פרק ה': אגרות-חוב (אג"ח)

מודל I:

אג"ח הוא חוזה בין מנפיק האג"ח (הלווה) לבין רוכש האג"ח (המלווה) בו מצוין:

(א) מספר היחידות הנומינליות של האג"ח (המסומן על ידי **N**),

(ב) אורך חיי האג"ח (המסומן על ידי **n**),

(ג) שיעור הקופון של האג"ח (המסומן על ידי **D**),

(ד) ערך החילופין של האג"ח (המסומן על ידי **R**), (אם R=1 נאמר שהאג"ח נפרע **בפר)**

(ה) מספר תשלומי הקופון של האג"ח ביחידת זמן (המסומן על ידי **p**).

בהתאם לחוזה יקבל רוכש האג"ח:

(i) p תשלומי קופון בפיגור במרווחים שווים בכל אחת מ- n יחידות הזמן, משך חיי האג"ח, בגובה השווה ל- $\frac{N\cdot D}{p}$ ש"ח.

(ii) בעת הפירעון (לאחר n יחידות זמן) סכום כסף בגובה $N\cdot R$ ש"ח (שנסמן אותו ב- C: $C\equiv N\cdot R$)

סימון:

את שיעור מס ההכנסה שחייב משקיע על תשלומי הקופון נסמן ב- **t(1)**.

הערות:

(א) אם רוכש האג"ח חייב במס על תשלומי הקופון בשיעור $t(1)$ אזי גובה תשלום כל קופון שווה ל- $[1-t(1)]\cdot\frac{N\cdot D}{p}$ ש"ח, לכן שיעור הקופון נטו שווה ל- $D\cdot[1-t(1)]$.

(ב) R הוא "שער החילופין" בין הערכים נומינליים לבין ערכים שקליים,

(ג) בפרק זה ובפרק הבא נשתמש ביחידת זמן השווה ל- $\frac{1}{p}$ מיחידת הזמן המקורית,

(ד) האג"ח מיוצג על ידי שני תזרימים:

תזרים תשלומי הקופון:

$n \cdot p$ תשלומים כל אחד בגובה $\frac{N \cdot D}{p} \cdot [1 - t(1)]$ ₪ (p תשלומים בכל אחת מ- n יחידות הזמן המקוריות),

תזרים הפירעון:

תשלום בגובה $C \equiv N \cdot R$ ש"ח בזמן n.

(ו) יהי A המחיר ששילם לקוח עבור האג"ח, ותהי i התשואה שהשיג הלקוח על רכישת האג"ח. אז קיים הקשר הבא בין המחיר A לבין התשואה i ("**משוואת הערך**"):

המחיר A = ערך תזרים הקופון מחושב בעת ההנפקה לפי תשואה i **בתוספת** ערך תזרים הפירעון מחושב בעת ההנפקה לפי תשואה i.

(ז) ממשוואת הערך ניתן לחלץ אחד משני המשתנים A או i אם משנהו ידוע. בדוגמאות 1-3 נחלץ את אחד משני המשתנים A או i בהחה שמשנהו ידוע.

(ח) יהי A(i) המחיר ששילם משקיע עבור האג"ח אם השיג תשואה השווה ל- i על רכישת האג"ח. מאחר וכל ערכי שני התזרימים של האג"ח חיוביים הרי ש- A(i) היא פונקציה יורדת של הריבית i עבור ערכי ריבית אי שליליים.

דוגמה 1:

חברה מנפיקה אג"ח בפר (R=1) ל- 15 שנה (n=15) בערך נומינלי השווה ל- 10,000,000 (N=10,000,000). שיעור הקופון השנתי שווה ל- 10% (D=10%) והוא משולם חצי שנתית (p=2). משקיע מוסדי הפטור מתשלומי מס על הקופונים ($t(1) = 0$) רכש את האג"ח.

(א) חשב את המחיר ששילם רוכש האג"ח אם השיג תשואה חודשית השווה ל- $\frac{2}{3}\%$. (חישוב המחיר כאשר הריבית ידועה)

(ב) חשב את התשואה השנתית לה זכה רוכש האג"ח אם רכש אותו במחיר 130%: 130 ₪ לכל 100 יחידות נומינליות. (חישוב הריבית כאשר המחיר ידוע)

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 1 "**.

יחידת הזמן שווה לחצי שנה. האג"ח מיוצג על ידי שני התזרימים הבאים:

תזרים הקופונים:

$$C_r = 10{,}000{,}000 \cdot 0.05,\ t_r = r,\ r = 1,\ldots,30\ ,$$

תזרים הפירעון:

$$C = 10{,}000{,}000,\ t = 30\ .$$

(א)

ראשית נציג בתא D2 את הריבית החצי-שנתית השקולה לריבית החודשית של $\frac{2}{3}$.

המחיר ששילם המשקיע בעת ההנפקה שווה לערך תזרים הקופון מחושב בעת ההנפקה לפי תשואה חודשית של $\frac{2}{3}\%$ **בתוספת** ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה לפי תשואה חודשית של $\frac{2}{3}\%$.

בתאים C10-C39 נציג את ערכי תזרים תשלומי הקופון החצי שנתיים מהוונים לעת ההנפקה. בתא C8 נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה.

בתא D8 נציג את ערך תזרים הפירעון.

מחיר האג"ח, השווה לסכום שני ערכי התזרימים, נתון בתא C4.

המחיר ל- 100 יחידות נומינליות מחושב בתא C5.

(ב)

ראשית ננקוב בתא F1 בריבית שנתית שרירותית ובתא F2 נציג את הריבית החצי שנתית השקולה לריבית השרירותית הנתונה בתא F1.

בתאים F10-F39 נציג את תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית שבתא F1. בתא F8 נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית שבתא F1.

בתא G8 נציג את ערך תזרים הפרעון לפי הריבית הנקובה בתא F1.

בתא F4 נציג את משוואת הערך ליחידה נומינלית .

על מנת לקבל בתא F4 את הערך 0 נשתמש בחתירה למטרה: **קבע בתא**: F4, **את הערך**: 0, **על ידי שינוי ערך התא**: F1. הפעלת חתירה למטרה נותנת בתא F1 את התשואהה השנתית הרצויה.

דוגמה 2:

אג"ח בפר (R=1) שזמן פירעונו הוא ב- 1.10.1997 הוא בעל קופון שנתי בשיעור השווה ל- 6% (D=6%) המשולם מידי שנה ב- 1.4 ו ב- 1.10 (p=2). משקיע מוסדי הפטור מתשלומי מס ($t(1)=0$) רוכש את האג"ח ב- 1.8.1975.

(א) חשב את המחיר ששילם רוכש האג"ח עבור 100 יחידות נומינליות אם השיג תשואה שנתית השווה ל-5%. (חישוב המחיר כאשר הריבית ידועה)

(ב) חשב את התשואה השנתית לה זכה רוכש האג"ח אם רכש אותו במחיר 117%: 117 ₪ לכל 100 יחידות נומינליות. (חישוב התשואה כאשר המחיר ידוע)

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 2 "**.

יחידת הזמן שווה לחצי שנה. ללא הגבלת הכלליות ניתן להניח שהאג"ח הונפק ב- 1.4.1975. האג"ח מיוצג על ידי שני תזרימים:

תזרים הקופונים:

$$C_r = 100 \cdot 0.03,\ t_r = r,\ r = 1,\ldots,45,$$

תזרים הפירעון:

$$C = 100,\ t = 45.$$

(א)

ראשית נציג בתא F2 את הריבית החצי-שנתית השקולה לריבית שנתית של 5% .

המחיר בעת ההנפקה שווה לערך תזרים הקופון מהוון לעת ההנפקה לפי ריבית שנתית של 5% **בתוספת** ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה לפי ריבית שנתית של 5%.

לנוחות החישוב נציג בעמודה C את שנות התשלום (75-97), ובעמודה D נציג את חודשי התשלום (4,7).

בתאים E10-E54 נציג את תזרים תשלומי הקופון החצי שנתיים מהוונים לעת ההנפקה. בתא E8 נציג

את ערך תזרים הקופונים מהוון לאפריל 1975.

בתא F8 נציג את תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה.

בתא C2 נציג את מחיר האג"ח מחושב לעת ההנפקה.

על מנת לחשב את מחיר האג"ח בעת הרכישה ב- 1.8.1975 אנו צוברים בתא C3, את מחיר האג"ח

מזמן ההנפקה, המחושב בתא C2, לעת ההרכישה השווה לחודשיים: שליש מחצי שנה.

(ב)

ראשית ננקוב בתא I1 בריבית שנתית שרירותית ובתא I2 נציג את הריבית החצי שנתית השקולה

לריבית הנתונה בתא I1 .

בתאים H10-H54 נציג את תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית הנקובה בתא I1. בתא H8

נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית הנקובה בתא I1.

בתא I8 נציג את ערך תזרים הפרעון לפי הריבית הנקובה בתא I1 .

בתא I4 נציג את משוואת הערך ליחידה נומינלית .

על מנת לקבל בתא I4 את הערך 0 נשתמש בחתירה למטרה: **קבע בתא**: I4, **את הערך**: 0, **על ידי**

שינוי ערך התא: I1. הפעלת חתירה למטרה נותנת בתא I1 את התשואהה השנתית הרצויה.

דוגמה 3:

חברה מנפיקה אג"ח בפר (R=1) ל- 20 שנה (n=20) בעל קופון בשיעור שנתי השווה ל- 7.5%

(D=7.5%) המשולם שנתית (p=1). משקיע המתענין באג"ח חייב במס על תשלומי הקופון בשיעור

השווה ל- $\frac{100}{3}\%$ ($t(1)=\frac{100}{3}\%$).

(א) המשקיע קונה את האג"ח במחיר השווה ל- 80% (מחיר יחידה נומינלית שווה ל- 0.8 ש"ח).

חשב את התשואה השנתית נטו לה זכה המשקיע על עסקה זו, (חישוב המחיר כאשר הריבית ידועה)

(ב) המשקיע השיג תשואה שנתית השווה ל- 8%. חשב את המחיר ששילם המשקיע עבור 100 יחידות נומינליות. (חישוב הריבית כאשר המחיר ידוע)

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 3 "**.

יחידת הזמן שווה לשנה. ללא הגבלת הכלליות נניח שנמכרה יחידה נומינלית אחת (N=1). האג"ח מיוצג על ידי שני תזרימים.

תזרים הקופונים:

$$,C_r = 0.075 \cdot \frac{2}{3}, \quad t_r = r, r = 1,\ldots,20$$

תזרים הפירעון:

$$.C = 1, t = 20$$

(א)

בתא C2 ננקוב תשואה שנתית נטו שרירותית,

בתאים C10-C29 נציג את תזרים תשלומי הקופון השנתיים מהוונים לעת ההנפקה.

בתא C8 נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית הנקובה בתא C2.

בתא D8 נציג את ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית הנקובה בתא C2.

בתא D2 נחשב את ההפרש בין מחיר האג"ח בריבית שבתא C2 לבין המחיר האמיתי של האג"ח.

בעזרת חתירה למטרה נחשב את התשואה הנדרשת: **קבע בתא**: D2 **את הערך**: 0 **על ידי שינוי התא**: C2. הפעלת חתירה למטרה נותנת בתא C2 את התשואהה השנתית הרצויה.

(ב)

המחיר בעת ההנפקה שווה לערך תזרים הקופון מהוון לעת ההנפקה לפי ריבית שנתית של 8% **בתוספת** ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה לפי ריבית שנתית של 8%.

בתאים F10-F29 נציג את תזרים תשלומי הקופון השנתיים מהוונים לעת ההנפקה. בתא F8 נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקנה.

בתא G8 נציג את תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה.

בתא F2 נציג את מחיר האג"ח מחושב לעת ההנפקה.

הערה:

נכליל את ההנחה במודל I ששעור הקופון (D) ושעור המס ((t(1)) קבועים משך חיי האג"ח. נניח ששעור הקופון או שעור המס (או שניהם) משתנים משך חיי האג"ח. בדוגמה 4 נציג מקרה בו שעור הקופון ושעור המס משתנים.

דוגמה 4: (**ערכי קופון שונים**)

אג"ח הונפק בפר ל- 25 שנה בערך נומינלי של 40,000 יחידות. שעור הקופון השנתי המשולם רבעונית שווה ל- 10% בעשר השנים הראשונות, ל- 12% בעשר השנים העוקבות, ול- 14% ביתרת הזמן. משקיע החייב במס על תשלומי הקופון בשיעור של 50% בחמש השנים הראשונות, בשיעור של 35% בעשר השנים העוקבות, ובשיעור של 25% ביתרת הזמן, רוכש את האג"ח.

(א) חשב את המחיר ששילם המשקיע אם השיג תשואה שנתית השווה ל- 7.7%,

(ב) חשב את התשואה לה זכה המשקיע אם הוא רכש את האג"ח במחיר השווה ל- 98% .

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 4 "**.

בתאים B10-B109 נציג את שעורי הקופון השונים. בתאים B10-B49 נרשום (בעזרת Copy-Past) 0.025, בתאים B50-B89 נרשום 0.03, ובתאים B90-B109 נרשום 0.035.

בתאים C10-C109 נציג את אחד פחות שעורי המס השונים. בתאים C10-C29 נרשום 0.5, בתאים

69C-30C נרשום 0.65 , ובתאים 100C-70C נרשום 0.75.

(א)

בתא E1 נציג את הריבית. בתא E2 נציג את הריבית הרבעונית השקולה לריבית שב- E1.

בתאים E10-E109 נציג את ערכי תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה. בתא E8 נציג את ערך תזרים הקופון לעת ההנפקה.

בתא F8 נציג את ערך תזרים הפרעון מהוון לעת ההנפקה .

בתא F2 נציג את מחיר האג"ח למאה יחידות נומינליות.

(ב)

בתא H2 ננקוב בריבית שנתית שרירותית, ובתא H3 נציג את הריבית הרבעונית השקולה.

בתאים H10-H109 נציג את ערכי תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה על פי התשואה שבתא H2..

בתא H8 נציג את ערך תזרים הקופון לעת ההנפקה .

בתא I8 נציג את ערך תזרים הפרעון מהוון לעת ההנפקה.

בתא H4 נציג את מחיר האג"ח למאה יחידות נומינליות.

בעזרת חתירה למטרה נחשב את התשואה הנדרשת: **קבע בתא**: H2 **את הערך**: 98 **על ידי שינוי התא**: H4 . הפעלת חתירה למטרה נותנת בתא H2 את התשואהה השנתית הרצויה.

הערה:

נכליל את ההנחה במודל I שמשך חיי האג"ח הוא סופי. נניח שהאג"ח אינו נפרע לעולמים (כלומר: $n = \infty$) .

הגדרה:

אג"ח צמית הוא אג"ח בו הקופונים משולמים p פעמים בכל יחידת זמן במרווח הזמן $(0,\infty)$.

גובה כל אחד מתשלומי הקופון הוא $[1-t(1)]\cdot\frac{N\cdot D}{p}$ ש"ח.

בדוגמאות 5-6 נציג שני מיקרים לאג"חים צמיתים.

דוגמה 5: (אג"ח צמית)

ממשלת בריטניה הנפיקה אג"ח לצמיתות (זמן פירעון הוא אין-סופי $n=\infty$). האג"ח הצמית הוא בעל קופון שנתי השווה ל- 3.5% (D=3.5%) המשולם פעמים בשנה ב- 1.6 ו ב- 1.12 (p=2). משקיע מוסדי הפטור מתשלומי מס ($t(1)=0$) רוכש את האג"ח ב- 22.8.1983 .

(א) המשקיע שילם עבור האג"ח הצמית 34.875%. חשב את התשואה השנתית לה זכה המשקיע על עסקה זו.

(ב) המשקיע השיג תשואה שנתית של 12%. חשב את המחיר ששילם המשקיע עבור האג"ח צמית.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 5 "**.

האג"ח מיוצג על ידי תזרים הקופונים בלבד, כאשר יחידת הזמן שווה לחצי-שנה.

תזרים הקופונים:

$$C_r = \frac{3.5}{200}, \quad t_r = r, 1 \le r < \infty.$$

בלי פגיעה בדיוק החישובים ניתן להניח שזמן פרעון השווה ל- 10,000 (n=10,000) מקרב במידה מספקת את ∞. ללא הגבלת הכלליות נניח שנמכרה יחידה נומינלית אחת (N=1).

(א)

ננקוב בתא C2 בריבית שנתית שרירותית 7 , ובתא C3 נציג את הריבית השקולה החצי שנתית.

בתאים C10-C10009 נציג את תזרים הקופונים עבור זמן פרעון השווה ל- 100,000.

בתא C8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב ב-1.6.1983.

בתא C5 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב ב- 22.8.1983 .

בעזרת חתירה למטרה נחשב את התשואה הנדרשת: **קבע בתא**: C5 **את הערך**: 0.34875 **על ידי שינוי התא**: C2. על ידי אישור הפעולה נקבל בתא C2 את התשואה הרצויה.

(ב)

נרשום בתא E2 ריבית שנתית 12, ובתא E3 נציג את הריבית החצי שנתית המתאימה.

בתאים E10-E10009 נציג את תזרים הקופונים עבור זמן פרעון השווה ל- 100,000.

בתא E8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב ב-1.6.1983.

בתא E5 נציג את ערך תזרים הקופונים (מחיר האג"ח הצמית) מחושב ב- 22.8.1983 .

דוגמה 6: (**אג"ח צמית**)

אג"ח לצמיתות (זמן פירעון אין-סופי: $n = \infty$) משולם פעמים בשנה ב- 15.5 ו ב- 15.11, (p=2). גובה הקופון החצי-שנתי שווה ל- 15 ש"ח. משקיע מוסדי הפטור מתשלום מס קונה את האג"ח ב- 15.3.1984 במחיר שמבטיח לו תשואה חצי- שנתית השווה ל- 5% . חשב המחיר ששילם המשקיע עבור האג"ח.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 6 "**.

האג"ח מיוצג על ידי תזרים אחד כאשר יחידת הזמן שווה לחצי-שנה. בלי פגיעה בדיוק החישוב ניתן להניח ש n=10,000 מקרב במידה מספקת את ∞.

תזרים הקופונים:

$$.C_r = 15, \quad t_r = r, 1 \le r < \infty$$

נרשום בתא C2 ריבית שנתית השווה ל- 5% .

בתאים C10-C10009 נציג את תזרים הקופונים האין- סופי. (אנו ממירים אין סוף תשלומים חצי שנתיים ב- 10,000 תשלומים חצי שנתיים. כפי שניתן לראות הקירוב המוצע הוא בהחלט משביע רצון). בתא C8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב ל- 15.3.1984.

הערה:

ניתן להכליל את ההנחה במודל I שזמן הפרעון (n) קבוע ולהניח שזמן הפרעון הוא משתנה מיקרי. בדוגמה 7 נציג מקרה בו זמן הפרעון הוא מ.מ.

דוגמה 7: (**זמן הפירעון משתנה מיקרי**)

יהי H(30,0.6) משתנה מיקרי בינומי עם הפרמטרים 30 (מספר הנסיונות) ו 0.6 (ההסתברות להצלחה בניסיון בודד) ויהי B=5+H(30,0.6). (זמן הפרעון משתנה מיקרי בזמנים $5,\ldots,35$).

חברה מנפיקה אג"ח בפר למספר מיקרי של שנים השווה ל- B בערך נומינלי של 100,000 יחידות. שיעור הקופון שווה ל- 10% והקופון משולם שנתית. משקיע הפטור ממס על הריבית רוכש את האג"ח.

(I) בהנחה שהמשקיע משיג תשואה שנתית השווה ל- 6% חשב:

(א) את ערכי המחיר המיקרי A (B) ששילם המשקיע עבור ערכי המשתנה B השונים,

(ב) חשב את EA(B) ,תוחלת המחיר ששילם המשקיע המחיר (המחיר הממוצע ששילם המשקיע,

(ג) חשב את A(EB), המחיר ששילם המשקיע אם האג"ח נפרע אחר מספר שנים השווה לתוחלת המשתנה המיקרי B.

(II) בהנחה שהמשקיע שילם עבור האג"ח 120% חשב:

(ד) את ערכי התשואה המיקרית i(B) שהשיג המשקיע עבור ערכי המשתנה B השונים,

(ה) חשב את Ei(B) התשואה הממוצעת (תוחלת) שהשיג המשקיע,

(ו) חשב את i(EB), התשואה שהשיג המשקיע אם האג"ח נפרע אחר מספר שנים השווה לתוחלת המשתנה המיקרי B.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 7 "**.

בתאים C14-C44 נציג את ההסתברויות של זמני הפירעון המיקריים בין 5 ל- 35 בהתאמה.

(I)

בתאים E9-E44 נציג את ערכי תשלומי הקופון מהוונים לזמן ההנפקה בהנחה שזמן הפרעון שווה ל- 35 .

בתאים F14-F44 נציג את ערכי תזרים הקופונים לזמני הפרעון 5-35 בהתאמה.

בתאים G14-G44 נציג את ערכי תזרים הפרעון לזמני הפרעון 5-35 בהתאמה.

(א)

בתאים H14-H44 נציג את מחירי האג"ח ל- 100 יחידות לזמני הפרעון 5-35 בהתאמה.

(ב)

בתא I2 נציג את תוחלת מחיר האג"ח. בתא I14 נרשום: C14*H14= (מכפלת ערך המשתנה בהסתברות הערך) נעתיק את התא לתאים I15-I44. בתא I2 נרשום: sum(I14:I44)= ונקבל את התוחלת הנדרשת.

(ג)

בתא J2 נחשב את המחיר המתאים לזמן פרעון השווה לתוחלת B. מאחר ותוחלת B שווה ל: 5+18=23 נרשום בתא J2 =H32.

(II)

בתא L1 ננקוב בערך ריבית שרירותית.

בתאים M14-O44 נציג את ערכי הקופון (עמודה M),ערכי פרעון (עמודה N) ומחירי האג"ח (עמודה O) לזמני פרעון השונים, כפי שנעשה בעמודות F-H.

(ד) חישוב של ערכי התשואות (J(B)) בעזרת מאקרו

שלב א: הפעלת מאקרו

נבחר ב- **Tools**, ב- Tools נבחר **Macro**, ב- Macro נבחר ב- **Record New Macro**.

(במקרה שלנו נקבל מאקרו 16) כעת נבצע את הפעולות אותן אנו רוצים לשמר: נבחר ב- **Tools** , ב- Tools נבחר **Goal Seek**, ב- Goal Seek נרשום:

L1 :**By Changing cell** ,120:**To value** ,O14: **Set cell**. נעתיק את הערך בתא L1 לתא Q14. לסיום נבחר ב- **Tools** ב- Tools נבחר **Macro** , ב- Macro נבחר ב- **Stop-Recording**.

על מנת לראות את הטקסט של המאקרו (מספר 16) נבצע את הפעולות הבאות:

נבחר ב- **Tools**, ב- Tools נבחר **Macro**, ב- Macro נבחר ב- **Macros**,

ב- Macros נבחר **Macro 16** , ב- Macro 16 נבחר **Edit** ונראה את הטקסט הבא:

```
Sub Macro16()
' Macro16 Macro '
' Macro recorded 30/04/2003 by Langberg Naftali
    Range("O14").GoalSeek Goal:=120, ChangingCell:=Range("L1")
    ActiveWindow.Panes(1).Activate
    Range("L1").Select
    Selection.Copy
    ActiveWindow.Panes(3).Activate
    Range("Q14").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
        False, Transpose:=False
End Sub
```

על מנת שמאקרו מס 16 יחזור ויבצע את פעולת החתירה למטרה עבור יתר זמני הפרעון נכנס לטקסט בשיטה שתאורה מקודם ונעדכן אותו באופן הבא:

(i) אחר שורה 3 נוסיף את השורה: For Index = 14 To 44,

(ii) את שורה 4 נמיר בשורה: Range(“O” & Index),

(iii) את השורה הרביעית לפני הסוף נמיר בשורה: Range(“Q” & Index),

(iv) בין שתי השורות האחרונות נוסיף את השורה: Next Index.

על מנת לשמר את השינויים נלחץ בסרגל על הריבוע הכחול (Reset). על מנת לראות את המאקרו המעודכן ניתן לעלות את ה- Edit של Macro 16. אם נריץ את המאקרו המעודכן הוא יחשב את כל התשואות הנדרשות בתאים Q14-Q44.

(ה)

בתא R2 נציג את תוחלת הריביות. בתא 1I4 נרשום: C14*Q14 = (מכפלת ערך המשתנה בהסתברות הערך) נעתיק את התא לתאים R15-R44. בתא R2 נרשום: sum(R14:R44)= ונקבל את התוחלת הנדרשת.

(ו)

בתא S2 נחשב את הריבית המתאימה לזמן פרעון השווה לתוחלת B. מאחר ותוחלת B שווה ל: 5+18=23 נרשום בתא S2 =Q32.

אג"ח מודל II

הערות:

(א) האג"ח במודל I נפרע בתשלום אחד. רוכש אג"ח I לוקח על עצמו סיכון שבעת הפירעון לא יוכל המנפיק לעמוד בהתחייבות שלו ולפרוע את האג"ח. על מנת להקטין את הסיכון המתואר מציעים אג"ח מודל II בו המנפיק פורע אותו משך חיי האג"ח ולא עם סיום חיי האג"ח.

(ב) יהי **N(j)** מספר ממשי אי- שלילי המציין את מספר היחידות הנומינליות שפורע המנפיק בזמן j, $j = 0, \cdots, n \cdot p$. (נשים לב ש N(0)=0, ושקימת האפשרות שחלק מה- N(j) ים שווים לאפס).

(ג) "**יתרת האג"ח בזמן j**", $j = 0, \cdots, n \cdot p$ מציינת את הערך הנומינלי של האג"ח בזמן j לאחר פירעון היחידות הנומינליות עד זמן j (כולל זמן j)

(ד) גם אג"ח מודל II מיוצג על- ידי שני תזרימים:

תזרים תשלומי הקופון:

$n \cdot p$ תשלומים כאשר התשלום ה- j שווה ל $\frac{D}{p} \cdot [1 - t(1)]$ כפול יתרת הערך

הנומינלי של האג"ח בזמן j-1, $j=1,\dots,n\cdot p$

תזרים הפירעון:

$n\cdot p$ תשלומים כאשר התשלום בזמן j שווה ל $N(j)\cdot R$, $j=1,\dots,n\cdot p$.

(ה) משוואת הערך מתקיימת גם לאג"ח מודל II. כפי שנראה בדוגמה 8 ניתן לחלץ ממשוואת הערך אחד משני המשתנים A ו i אם משנהו ידוע.

(ו) אג"ח מודל II בו נפרעות $N_1,\dots,N_k$ יחידות נומינליות בזמנים $n_1,\dots,n_k$ בהתאמה שקול ל- k אג"חים שהונפקו באותו זמן כאשר האג"ח ה- r בגודל נומינלי N_r נפרע בזמן n_r, $r=1,\dots,k$.

דוגמה 8: (אג"ח המוחזר ביותר מתשלום אחד)

אג"ח בערך נומינלי השווה ל- 80,000 נפרע בערך השווה ל- 105% בארבע תשלומים שווים אחר 5, 10, 15 ו 20 שנה. האג"ח הוא בעל קופון שנתי השווה ל- 10% ומשולם חצי- שנתית.

(א) משקיע A החייב בתשלומי מס בשיעור השווה ל- 30% רוכש את האג"ח ביום ההנפקה במחיר שהבטיח לו תשואה שנתית השווה ל- 8% חשב את המחיר ששילם משקיע A.

(ב) משקיע B החייב בתשלומי מס בשיעור השווה ל- 40% רוכש את האג"ח במחיר השווה ל 87% . חשב את התשואה שהשיג משקיע B.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 8 "**.

ראשית נציג את עמודת ההחזרים (עמודה C) ואת עמודת יתרת האג"ח (עמודה D).

בתאים C10-C49 נציג את החזרי האג"ח בזמנים השונים (את ה-N(j) ים). אם נפרע סכום 0 נרשום בתא המתאים 0 ואם נפרע הסכום 20,000 ש"ח נרשום בתא המתאים את המספר 20000. יחידת הזמן היא חצי שנה לכן ההחזרים הם אחר 10, 20, 30 ו 40 יחידות זמן.

בתאים D9-D49 נציג את יתרת האג"ח (לאחר התשלום) בזמנים השונים. בתא D9 נרשום 80000, (יתרת האג"ח בזמן 0) בתא D10 נרשום D9-C10= (יתרת האג"ח בזמן 0 פחות ההחזר בזמן 1)

ונעתיק את התא לתאים D11-D49. נשים לב שלאחר 40 יחידות זמן (לאחר 20 שנה) היתרה צריכה להיות שווה לאפס.

(א)

בתא E4 נציג את הריבית החצי שנתית. בתאים E10-E49 נציג את תזרים הקופונים, ובתא E8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב בעת ההנפקה.

בתאים F10-F49 נציג תזרים הפירעון, ובתא F8 נציג את ערך תזרים הפירעון מחושב בעת ההנפקה.

בתא C3 נציג את מחיר האג"ח. בתא C4 נציג את המחיר באחוזים.

(ב)

בתא H3 ננקוב בתשואה שנתית שרירותית (נניח 7) ובתא H4 נרשום את הריבית החצי-שנתית המתאימה לריבית השנתית המופיעה בתא H3.

בתאים H10-H49 נציג את תזרים הקופונים, ובתא H8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב בעת ההנפקה.

בתאים I10-I49 נציג תזרים הפירעון , ובתא I8 נציג את ערך תזרים הפירעון מחושב בעת ההנפקה.

בתא I4 נחשב את ההפרש בין מחיר האג"ח בריבית הנקובה בתא H3 לבין המחיר ששילם המשקיע נרשום: $\mathrm{H8} + \mathrm{I8} - 0.87 \cdot 80{,}000$. בעזרת חתירה למטרה נחשב את התשואה הנדרשת: **קבע בתא**: I4 **את הערך**: 0 **על ידי שינוי התא**: H3.

הערות: אג"ח II מוכלל

(א) את האג"ח מודל II ניתן להכליל באופנים הבאים:

(i) שיעור הקופון משתנה עם הזמן ושווה בזמן j ל D(j), $j = 1, \ldots, n \cdot p$,

(ii) שיעור ערך הפירעון משתנה עם הזמן ושווה בזמן j ל- R(j), $j = 1, \ldots, n \cdot p$,

(iii) שיעור המס על הריבית משתנה עם הזמן ושווה בזמן j ל- t(1,j)

$j = 1, \ldots, n \cdot p$,

(iv) זמני פירעון הם בלתי קבועים או מיקריים.

(ב) גם אג"ח מודל II מוכלל מיוצג על- ידי שני תזרימים:

תזרים תשלומי הקופון:

$n\cdot p$ תשלומים כאשר התשלום ה- j שווה ל $\frac{D}{p}\cdot[1-t(1,j)]$ כפול יתרת

הערך הנומינלי של האג"ח בזמן j-1, $j=1,\ldots,n\cdot p$

תזרים הפירעון:

$n\cdot p$ תשלומים כאשר התשלום בזמן j שווה ל $N(j)\cdot R(j)$, $j=1,\ldots,n\cdot p$.

(ג) משוואת הערך מתקיימת גם לאג"ח במודל זה.

(ד) כפי שנראה בדוגמאות הבאות ניתן לחלץ ממשוואת הערך אחד משני המשתנים A ו i אם משנהו ידוע.

דוגמה 9: (**שיעורי פירעון שונים: R ים שונים**)

אג"ח בערך נומינלי השווה ל- 100,000 הוא בעל קופון שנתי השווה ל- 1.5% ומשולם שנתית. האג"ח נפרע בארבעה תשלומים התשלום ה- j הוא בזמן $(20+10\cdot j)$ שווה ל- 25,000, בערך השווה ל- $(1+0.1\cdot j)$, $j=1,\ldots,4$. משקיע מוסדי שאינו חייב בתשלום מס רוכש את האג"ח ביום ההנפקה במחיר שמבטיח לו תשואה שנתית נטו השווה ל- 2.5%. חשב את המחיר ששילם המשקיע.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 9 "**.

בתאים C9-C69 נציג את החזרי האג"ח בזמנים השונים.

בתאים D9-D69 נציג את שיעורי ערכי הפירעון (ה R– ים השונים).

בתאים E9-E69 נציג את יתרות האג"ח (לאחר התשלום) בזמנים השונים.

בתאים F10-F69 נציג את תזרים הקופונים, ובתא F8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב בעת ההנפקה.

בתאים G10-G69 נציג תזרים הפירעון.

בתא G8 נציג את ערך תזרים ההחזר מחושב בעת ההנפקה.

בתא C2 נציג את מחיר האג"ח. בתא C3 נציג את המחיר באחוזים.

דוגמה 10: (**שיעורי קופון שונים**)

אג"ח בערך נומינלי השווה ל- 1,000,000 נפרע בעשרה תשלומים שווים מידי שנה בערך השווה ל- 110% כאשר התשלום הראשון הוא שנה לאחר ההנפקה. שיעור הקופון בשנה ה- j שווה ל- $(4.5+j)\%$, $j=1,\cdots 10$, ומשולם חצי שנתית. משקיע מוסדי שאינו חייב בתשלום מס רוכש את האג"ח ביום ההנפקה במחיר שמבטיח לו תשואה חצי שנתית השווה ל- 4%. חשב את המחיר ששילם המשקיע.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 10 "**.

בתאים C10-C29 נציג את החזרי האג"ח בזמנים השונים.

בתאים D9-D29 נציג את ערכי יתרת האג"ח הפירעון.

בתאים F9-F29 נציג את שיעורי הקופון .

בתאים G10-G29 נציג את תזרים הקופונים, ובתא G8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב בעת ההנפקה.

בתאים H10-H29 נציג תזרים הפירעון. בתא H8 נציג את ערך תזרים הקופון מחושב בעת ההנפקה

בתא G1 נציג את מחיר האג"ח. בתא G2 נציג את המחיר באחוזים.

דוגמה 11: (**שיעורי פירעון שונים ושיעורי מס שונים**)

אג"ח הונפק ל – 15 שנה בערך נומינלי השווה ל- 10,000 וערך קופון שנתי השווה ל- 9% המשולם שנתית. האג"ח נפרע לפי הפרוט הבא: בכל אחת מעשר השנים הראשונות מוחזרות 500 יחידות נומינליות בערך השווה ל- 112.5%, ובכול אחת מחמש השנים העוקבות מוחזרים 1,000 יחידות

נומינליות בערך השווה ל- 120%. משקיע חייב בתשלומי מס בשיעור השווה ל- 40% ל- m שנים ובשיעור השווה ל- 30% לאחר מכן. המשקיע רוכש את האג"ח ביום ההנפקה במחיר השווה ל- 10,190 ש"ח ומשיג תשואה שנתית נטו השווה ל- 7%. חשב את m.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 11 "**.

בתא E2 ננקוב ב ערך שרירותי של m (נניח 75.) ובתא D2 נרשום את הערך השלם של המספר שבתא E2, שיהיה בסיכומו של תהליך הפתרון הערך המבוקש של m.

בתאים C10-C24 נציג את שיעורי הקופון (את ה- $D(j)$ ים) .

בתאים D9-D24 נציג את ערכי שיעורי הפירעון (את ה- $R(j)$ ים).

בתאים E10-E24 נציג את החזרי האג"ח (את ה- N(j) ים).

בתאים F9-F24 נציג את ערכי יתרת האג"ח הפירעון.

בתאים G10-G24 נציג את תזרים הקופונים, ובתא G8 נציג את ערך תזרים הקופונים מחושב בעת ההנפקה.

בתאים H10-H24 נציג תזרים הפירעון, ובתא H8 נציג את ערך תזרים הקופון מחושב בעת ההנפקה.

בעזרת חתירה למטרה נחשב את m: **קבע בתא**: E3 **את הערך**: 0 **על ידי שינוי התא**: E2, ערכו של m יופיע בתא D2.

דוגמה 12: (**זמן פירעון מיקרי**)

אג"ח הוא בעל ערך נומינלי השווה ל- 100 ובעל קופון שנתי השווה ל- 10% המשולם חצי- שנתית. האג"ח נפרע בערך השווה ל- 105% לאחר 5, 10, 15, או 20 שנה. זמן הפירעון, שנסמנו ב- B , נבחר על ידי המנפיק באופן מיקרי ואחיד. משקיע החייב בתשלומי מס בשיעור השווה ל- 30% רוכש את האג"ח ביום ההנפקה במחיר השווה ל- 95.82 ש"ח. תהי J(B) התשואה השנתית המקרית של המשקיע.

(א) חשב את התוחלת של J(B) (חשב את EJ(B))

(ב) חשב את השונות של J(B) (חשב את את VarJ(B))

(ג) חשב את ההסתברות שהמ.מ. J(B) גדול או שווה ל 9%.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 12 "**.

ראשית נחשב את התשואה השנתית של האג"ח שנרכש בעת ההנפקה במחיר 95.82 ש"ח, ונפרע אחר 10, 20, 30, 40 יחידות זמן.

בתא D1 ננקוב תשואה שנתית שרירותית ובתא D2 נרשום את הריבית החצי שנתית המתאימה.

בתא D3 נרשום את אחד מזמני הפירעון נניח 10.

בתאים C10-C49 נציג את תזרים הקופונים המתאים. בתא C8 נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה.

בתאים D10-D49 נציג את תזרים הפרעון. בתא D8 נציג את ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה.

בתא C4 נציג את ההפרש בין המחיר (C8+D8) לבין 95.82 ונרשום: =C8+D8-95.82. בעזרת חתירה למטרה נחשב את התשואה הנדרשת: **קבע בתא**: C4 **את הערך**: 0 **על ידי שינוי התא**: D1.

בתאים F6-F9 נרשום את ארבעת זמני הפרעון (B= 10,20,30,40), ובתאים G6-G9 נציג את ארבעת ערכי התשואות המתאימות (J(10), J(20),J(30), J(40)).

את התוצאה בתא D1 נעתיק (העתקה מיוחדת של ערך) לתא G6. נחזור על הליך החתירה למטרה לשלושת זמני הפירעון הנותרים ונרשום את התשואות המתקבלות בתאים G6-G8 בהתאמה.

(א)

בתא I3 נסכם את התאים G6-G9 ואת הסכום נחלק ב- 4 ונקבל את התוחלת של המ.מ. J.

(ב)

בתאים J6-J9 נציג את ריבועי הסטיות של המ.מ. J מהתוחלת שלו. בתא J3 נסכם את התאים J6-J9 ואת הסכום נחלק ב- 4 ונקבל את השונות של המ.מ. J.

(ג)

ברור שההסתברות המבוקשת שווה ל 0.25 כפי שמופיעה בתא K2.

הערה:

אם מספר זמני הפרעון הוא מ.מ. בדיד המקבל מספר רב של ערכים (ולא ארבעה כפי שנקבע בדוגמה) קשה ולפעמים לא מעשי לחשב את התשואות בדרך שהוצגה. אלטרנטיבית ניתן לחשב את התשואות הנדרשות ביתר קלות על ידי הפעלת מאקרו.

חישוב אלטרנטיבי של ערכי התשואות (J(N)) בעזרת מאקרו

שלב א: הפעלת מאקרו

נבחר ב- Tools ב- Tools נבחר Macro, ב- Macro נבחר ב- Record New Macro. (במקרה שלנו נקבל מאקרו 4) כעת נבצע את הפעולות אותן אנו רוצים לשמר: נעתיק את F10 ל D3 . נבחר ב- Tools , ב- Tools נבחר Goal Seek, ב- Goal Seek נרשום:

D1 :**By Changing cell** ,0:**To value** ,C4: **Set cell**. נעתיק את הערך בתא D1 לתא M6.

לסיום נבחר ב- Tools ב- Tools נבחר Macro , ב- Macro נבחר ב- Stop-Recording.

על מנת לראות את הטקסט של המאקרו (מספר 4) נבצע את הפעולות הבאות: נבחר ב- Tools, ב- Tools נבחר Macro, ב- Macro נבחר ב- Macros, ב- Macros נבחר Macro 4 , ב- Macro 4 נבחר Edit ונראה את הטקסט הבא:

```
Macro4 Macro
' Macro recorded 25/04/2003 by Langberg Naftali
    ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=-3
    Range("F6").Select
    Selection.Copy
    Range("D3").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
```

```
    False, Transpose:=False
  Application.CutCopyMode = False
  Range("C4").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("D1")
  Range("D1").Select
  Selection.Copy
  ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=2
  Range("M6").Select
  Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
    False, Transpose:=False
End Sub
```

על מנת שמאקרו מס 4 יחזור ויבצע את פעולת החצירה למטרה עבור יתר שלושת זמני הפרעון נכנס לטקסט בשיטה שתאורה מקודם ונעדכן אותו באופן הבא:

(i) אחר שורה 3 נוסיף את השורה: For Index = 6 To 9,

(ii) את שורה 4 נמיר בשורה: Range(“F” & Index),

(iii) את השורה הרביעית לפני הסוף נמיר בשורה: Range(“M” & Index),

(iv) בין שתי השורות האחרונות נוסיף את השורה: Next Index.

על מנת לשמר את השינויים נלחץ בסרגל על הריבוע הכחול (Reset). על מנת לראות את המאקרו המעודכן ניתן לעלות את ה- Edit של Macro 4. אם נריץ את המאקרו המעודכן הוא יחשב את ארבעת התשואות הנדרשות.

דוגמה 13: (**זמן פירעון משתנה וזמן פירעון מיקרי**)

אג"ח בערך נומינלי השווה ל- 100 הוא בעל קופון שנתי השווה ל- 12% המשולם רבעונית. האג"ח נפרע בפר באחד הרבעונים בין השנה הראשונה והשנה ה- 25 מיום ההנפקה על פי החלטת

המנפיק. משקיע החייב בתשלומי מס בשיעור השווה ל- 30% רוכש את האג"ח ביום ההנפקה במחיר השווה ל- 92 ש"ח.

(I)

(א) חשב את התשואה השנתית אם האג"ח נפרע בסוף הרבעון ה- k עבור $k=1,\ldots,100$,

(ב) מהי התשואה המינימלית שהמשקיע מבטיח לעצמו,

(ג) מהי התשואה השנתית המכסימלית שהמשקיע יכול לקבל.

(II)

יהי H(20, 0.3) מ.מ. בינומי עם הפרמטרים n=20 ו p=0.3. נניח שזמן הפירעון הוא המ.מ. 80+B(20,0.3).

(ד) חשב את התוחלת של התשואה השנתית המקרית של המשקיע,

(ה) חשב את השונות של התשואה השנתית המקרית של המשקיע,

(ו) חשב את ההסתברות שתשואה שנתית מקרית זו תהיה גדולה או שווה ל 9.58%.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 13 "**.

(I)

(א)

בתא C1 ננקוב בתשואה שנתית נטו שרירותית, ובתא C2 נציג את הריבית החצי שנתית השקולה.

נציג פתרון שהוא שונה מזה שהוצג בדוגמה 12 .

בתאים C10-C109 נציג את ערכי הקופון מהוונים לעת ההנפקה לפי הריבית שבתא C1 בהנחה שזמן הפרעון שווה ל 100 רבעונים.

בתאים D10-D109 נציג את ערכי תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית שבתא C1 בהנחה שזמני הפרעון המתאימים נתונים בתאים A10-A109.

בתאים E10-E109 נציג את ערכו של תזרים תשלומי הפרעון מהוון לעת ההנפקה לפי הריבית שבתא C1 בהנחה שזמני הפרעון המתאימים נתונים בתאים A10-A109.

בתאים F10-F109 נציג את משוואת הערך לפי הריבית שבתא C1 בהנחה שזמני הפרעון המתאימים נתונים בתאים A10-A109.

המטרה שלנו היא למצוא את הריביות המתאימות, שתוצגנה בתאים G10-G109 שתאפס את הערכים בתאים F10-109 בהתאמה.

נבצע זאת בעזרת מאקרו בשילוב חתירה למטרה.

נבחר ב- Tools ב- Tools נבחר Macro ,ב- Macro נבחר ב- Record New Macro (מס 11).

נבחר ב-Tools ,, ב- Tools נבחר ב- Goal Seek, ב- Goal Seek נרשום:

C1 :**By Changing cell** ,F10, To value:0 :**Set cell**. נעתיק את תא C1 לתא G10. לסיום

נבחר ב- Tools ב- Tools נבחר Macro , ב- Macro נבחר ב- Stop-Recording.

על מנת לראות את הטקסט של המאקרו (מספר 11) נבצע את הפעולות הבאות: נבחר ב- Tools, ב- Tools נבחר Macro ,ב- Macro נבחר ב- Macros, ב- Macros נבחר Macro 4 , ב- Macro 4 נבחר Edit ונראה

את הטקסט הבא:

```
Sub Macro11()
' Macro11 Macro
' Macro recorded 25/04/2003 by Langberg Naftali
    Range("F10").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("C1")
    Range("C1").Select
    Selection.Copy
    Range("G10").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
        False, Transpose:=False
End Sub
```

על מנת שמאקרו מס 11 יחזור ויבצע את פעולת החתירה למטרה עבור יתר זמני הפרעון נכנס לטקסט בשיטה שתאורה מקודם ונעדכן אותו באופן הבא:

(i) אחר שורה 3 נוסיף את השורה: For Index = 10 To 10 9,

(ii) את שורה 4 נמיר בשורה: Range(“F” & Index),

(iii) את השורה הרביעית לפני הסוף נמיר בשורה: Range(“G” & Index),

(iv) בין שתי השורות האחרונות נוסיף את השורה: Next Index.

על מנת לשמר את השינויים נלחץ בסרגל על הריבוע הכחול (Reset). על מנת לראות את המאקרו המעודכן ניתן לעלות את ה- Edit של Macro 11. אם נריץ את המאקרו המעודכן הוא יחשב את כל התשואות הנדרשות בתאים G10-G109.

(ב)

בתא F2 נקבל את התשואה המכסימילית,

(ג)

בתא F4 נקבל את התשואה המינימלית.

(II)

בתאים I89-I109 נציג את ההסתברויות הבינומיות המתאימות לזמני הפרעון שבין 80 לבין 100.

(ד)

בתא J2 נציג את תוחלת התשואה. בתא J89 נרשום: =G89*I89 ונעתיק את התא לתאים J90-J109. בתא J2 נקבל את תוחלת התשואה.

(ה)

בתא K2 נציג את שונות התשואה. בתא K89 נרשום: =I89*(G89-$J$2)^2 ונעתיק את התא לתאים K90-K109. בתא K2 נרשום: =sum(K89:K109) ונקבל את שונות התשואה.

(ו)

בתא L2 נציג את ההסתברות המבוקשת.

בתא L89 נרשום: ("1" ,G89>9.58)IF* I89= ונעתיק את התא לתאים L90-L109. בתא L2 נרשום: (L89:L109)sum= ונקבל את ההסתברות המבוקשת.

הערה:

במקום לקחת מודל ריבית כללי ניתן לקחת מודל ריבית מיקרית. נציג דוגמה אחת למודל ריבית מיקרית.

דוגמה 14: (**ריבית מיקרית**)

אג"ח בערך נומינלי של 100,000 יחידות נפרע בפר בעשרה תשלומים שווים בשנים $5,10,\ldots,50$.

שיעור הקופון השנתי המשולם שנתית משך חיי האג"ח שווה ל- 8%. מחיר האג"ח מחושב על בסיס תשואה שנתית מיקרית בגובה J% הנקבעת בעת הנפקת האג"ח. המ.מ. J% נקבע על ידי:

$$P(J\% = k) = \frac{0.4 \cdot 0.6^{k-1}}{1-0.6^{26}}, \quad k = 1, 2, \ldots, 26 .$$

(א) חשב את ההסתברויות של ערכי המ.מ. J %,

(ב) חשב את EJ%: התוחלת של המ.מ. J %,

משקיע מוסדי שאינו חייב בתשלומי מס רוכש את האג"ח בעת ההנפקה במחיר A(J).

(ג) חשב את ערכי המ.מ. A(J) עבור ערכי הריבית השונים,

(ד) חשב את EA(J): את תוחלת המחיר ששיל המשקיע,

(ה) חשב את A(EJ): המחיר ששילם המשקיע אם זכה על העסקה לתשואה השווה לממוצע הריביות.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 14 "**.

בתאים C9-C34 נציג את ערכי המ.מ J%: $1\%, 2\%, \ldots, 26\%$.

(א)

בתאים D9-D34 נציג את ערכי ההסתברויות המתאימות של המ.מ. J%.

(ב)

בתא F2 נציג את תוחלת המ.מ. J%. בתא F9 נרשום: C9*D9= ונעתיק את התא לתאים F10-F34. בתא F2 נרשום: (F9:F34)sum= ונקבל את התוחלת המבוקשת.

(ג)

בתא H2 ננקוב בריבית שרירותית בתאים H9-H58 נציג גובה תשלומי הפרעון (ה-N(j) ים).

בתאים I9-I58 נציג את יתרות האג"ח.

בתאים J9-J58 נציג את ערכי הקופון מהוונים לעת ההנפקה לפי התשואה הנקובה בתא H1.

בתא J7 נציג את ערך תזרים הקופונים מהוון לעת ההנפקה לפי התשואה הנקובה בתא H1 .

בתאים K9-K58 נציג את ערכי הפרעון מהוונים לעת ההנפקה לפי התשואה הנקובה בתא H1.

בתא K7 נציג את ערך תזרים הפרעון מהוון לעת ההנפקה לפי התשואה הנקובה בתא H1

בתא H3 נרשום את מחיר האג"ח באחוזים לפי התשואה הנקובה בתא H1.

המטרה שלנו היא למצוא את מחירי האג"ח המתאימים לריביות במוצגות בתאים M9-M34.

המחירים המתאימים יוצגו בתאים N9-N34 .

נבצע זאת בעזרת מאקרו.

נבחר ב- Tools ב- Tools נבחר Macro ,ב- Macro נבחר ב- Record New Macro (מס 12).

נעתיק את ערך תא M9 לתא H1, ואת הערך התוצאה שהתקבלה ב- H3 נעתיק לתא N9. לסיום נבחר ב- Tools ב- Tools נבחר Macro , ב- Macro נבחר ב- Stop-Recording.

על מנת שמאקרו מס 121 יחזור ויבצע את רישום מחירי האג"ח לריביות השונות ונעדכן אותו באופן הבא:

(i) אחר שורה 3 נוסיף את השורה: For Index = 9 To 34,

(ii) את שורה 4 נמיר בשורה: Range(“M” & Index),

(iii) את השורה הרביעית לפני הסוף נמיר בשורה: Range(“N” & Index),

(iv) בין שתי השורות האחרונות נוסיף את השורה: Next Index.

על מנת לשמר את השינויים נלחץ בסרגל על הריבוע הכחול (Reset). על מנת לראות את המאקרו המעודכן ניתן לעלות את ה- Edit של Macro 11. אם נריץ את המאקרו המעודכן הוא יחשב את כל התשואות הנדרשות בתאים G10-G109.

(ד)

בתא P2 נציג את תוחלת המ.מ. A(J%). בתא P9 נרשום: =N9*D9 ונעתיק את התא לתאים P10-P34. בתא P2 נרשום: =sum(P9:P34) ונקבל את התוחלת המבוקשת.

(ה)

נציב בתא H1 את הערך שבתא F2 (תוחלת J%) על ידי העתקת הערך. את התוצאה שבתא H3 נעתיק העתקת ערך לתא P5.

הערה:

נציג עתה דוגמאות לאלמנט ההצמה של תשלומי אג"חים בהשהיה של תקופת מה.

דוגמה 15: (אג"ח צמוד מדד)

אג"ח צמוד מדד הונפק ב- 16.3.1981בערך קופון שנתי השווה ל- 2% המשולם פעמים בשנה ב- 16.9 וב- 16.3 משך חיי האג"ח. כל תשלומי האג"ח (תשלומי הקופון ותשלום הפרעון) צמודים למדד בהשהיה של שמונה חודשים. נתונים המדדים הבאים:

תאריך	**7.1980**	**7.1983**	**11.1983**
מדד	**267.90**	**336.50**	**341.90**

הנח שהמדד גדל מידי חודש בשיעור שנתי השווה ל- J% מהמדד האחרון המפורסם (11.1983) עבור J=5, 7.

משקיע מוסדי שאינו חייב בתשלומי מס רוכש את האג"ח ב- 21.12.1983 במחיר השווה ל- 106.375%.

(א) הצג את אומדני המדדים מ- 12.1983 ועד 9.1996 עבור J=5, 7,

(ב) הצג את תשלומי האג"ח הצמודים עבור J=5, 7,

(ג) הצג את ערכם הראלי של תשלומי האג"ח הצמודים ביחס ל- 21.12.1983 עבור J=5, 7,

(ד) חשב את התשואה השנתית שמשיג המשקיע המוסדי על העיסקה עבור J=5, 7.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 15 "**.

הצגת תאריכים

בעמודות C ו D בתאים 8-202 נציג תאריכים בחודשים ושנים בהתאמה מ- 7.1980 (תאריך יחוס) ועד 9.1996 (C חודשים, ו D שנים).

עמודה C:

בתאים C8-C13 נציג את החודשים מיולי ועד דצמבר בשנת 1980. בתאים C14-C202 נציג את החודשים $1, 2, \ldots, 12$ במחזוריות.

עמודה D:

בתאים D8-D13 נציג את השנה 1980. בתאים D14-D202 נציג במחזוריות של 12 את השנים המתאימות. בתא D14 נרשום: =Int(A8/12)+1 ונעתיק את התא לתאים D15-D202.

א: (הצגת מדדים ואומדני מדד)

בעמודות G ו H נציג את המדדים הנתונים (7.1980 , 7.1983 , ו 11.1983) ואת אומדני המדדים (מ- 12.1983 ועד 9.1996) לפי עלית מדד צפויה של 5% (עמודה G) ושל 7% (עמודה H).

בתאים G8 ו H8 נרשום 267.90, בתאים G44 ו H44 נרשום 336.50, ובתאים G48 ו H48 נרשום 341.90.

בתאים G2 ו H2 נרשום 5 ו 7 בהתאמה, ובתאים G3 ו H3 נרשום: =(1+G2/100)^(1/12), ו =(1+H2/100)^(1/12) בהתאמה.

בתאים G49 ו H49 נרשום: =G48*$G$3, ו =H48*$H$3 בהתאמה ונעתיק את שני תאים אלו לתאים G50-H202.

הערה:

התשובה לחלק (א) נתונה בתאים G49-H202.

(ב)

בעמודה E בתאים המתאימים לחודשים מרץ וספטמבר נרשום 1, וביתר התאים נרשום 0 .

בתאים J52-K202 נציג את תשלומי האג"ח הצמודים למדד.

כל תשלום של האג"ח נכפיל במנה של שני המדדים הבאים: מדד הקודם בשמונה חודשים לעת התשלום (המונה) ומדד הקודם בשמונה חודשים לעת הנפקת האג"ח (המכנה הקבוע לכל התשלומים).

למשל: התשלום הראשון מאז רכישת האג"ח ב- 21.12.1983 נעשה ב- 3.1984. לכן נכפיל את התשלום במנה של מדד המתאים ל- 7.1983 (מונה) והמדד המתאים ל- 7.1980 (מכנה).

לכן בתאים J52 ו K52 נרשום בהתאמה: =E52*G44/$G$8, ו =E52*H44/$H$8 ונעתיק אותם לתאים J53-K201.

מאחר ובעת הפרעון התשלום הוא 101 ₪ (ערך קופון בתוספת סכוםהפרעון) נרשום בתאים J202 ו K202 בהתאמה: =101*E202*G194/$G$8, ו =101*E202*H194/$H$8

(ג)

בתאים M52-N202 נציג את ערכם הראלי של תשלומי האג"ח הצמודים הנתונים בעמודות J ו K ביחס לתאריך האג"ח (21.12.1983). כל תשלום צמוד נכפול במנה של שני מדדים: המדד המתאים ל- 21.12.1983 השווה ל: $\$G\$49\cdot 1.05^{\frac{5}{365}}$, או ל: $\$H\$49\cdot 1.07^{\frac{5}{365}}$ (המונה) והמדד המתאם לעת התשלום (מכנה).

כל תשלום של האג"ח נכפיל במנה של שני המדדים הבאים: מדד הקודם בשמונה חודשים לעת התשלום (המונה) ומדד הקודם בשמונה חודשים לעת הנפקת האג"ח (המכנה הקבוע לכל התשלומים).

לכן בתאים M52 ו N52 נרשום בהתאמה: =J52*$G$49*1.05^(5/365)/G52, ו =K52*$H$49*1.07^(5/365)/H52, ונעתיק אותם לתאים J53-K202.

(ד)

בתאים P2 ו Q2 ננקוב בריביות שנתיות שרירותיות ובתאים P3 ו Q3 נציג את הריביות החודשיות השקולות המתאימות.

בתאים P8 ו Q8 נציג את ערכי תזרימי התשלומים הראליים של האג"ח (הנתונים בעמודות M ו N) מהוונים לעת ההנפקה לפי הריביות הנקובות בתאים P2 ו Q2.

בתאים P52 ו Q52 נרשום: =M52*$P$3^(41-A52), ו =N52*$Q$3^(41-A52) בהתאמה (הסכומים מהוונים ל- 15.12.1983) ונעתיק את התאים לתאים P53-Q202.

בתאים P8 ו Q8 נרשום: =sum(P52:P202)*(1+P2/100)^(5/365), ו =sum(Q52:Q202)*(1+Q2/100)^(5/365)

בתאים P7 ו Q7 נרשום: P8-106/375 ו Q7-106/375 בהתאמה. על מנת למצוא את התשואות המבוקשות נשתמש בחתירה למטרה. נקבע את התאים P7 ו Q7 להיות שווים לאפס על ידי שינוי התאים P2 ו Q2

בהתאמה. על ידי אישור שתי פעולות החתירה למטרה נקבל את התוצאות המבוקשות.

דוגמה 16: (אג"ח צמוד מדד)

אג"ח צמוד מדד בערך נומינלי של 240,000 יחידות הונפק ב- 16.5.1998. האג"ח נפרע בערך השווה ל- 105% בתשלומים שנתיים החל ב- 16.5.1999. התשלום הנומינלי ה- k שווה ל: $2,000 \cdot k, k = 1,\ldots,15$. שעור הקופון השנתי שווה ל- 3% ומשולם רבעונית החל מ- 16.8.1998 משך חיי האג"ח. כל התשלומים צמודים למדד לצרכן המתפרסם על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בהשהיה של 7 חודשים. ב- 16.5.2001 נרכש האג"ח על ידי משקיע מוסדי שאינו חייב בתשלום מס על תשלומי הקופון. המשקיע זכה לתשואה שנתית ראלית נטו של 1.5% על העסקה. חשב את המחיר ששילם המשקיע עבור האג"ח. הנח שהמדד גדל חודשית מאז פרסום המדד

האחרון (מדד אפריל 2001) בשעור שנתי של 3%.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 16 "**.

הצגת תאריכים

בעמודות C ו D בתאים 8-195 נציג תאריכים בחודשים ושנים בהתאמה מ- 10.1997 (תאריך יחוס) ועד 5.2013 (C חודשים, ו D שנים) בדיוק כפי שהצגנו בפתרון תרגיל 15.

הצגת מדדים ואומדני מדד

בעמודה E נציג את המדדים הנתונים (10.1997-4.2001) ואת אומדני המדדים (מ- 5.2001 , ועד 5.2013) לפי עלית מדד צפויה של 3% בדיוק כפי שהצגנו בפתרון תרגיל 15.

את המדדים בתאים E8-E50 נעתיק מקובץ אקסל בשם **"מדדים"**.

בתאים I8-I195 נציג את ערכי תשלומי הפרעון (את ה- N(j) ים).

בתאים J8-J195 נציג את יתרת האג"ח.

בתאים K8-K195 נציג את תשלומי האג"ח הצמודים (קופון בתוספת פרעון) בתא K54 נרשום: =(F54*J53*0.075+1.05*I54)*E47/$E$8 ונעתיק את התא לתאים K55-K195. (בתאים שנותרו תשלומי האג"ח שווים לאפס).

בתאים L8-L195 נציג את תשלומי האג"ח הצמודים הראליים. בתא L54 נרשום: =K54*$E$51/E54ונעתיק את התא לתאים L55-L195 (בתאים שנותרו התשלומים הצמודים הראליים שווים לאפס)

בתאים M8-M195 נציג את ערכי תשלומי האג"ח הצמודים הראליים מהוונים לעת ההנפקה. בתא M54 נרשום: =L54*$M$4^(43-A54) ונעתיק את התא לתאים M55-M195. (בתאים שנותרו התשלומים הצמודים הראליים המהוונים שווים לאפס)

בתא L2 נציג את מחיר האג"ח הנדרש ונרשום: =sum(M8:M195)*100/J51.

הערות ו סימונים:

(א) נדון עתה בהתנהגות ערך אג"ח מסוג מודל I, מחושב בזמן ההנפקה,כפונקציה של זמן הפרעון .

(ב) תהי יחידת הזמן בה אנו משתמשים שווה לזמן העובר בין שני תשלומי קופון עוקבים באג"ח,

(ג) יהי n זמן הפירעון של האג"ח ביחידות הזמן בה אנו משתמשים,

(ד) יהי A(n,i) המחיר שישלם משקיע, מחושב בעת הנפקת האג"ח, עבור אג"ח שזמן הפירעון שלו שווה ל- n והתשואה שהוא משיג שווה ל- i.

(ה) יהי $g = \dfrac{D\cdot[1-t(1)]}{R}$. g הוא שיעור הקופון המשולם מידי יחידת זמן ביחס ל ערך השיקלי של האג"ח (כלומר ביחס ל $C \equiv N\cdot R$)

(ה) נעיר ש:

$$A(n,i) = C\cdot g\cdot \sum_{k=1}^{n}(1+i)^{-k} + C\cdot(1+i)^{-n}$$

(ו) נשים לב לשיוויון הבא:

$$A(n+1,i) - A(n,i) = C\cdot g\cdot(1+i)^{-n-1} + C\cdot[(1+i)^{-n-1} - (1+i)^{-n}] =$$

$$C\cdot(1+i)^{-n-1}\cdot\{g+[1-(1+i)]\} = C\cdot(1+i)^{-n-1}\cdot(g-i)$$

מסקנה:

תהי i תשואה נתונה.

(א) אם $i < g$ אז A(n,i), כפונקציה של n, מונוטונית עולה,

(ב) אם $i > g$ אז A(n,i), כפונקציה של n, מונוטונית יורדת,

(ג) אם $i = g$ אז A(n,i) שווה ל- C עבור כל n.

הערה:

נציג הוכחה אלטרנטיבית ללא כל חישוב של המסקנה שקבלנו זה עתה.

(א)

יהיו נתונים התזרימים הבאים:

תזרים I:

זמן	1	2	.. ..	n
ערך	$g\cdot C$	$g\cdot C$		$g\cdot C+C$

תזרים II:

זמן	1	2	.. ..	n	n+1
ערך	$g\cdot C$	$g\cdot C$		$g\cdot C$	$i\cdot C+C$

תזרים III:

זמן	1	2	.. ..	n	n+1
ערך	$g\cdot C$	$g\cdot C$		$g\cdot C$	$g\cdot C+C$

(ב)

ערך תזרים **I** מחושב בזמן 0 לפי הריבית i שווה ל- A(n,i),

ערך תזרים **II** מחושב בזמן 0 לפי הריבית i שווה ל- A(n,i), (כי ערך $i\cdot C+C$ בזמן n+1 מחושב בזמן n לפי ריבית i שווה ל- C),

ערך תזרים **III** מחושב בזמן 0 לפי הריבית i שווה ל- A(n+1,i).

(ג)

אם נשווה תזרים **II** לתזרים **III** נקבל הוכחה אלטרנטיבית למסקנה שקבלנו.

דוגמה 17:

אג"ח בערך נומינלי של 100 יחידות בעל שעור קופון רבעוני נטו (לאחר תשלום המס) שווה ל- D% משולם רבעונית. האג"ח נפרע בפר אחר n רבעונים. האג"ח נמכר בעת ההנפקה במחיר המשיג תשואה רבעונית השווה ל- J. עבור זמני פירעון השווים ל: $1,2,\cdots,120$ חשב את מחיר האג"ח עבור שני הזוגות הבאים:

D	J
3	4
4	3

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 17 "**.

בתאים A2 ו B2 ננקוב בערכים שרירותיים של שעור תשלום הקופון ושעור הריבית הרבעונית בהתאמה.

בתאים A8-A127 נציג את זמני הפירעון הרבעוניים (מ-1 ועד 120).

בתאים B8-B127 נחשב את ערך תשלומי הקופון מהוונים לעת ההנפקה (לפי שעור הקופון והתשואה השרירותיים הנתונים בתאים A2 ו B2) בהנחה שזמן הפירעון שווה ל- 120 רבעונים.

בתאים C8-C127 נחשב את ערך תזרים הקופון מהוון לעת ההנפקה (לפי שעור הקופון והתשואה השרירותיים הנתונים בתאים A2 ו B2) לזמני הפירעון הרבעוניים המופיעים בהתאמה בתאים A8-A127.

בתאים D8-D127 נחשב את ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה (לפי שעור הקופון והתשואה השרירותיים הנתונים בתאים A2 ו B2) לזמני הפירעון הרבעוניים המופיעים בהתאמה בתאים A8-A127.

בתאים E8-E127 נחשב את מחיר האג"ח (לפי שעור הקופון והתשואה השרירותיים הנתונים בתאים

A2 ו B2) לזמני הפירעון הרבעוניים המופיעים בהתאמה בתאים A8-A127.

נרשום בתאים A2 ו B2 את הערכים 3 ו 4 בהתאמה ונעתיק את התאים E8-E127 (העתקת ערכים) לתאים H8-H127 (נשים לב שמחירי האג"ח יורדים עם זמן הפירעון).

נרשום בתאים A2 ו B2 את הערכים 4 ו 3 בהתאמה ונעתיק את התאים E8-E127 (העתקת ערכים) לתאים K8-K127 (נשים לב שערכי האג"ח עולים עם זמן הפירעון).

הערה:

נניח שאג"ח מונפק ללא זמן פירעון קבוע מראש. המנפיק מתחייב לפרוע את האג"ח על פי החלטתו בין שני תאריכי זמן המפורטים מראש בחוזה האג"ח. נתיחס לשתי הבעיות הבאות:

(א) מהו המחיר המכסימלי שעל המשקיע לשלם על מנת להבטיח לעצמו תשואה השווה לפחות לערך נתון,

(ב) מהי התשואה המינימלית שישיג משקיע אם הוא רוכש את האג"ח במחיר נקוב.

התיחסות לבעיה (א):

סימונים:

(א) יהיו **m** ו **n** מספרים טבעיים, $m<n$. ניתן לפרוע את האג"ח בין הזמנים m ו n, כולל את שניהם,

(ב) יהי **J** מספר ממשי חיובי, J מציין תשואה ליחידת זמן,

(ג) יהי $A_k(J)$ המחיר של האג"ח שהונפק בזמן 0 נפרע בזמן k והשיג תשואה J,

$k = m, \ldots, n$,

(ד) יהי $A(J) = \min\{A_m(J), \ldots, A_n(J)\}$.

הערה:

המחיר המינימלי, הנתון בחלק (ד), מתקבל בזמן פירעון יחיד שנסמן ב- k_0, $m \le k_0 \le n$.

הסבר:

נניח שמשקיע רוכש את האג"ח במחיר A בזמן ההנפקה

מצב א: האג"ח נפרע בזמן k_0.

במצב זה המשקיע זוכה בדיוק בתשואה J.

מצב ב: האג"ח נפרע בזמן r $r \neq k_0$, $r = m, \ldots, n$.

המחיר $A_r(J)$ מתאים לתשואה J מאחר ו $A(J) < A_r(J)$

הרי שהמחיר A(J) מתאים ל**תשואה גבוהה** יותר מ J .

(כי ערך תזרים האג"ח יורד עם הריבית) ולכן המשקיע זוכה

ב**תשואה גבוהה** מ- J.

מסקנה:

המחיר A (J) מבטיח למשקיע הרוכש את האג"ח בזמן ההנפקה לפחות תשואה שנתית J.

מצב ג: המשקיע שילם עבור האג"ח בעת ההנפקה סכום B הגבוה מ- A(J).

נניח שהאג"ח נפרע בזמן k_0. מאחר וB>A (J) והתשואה

המתאימה למחיר A (J) שווה ל- J נובע (כי ערך תזרים

האג"ח יורד עם הריבית) שהתשואה המתאימה למחיר B

קטנה מ- J. ולכן המשקיע זוכה ב**תשואה קטנה** מ- J.

מסקנה מסכמת:

המחיר המתבקש הוא המינימום שבין המחירים $A_m(J), \ldots, A_n(J)$.

הערה:

המסקנה המסכמת מתבססת על העובדה ש(A(n,i יורדת כפונקציית של הריבית ברווח $(0, \infty)$.

דוגמה 18:

אג"ח בערך נומינלי של 100 יחידות הוא בעל שעור קופון שנתי שווה ל- 7% ומשולם חצי שנתית.

האג"ח נפרע ב- 105% אחר n חצאי- שנים על פי החלטת המנפיק, $n = 20, 21, \ldots 30$.

משקיע מוסדי שאינו חייב במס על תשלומי הקופון רוכש את האג"ח.

(א) מהו המחיר המכסימלי שישלם המשקיע עם הוא מעונין בתשואה שנתית השווה לפחות ל- 5%,

(ב) מהו המחיר המכסימלי שישלם המשקיע עם הוא מעונין בתשואה שנתית השווה לפחות ל- 8%,

(ג) מהן התשואות להן יכול לצפות המשקיע אם שילם עבור האג"ח 125 ₪,

(ד) מהי התשואה המינימלית והתשואה המכסימלית לה יכול לצפות המשקיע.

פתרון:

פתרון דוגמה זו מופיע בקובץ אקסל בשם **"דוגמאות פרק 5"** בגיליון בשם **"דוגמה 18 "**.

בתאים A2 ו B2 ננקוב בערכים שרירותיים של שעור תשלום הקופון ושעור הריבית החצי שנתית בהתאמה.

בתאים B8-B37 נחשב את ערך תשלומי הקופון מהוונים לעת ההנפקה (לפי שעור הקופון והתשואה הנתונים בתאים A2 ו B2) בהנחה שזמן הפירעון שווה ל- 30 חצאי שנה.

בתאים C8-C37 נחשב את ערך תזרים הקופון מהוון לעת ההנפקה (לפי שעור הקופון והתשואה הנתונים בתאים A2 ו B2) לזמני הפירעון החצי שנתיים המופיעים בהתאמה בתאים A8-A37.

בתאים D8-D37 נחשב את ערך תזרים הפירעון מהוון לעת ההנפקה (לפי שעור הקופון והתשואה הנתונים בתאים A2 ו B2) לזמני הפירעון החצי שנתיים המופיעים בהתאמה בתאים A8-A37.

בתאים E8-E37 נחשב את מחיר האג"ח (לפי שעור הקופון והתשואה הנתונים בתאים A2 ו B2) לזמני הפירעון החצי שנתיים המופיעים בהתאמה בתאים A8-A37.

(א)

נרשום בתאים A2 ו B2 את הערכים 7 ו 5 בהתאמה ונעתיק את התאים E27-E37 (העתקת ערך) לתאים G8-G18 (נשים לב שמחירי האג"ח עולים עם זמן הפירעון). בתא G2 נקבל את המחיר המבוקש.

(ב)

נרשום בתאים A2 ו B2 את הערכים 7 ו 8 בהתאמה ונעתיק את התאים E27-E37 (העתקת ערך) לתאים H8-H18 (נשים לב שמחירי האג"ח יורדים עם זמן הפירעון). בתא H2 נקבל את המחיר

המבוקש.

(ג)

המטרה שלנו היא למצוא את הריביות המתאימות, שתוצגנה בתאים J8-J37 , שתשוונה את מחירי האג"ח המופיעים בתאים E8-E37 ל- 125. נבצע זאת בעזרת חתירה למטרה בשילוב מאקרו.

בתאים L8-L18 נציג את זמני הפירעון החצי-שנתיים ובתאים M8-M18 נציג את הריביות המתאימות (ריביות אלו הועתקו העתקת ערך מהערכים המתאימים בעמודה J).

(ד)

את התוצאות של חלק זה נקבל בתאים N3 ו N5.