

מחיר מינימלי לרווח רצוי

מבוא לאופטימיזציה



August 2, 2022

פרופ' אביב גיבלי

יובל המר

**מבוא**

אחת מההחלטות הבסיסיות ביותר שבעל עסק מסוים יקבל היא תמחור המוצרים שלו. דבר זה משמעותי ולו השפעה רבה על תחומים רבים בעסק.

בין הדברים העיקריים עליו תמחור המוצרים משפיע נמצאים לקוחות המוצר. כיום, הלקוחות מודעים היטב לרכישות אותם הם מבצעים וניתן לומר שהם אף "רגישים" למחיר, כלומר, הלקוחות מצפים לקבל תגמול הולם עבור המוצר אותו הם קנו מכספם וזמנם.

מתוך כל האלמנטים אשר קשורים לשיווק (מיקום, מוצר, מחיר וקידום) ניתן לומר שקביעת המחיר של המוצר הוא האלמנט היחיד שיש לו השפעה ישירה ועיתים אף מיידית על רווחיות העסק.

עם זאת, קביעת המחיר של המוצר היא אחת מנקודות החולשה הגדולות ביותר של עסקים רבים ורובם אף ניגשים לנושא ללא ידע מקדים. היינו מצפים שזה יהיה אחד הנושאים שאנשי שיווק ובעלי עסקים יתעכבו רבות, אך זו לא המציאות בפועל.

ננסה כעת להבין כיצד מורכב המחיר שנקבע למוצר מסוים:

**עלויות קבועות, Fixed Costs (FC):** הוצאות שהעסק משלם ללא קשר לכמות המכירות של המוצר. בהוצאות אלה נכללות עלויות כמו שכירות, משכורות, תחזוקה וכדומה. ניתן להתייחס לעלויות קבועות כקבועות לטווח קצר (לדוגמה עלויות לשנה הקרובה), אך לטווח הארוך ככל הנראה ישתנו אם החברה תחליט להעסיק עובדים נוספים או לפטרם, לעבור משרדים ועוד.

**עלויות משתנות, Variable Costs (VC):** הוצאות הכוללות את עלויות הגשת המוצר או השירות לצרכן הקצה, לדוגמה, עלויות כוח אדם, חומרי גלם, פרסום ועוד. לרוב, ולצורך חישובי רווח והפסד (P&L), נוטים להתייחס אליהן בתור עלות ליחידה. במילים אחרות, אלו הם הוצאות שהעסק צריך להוציא כדי שיגיע מוצר לצרכן. גם כאשר מדובר בשירות בלבד, העלויות משויכות ישירות לאספקת יחידת שירות והן מורכבות מהעבודה הנדרשת לספק את השירות.

**נקודת איזון, Break Even Point (BEP):** מדד ניהולי המשמש לבחינת מצב העסק בתקופת זמן מסוימת. זוהי הנקודה בה העלות הכוללת של המוצר וההכנסות הכוללות שווים, כלומר אין הפסד או רווח לעסק, אך העלויות (משתנות וקבועות) משולמים. כל עלייה בהכנסות מעל לנקודה זו תייצר רווח לעסק, ואילו כל ירידה בהכנסות מתחת לאותה נקודה תייצר לה הפסד.

בפרויקט זה ניקח את העסק Gaya Nails של גאיה, המומחה בטיפוח ועיצוב הציפורניים, וננסה לראות כיצד ניתן למזער את מחירי המוצרים/השירותים לצרכן, תוך עמידה באחוז רווחים ותנאים נוספים שנקבעו על ידי בעלת העסק.

**איסוף הנתונים**

את גאיה, בעלת העסק, פגשתי בתאריך 22/07/22 ושאלתי אותה מספר שאלות על העסק. את תשובותיה של גאיה איגדתי בטבלת Excel. להלן טבלה בה מופיעים חלק מן הנתונים שקיבלתי מגאיה, בהתאם לכל שירות/מוצר בעסק שלה:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **שם המוצר/השירות** | **מחיר לפני עלייה (בשקלים)** | **מחיר אחרי עלייה (בשקלים)** | **צפי לאחוז הרווח ממחיר איזון (באחוזים)** | **ממוצע הלקוחות החודשי לשירות**  **(אחרי עלייה)** | **מחיר איזון - BEP (בשקלים)** |
| מניקור | 30 | 50 | 80 | 1 | 10 |
| מניקור עם לק רגיל | 50 | 70 | 57 | 2 | 30 |
| מניקור עם לק ג'ל | 100 | 120 | 58 | 27 | 50 |
| הסרת לק ג'ל עם סידור הציפורן | 50 | 50 | 60 | 1 | 20 |
| בנייה חדשה | 220 | 270 | 77 | 2 | 60 |
| מילוי בנייה | 120 | 140 | 64 | 13 | 50 |
| השלמת ציפורן | 10 | 10 | 0 | 2 | 10 |
| קישוט ציפורניים | 10 | 20 | 50 | 5 | 10 |
| סידור רגליים | 50 | 50 | 80 | 2 | 10 |
| סידור רגליים עם לק רגיל | 60 | 60 | 66 | 2 | 20 |
| סידור רגליים עם לק ג'ל | 70 | 70 | 43 | 10 | 40 |
| שפם בחוט | 25 | 25 | 60 | 2 | 10 |
| גבות בפינצטה | 30 | 30 | 66 | 3 | 10 |

**ניסוח הבעיה**

בבעיה שלפנינו, אנו רוצים למקסם את הרווחים של גאיה, תוך התחשבות בלקוחות ובמזעור עלות השירות או המוצר בעסק. זאת, תוך התחשבות במספר תנאים והגבלות.

מחישוב פשוט, ניתן לראות מטבלת המחירים כי עליית המחירים הייתה בשיעור של כ-20 אחוזים בממוצע לכל מוצר/שירות. עלייה זאת נובעת בין היתר עקב עליית מחירי חומרי הגלם למתן השירות בעסק, עליית מחירי החשמל והמים ועלויות נוספות.

ננסה למצוא "מחיר ביניים"[[1]](#footnote-1) הנמצא בין המחיר שלפני עליית המחירים לבין המחיר שאחרי עליית המחירים כך שייתן לנו את הרווח הרצוי מכל מוצר.

**הגדרת משתנים וקבועים:**

1. נסמן בווקטוראת המחיר האופטימלי שאנו מבקשים למצוא עבור כל מוצר/שירות, לפי הסדר בו הוא מופיע במחירון, לדוגמה, יהיה המחיר האופטימלי של מניקור ו-יהיה המחיר האופטימלי עבור בנייה חדשה. סה"כ נקבל ווקטור **משתנים** בגודל .
2. נסמן בווקטור Profit את צפי אחוז הרווח מכל שירות. גם כאן, הווקטור יהיה בגודל , אך **הנתונים בווקטור זה ידועים וקבועים**.
3. נסמן במטריצה  את ממוצע הלקוחות החודשי לכל שירות/מוצר בעסק. נציין כי על המטריצה להיות אלכסונית מגודל  על מנת שנוכל לבצע את החישוב (התאמת ממדי המטריצה לווקטורים). לכן, נוכל להשתמש במתודה Sparse אשר "מדללת" מטריצות בהן יש אפסים רבים. גם כאן, **נתוני המטריצה ידועים וקבועים**.
4. **ווקטור קבוע** נוסף בו נשתמש הוא העלויות, נסמן בווקטור Costs את העלות של כל מוצר/שירות בעסק (גודל ). ווקטור זה כולל בתוכו את העלויות המשתנות (חומרי גלם, חשמל וכדומה) ועלויות קבועות (שכ"ד, השכרת המקום וכדומה).
5. ניצור שני ווקטורים **קבועים** נוספים: PBI ו-PAI המסמנים את המחיר לפני העלייה ואחרי העלייה בהתאמה.

מכיוון שברצוננו למזער את המחיר המוצג ללקוח, פונקציית המטרה שלנו תהיה כדלקמן:

MIN X(13)

כלומר, יש לנו 13 מוצרים בעסק ואנו רוצים למזער את העלות של כל אחד מהם.

**תנאים והגבלות:**

1. העסק Gaya Nails הוא עוסק פטור, כלומר הכנסותיו השנתיות לא עולות על 102,292 שקלים, או 8524.33 שקלים בחודש בממוצע. לכן, נסיק את התנאי הבא: 

כלומר, סכום האיברים בווקטור התוצאה של מספר הלקוחות לכל שירות כפול עלות כל שירות צריך להיות קטן או שווה להכנסה הממוצעת לחודש על מנת להיחשב כעוסק פטור.

1. קביעת המחיר של כל מוצר ושירות צריכה להניב רווח מסוים לעסק. הזכרנו בעבר כי קביעת המחיר ללקוח תלויה באופן ישיר בהוצאות והעלויות של המוצר עצמו. לכן התנאי **למחיר המינימלי** שיש לנקוב בו, בהתאם לעלויות ולרווחים הרצויים הוא מהצורה :

כאשר MP הוא ווקטור המחיר המינימלי (Minimal Price) שיש לגבות מהלקוח לכל מוצר ושירות, בהתאם לעלויות ולאחוז הרווח הרצוי, כלומר: [[2]](#footnote-2)

1. המחיר של כל מוצר ושירות צריך להיות בין המחיר שלפני העלייה לבין המחיר שלאחר העלייה, וגדול או שווה למחיר המינימלי (MP) לכן, נסיק את התנאי הבא: 

לדוגמה, עבור מניקור: 

* עבור שירותים שבהם **המחיר לא השתנה** נשתמש בתנאי 2 כחסם תחתון וב-PAI כחסם עליון.

**פתרון הבעיה**

על מנת שנוכל לפתור את הבעיה הנ"ל בצורה הטובה ביותר, נזין את הנתונים שפיתחנו בתוכנת MATLAB.

נציין כי במהלך הקורס "מבוא לאופטימיזציה" למדנו כיצד להשתמש בתוכנה זו ותוספים רבים הנכללים בה. אחד מן התוספים הנ"ל הוא התוסף השימושי CVX אשר אחד ממטרותיו היא לפתור בעיות תכנות לינארי.

ניתן לראות כי הבעיה שהגדרנו הינה בעיה מסוג "תכנות ליניארי", שכן פונקציית המטרה שלנו (הווקטור X(13)) הוא ממעלה ראשונה ותנאי הבעיה ידועים לנו.

ניצור פונקציה בשם MIN\_PRICE ונכתוב בה את פתרון הבעיה. את התוצאה הסופית נכתוב לקובץ Excel שהוכן מראש.

כמו כן, על מנת שהתוצאה הסופית תתכתב עם המציאות, נעגל אותה כלפי מעלה:

**MIN\_PRICE:**

%Gathering Data:  
Costs = [10,30,50,20,60,50,10,10,10,20,40,10,10];   
%all the costs (variable and fixed) per service or product  
C = sparse(diag([1,2,27,1,2,13,2,5,2,2,10,2,3])); %costumers per service  
Profit = [1.8,1.57,1.58,1.6,1.77,1.64,1,1.5,1.8,1.66,1.43,1.6,1.66]; %wanted profit percentage per service  
MP = (Costs.\*Profit)'; %minimal price per service  
PBI = [30,50,100,50,220,120,10,10,50,60,70,25,30]; %Price Before Increase  
PAI = [50,70,120,50,270,140,10,20,50,60,70,25,30]; %Price After Increase  
  
%Optimal solution:  
cvx\_begin  
variable X(13)  
 minimize X(13)  
 subject to  
 sum(C\*X) <= 8524.33;  
 for i = 1:1:length(X)  
 if PBI(i) == PAI(i)  
 MP(i) <= X(i) <= PAI(i)  
 else  
 PBI(i) <= X(i) <= PAI(i);  
 MP(i) <= X(i)  
 end  
 end  
cvx\_end  
  
%Displaying optimal solution:  
xlswrite("MinimalPrice.xlsx",X,"D2:D14");  
xlswrite("MinimalPrice.xlsx",ceil(X),"E2:E14");

**ניתוח התוצאות**

Table

Description automatically generatedלהלן ווקטור התוצאה שקיבלנו, כפי שהוא מופיע בטבלת Excel שיצרנו (מסומן בירוק):

* על מנת שנקבל תוצאות אשר יתכתבו עם המציאות, נעגל את המחיר האופטימלי כלפי מעלה, למספר השלם הקרוב ביותר. נשתמש מעתה רק במחיר האופטימלי המעוגל ולא במחיר האופטימלי המקורי שקיבלנו.

נשים לב כי **לכל מוצר** בו התבצעה עליית מחירים,אכן קיבלנו מחיר הנמוך יותר מהמחיר שאחרי עליית המחירים וגבוה יותר מהמחיר שלפני עליית המחירים.

כמו כן, עבור המוצרים בהם **לא התבצעה עליית מחירים**, מצאנו מחיר נמוך יותר מהמחיר המקורי, שכן השתמשנו בנתוני מחיר האיזון (BEP) שקיבלנו מבעלת העסק בתור חסם תחתון.

בכל אחד מן המקרים, קיבלנו מחיר אופטימלי הנמוך יותר מהמחיר המקורי איתו התחלנו.

**אופן חישוב כלל ההכנסות והרווחים:**

**כלל ההכנסות:**

את כלל ההכנסות לכל מחיר מוצר חישבנו באופן הבא:

הכפלנו מחיר כל מוצר/שירות בכמות הלקוחות החודשית הקונה את המוצר/השירות וסכמנו את התוצאה. על פעולה זו חזרנו שלוש פעמים, שכן ברצוננו לחשב את ההכנסות עבור המחירים לפני ואחרי העלייה ועבור המחיר האופטימלי.

**רווח כולל:**

את הרווח לכל מחיר מוצר חישבנו באופן הבא:

לקחנו את ההוצאות לכל מוצר והכפלנו בכמות הלקוחות החודשית לכל מוצר. את התוצאה שנקבל נחסר מכל מחיר (לפני עלייה, אחרי עלייה ומחיר אופטימלי).

כעת, נראה באופן ויזואלי את ההבדלים בין כל המחירים:

מחישוב פשוט ניתן לראות כי ישנו הבדל של 408 שקלים בכלל ההכנסות וברווחים בין המחיר אחרי העלייה למחיר האופטימלי שמצאנו.

**הערות:**

* על אף ההבדל בין הרווחים, בתוצאות המחיר האופטימלי שקיבלנו, אנו עדיין עומדים בצפי לאחוז הרווח הרצוי אותו בעלת העסק מבקשת להשיג מכל מוצר, ולעיתים אף גדול ממנו. ברור שהמחיר האופטימלי מיטיב עם הצרכן.
* בהזדמנות זו נציין כי לאחר עליית המחירים שבעלת העסק ביצעה, מספר לקוחות עזבו אותה ועברו למתחרות אחרות. ייתכן כי שימוש במחיר האופטימלי שמצאנו לכל מוצר וקביעתו במחירון של בעלת העסק, יחזיר את הלקוחות שעזבו ולא מן הנמנע שיתווספו לקוחות חדשים, תוך שימור כמות הלקוחות הנוכחית. דבר זה יגדיל את הרווח של בעלת העסק אף יותר.

**ביבליוגרפיה**

כלל החומרים מהקורס "מבוא לאופטימיזציה".

<https://www.shopify.com/blog/how-to-price-your-product>

<https://www.shopify.com/blog/break-even-analysis>

<https://www.shopfactory.com/contents/en-us/p1361_product-pricing-made-easy.html>

<https://www.calcalist.co.il/marketing/articles/0,7340,L-3712414,00.html>

<https://www.yanyanko.com/everything-you-need-to-know-about-pricing/>

1. עבור מוצרים בהם לא הייתה עלייה במחיר, נחפש מחיר אופטימלי הנמצא בין מחיר האיזון כפול אחוז הרווח הרצוי לבין המחיר לאחר העלייה. [↑](#footnote-ref-1)
2. נכפיל בצורת "רכיב-רכיב" כל איבר בווקטור Cost באיבר המתאים לו בווקטור Profit. את התוצאה המתקבלת נשחלף. [↑](#footnote-ref-2)