. מודל זה ניתן ליישום על ידי שימוש בשיטה הנומרית (Finite Difference Method) או על ידי עצים בינומיים. מדובר במודל הנפוץ ביותר בעולם ועל פי מחקרים הוא מספק את התוצאות הקרובות ביותר למחירי השוק.

באופן כלכלי, נוסחת Black & Scholes ונוסחת Cox, Ross & Rubinstein אינן מסוגלות להעריך אופציות המשובצות בהלוואות המירות/איגרות חוב להמרה הכוללות סעיפים חוזיים כדוגמת מחיר המרה משתנה והתניות נוספות (בניגוד לאופציות הפשוטות plain vanilla, אותן פותרות הנוסחאות הללו), התניות אלו מכונות "תנאי קצה".

במקרה זה, בשל מחיר ההמרה המשתנה הקבוע בתנאי האופציה, חושב שווי המרכיב ההוני באמצעות השיטה הנומרית.

השיטה הנומרית מתבססת על המתודולוגיה של Merton, דהיינו, התהליך הסטוכאסטי העומד מאחורי התנהגות המחיר (תנועת בראון גיאומטרית). השיטה מסוגלת להעריך אופציות מכל סוג שהוא כולל את כל ההתניות שהוזכרו למעלה. בספרות מוזכרת השיטה הנומרית כמסוגלת להעריך אופציה אמריקאית (עם זכות המרה מוקדמת).

יש לציין כי כאשר מעריכים שווי של אופציית Plain Vanilla (המקרה של Black & Scholes) באמצעות השיטה הנומרית מקבלים תוצאה זהה לזו שמתקבלת במודל Black & Scholes.

השיטה הנומרית מבוססת על מספר עקרונות:

- משוואת הערכה (שלה אין פתרון מפורש כמו במקרה של Black & Scholes) מומרת למשוואת הפרשים.
- בניית מטריצה המשקפת שני ממדים: זמן ומחיר.
- בניית "תנאי קצה" (הסעיפים המייחדים כל חוזה אופציות).
- חישוב לאחור של ערכה של האופציה להיום.

השימוש במספר מודלים בתהליך החישוב מאפשר ניתוח השוואתי של התוצאות לפני הגשת חוות דעת ללקוח, זאת על מנת להקטין סיכון מודל. חוות הדעת שלנו כוללת, בין היתר:

- רקע תיאורטי

- תיאור המודלים לתמחור
- תיאור הפרמטרים שבהם נעשה שימוש
- ניתוחי רגישות לתוצאות בהתאם לרמות שונות של פרמטרים, אשר לגביהם לא קיימת ודאות מלאה (לדוגמה: מרווח סיכון אשראי, סטיית תקן של המניה ועוד).



בעלים של דויד מור ייעוץ פיננסי - מר דויד מור, IRA ,ORA ,CRA ,MRA ,QFV

פרטי השכלה:

בעלים של פירמת הייעוץ דויד מור ייעוץ פיננסי. מוסמך כאקטואר סיכוני השקעות (IRA- Investment Risk Actuary) מטעם לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA- Israel Association of Valuers and Financial Actuaries) ומשמש כאחראי תחום אקטואריית סיכוני השקעות בלשכה. מוסמך כמעריך שווי מימון כמותי (QFV- Quantitative Finance Valuator), כאקטואר סיכוני שוק (MRA- Market Risk Actuary), כאקטואר סיכוני אשראי (CRA- Credit Risk Actuary) וכאקטואר סיכונים תפעוליים (ORA- Operational Risk Actuary) כולם מטעם לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA). בעל רישיון מנהל תיקים בישראל (בהתלייה מרצון) מטעם הרשות לניירות ערך. בעל תואר שני במנהל עסקים עם התמחות במימון והנדסה פיננסית מהאוניברסיטה העברית בירושלים ודיפלומה בניהול סיכונים פיננסיים במתכונת FRM מאוניברסיטת אריאל בשומרון.

פרטי ניסיון מקצועי:

בעשור האחרון, מר מור חיווה את דעתו המקצועית בנושאים הבאים: הערכות שווי של אופציות ומכשירים פיננסיים מורכבים, היוון התחייבויות מעביד לפי תקן IAS 19, בדיקות של התנהלות בחשבונות בנק, איזון משאבים בגירושין, חישובי ריבית, חישובי הפסדי שכר ופנסיה, תוכניות עסקיות, תכנון תוכניות חיים ובריאות, משכנתאות, חישובי ביטוח לאומי ועוד.



בעלים של שווי פנימי - מר רועי פולניצר, FRM, F.I.L.A.V.F.A., CFV

פרטי השכלה:

בעלים של פירמת הייעוץ שווי פנימי. מוסמך כאקטואר מלא (Fellow) מטעם לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (F.I.L.A.V.F.A.) ומשמש כמנכ"ל הלשכה. מעריך שווי מימון תאגידי (CFV- Corporate Finance Valuator) מוסמך על ידי לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA- Israel Association of Valuators and Financial Actuaries) ומוסמך כמומחה לניהול סיכונים (CRM- Certified Risk Manager) על ידי האיגוד הישראלי למנהלי סיכונים (IARM- Israeli Association of Risk Managers). מוסמך כמנהל סיכונים פיננסיים (FRM- Financial Risk Manager) מטעם האיגוד העולמי למומחי סיכונים (בהצטיינות) מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב בכלכלה עם התמחות במימון ודיפלומה בניהול סיכונים פיננסיים במתכונת FRM מאוניברסיטת אריאל בשומרון. למד בתוכנית ללימודי תעודה באקטואריה באוניברסיטת חיפה ועבר בהצלחה את הבחינות הסופיות של רשות ניירות ערך בישראל לרישיון מנהל תיקים.

פרטי ניסיון מקצועי:

בעשור האחרון, מר פולניצר ייעץ למשרדי רואי חשבון, משרדי ייעוץ כלכלי, משרדי ביקורת חקירתית וחברות ציבוריות ופרטיות בארץ וחו"ל את דעתו המקצועית באלפי עבודות הערכות שווי, חוות דעת אקטואריות, ניתוחי סיכונים, ייעוץ כלכלי ומידול פיננסי בתחומים שונים, בהיקף מצטבר של מיליארדי דולרים ארה"ב.