

## הקדמה

### מהי כלכלה?

הכלכלה היא תחום דעת העוסק בהתמודדות של בני האדם עם כך שהמקורות לסיפוק רצונותיהם מוגבלים.

לאור ההגדרה הזאת, הכלכלה רלוונטית למגוון רחב של נושאים ומצבים. למשל, כמעט כל אחד היה רוצה להשיג מוצרים רבים מאוד אילו רק היה יכול: מכונית, בית, ואולי אפילו כמה מכוניות וכמה בתים, ובילויים רבים, ומספר נסיעות לחו"ל מדי שנה, בגדים רבים ויפים, אוכל איכותי, ועוד ועוד. אבל – לכל אדם יש כמות כסף מוגבלת שלרוב אינה מספיקה כדי לרכוש את כל המוצרים שיכול היה ליהנות מהם. לכן, האדם קונה רק חלק מהדברים, ונאלץ להפעיל שיקול דעת כדי להחליט מה לקנות ועל מה לוותר.

כמו האדם הפרטי, כך גם ממשלה של מדינה: הרצונות רבים, אך המקורות מוגבלים. המדינה רוצה לספק לתושביה דברים רבים: ביטחון, בריאות, חינוך, שלטון חוק, שוויון חברתי ועוד. אך גם הממשלה מוגבלת במקורות העומדים לרשותה – הן במקורות הכספיים והן במקורות אחרים הדרושים לאספקת מוצרים ושירותים כמו, למשל, כוח אדם. לכן, גם הממשלה נאלצת לקבוע סדר עדיפויות לאומי ולבחור מה לספק ומה לא.

עולם העסקים והעבודה מהווה את אחת הזירות המרכזיות של ההתמודדות האנושית עם מגבלת המקורות והצורך לבחור. בחברה עסקית ייתכנו שפע של אפשרויות להוצאת כספים: העלאת שכר העובדים, חלוקה של יותר רווחים לבעלי החברה, השקעה נוספת בפרסום, קניית ציוד חדש וטוב, בניית מפעל נוסף. אך המקורות, הכספיים והאחרים, למימוש רצונות אלה מוגבלים, ומנהלי החברה צריכים להפעיל שיקול דעת ולבחור מבין האפשרויות השונות את האפשרות שתהיה הטובה ביותר לחברה.

המחקר הכלכלי ולימודי הכלכלה נועדו אם כן, במידה רבה, לחזק את המיומנויות הבאות הדרושות בתהליך הבחירה:

- זיהוי המקורות והבנה של יכולת השימוש בהם
- מיפוי האפשרויות השונות ("אלטרנטיבות") שהמקורות מאפשרים לממש
- גיבוש מערכת העדפות ברורה בין האלטרנטיבות
- איתור האלטרנטיבה הנמצאת בראש מערכת ההעדפות

לביצוע תהליכים אלה מקנה הכלכלה בעיקר כלים מתמטיים.

כתחום דעת הממוקד בקבלת החלטות תחת אילוצים, הכלכלה קרובה במיוחד לתחום הניהול. במקביל, כתחום דעת החוקר התנהגות אנושית, היא קרובה גם לתחומי דעת כמו פסיכולוגיה ופילוסופיה.

### ההיסטוריה של מדע הכלכלה

היסטוריונים של המדע נוהגים לקבוע את שנת 1776 כשנת לידתו של מדע הכלכלה, כי בשנה זו פירסם הכלכלן הבריטי אדם סמית' (Adam Smith), הנחשב לאבי תורת הכלכלה, את ספרו **עושר האומות** (*The Wealth of Nations*).

אמנם, לאורך אלפי שנות היסטוריה שקדמו לאירוע זה פרסמו מפעם לפעם אנשי מדע כמו אריסטו, קופרניקוס ודייוויד יום תכנים שנתפסים בימינו כתכנים כלכליים לכל דבר. אך בניגוד לספרו של סמית', פרסומים אלו לא הובילו לפעילות מחקרית מתמשכת וליצירת קהילה מחקרית שמפיקה פעילות זו.

במהלך המאה ה-19 התפתח המחקר הכלכלי בקצב מהיר. ראוי לציין בעיקר את התיאוריה שהציג בתחילת אותה מאה הכלכלן הבריטי דייוויד ריקארדו (David Ricardo) בנושא הסחר. התיאוריה כללה ניתוח לוגי יסודי של הסיבות לסחר, תיאור האופן שבו ראוי שיתבצע ופירוט התועלת הנובעת ממנו לכל הצדדים המעורבים. הסחר הוא מרכיב בסיסי בהתנהגות האנושית. כמעט כל אדם בחברה המודרנית מקיים סחר עם סביבתו, ובעיקר – מוכר את שירותי העבודה שלו וקונה מוצרים ושירותים שאחרים ייצרו. מחשיבותה של תופעת הסחר נובעת החשיבות של ניתוח מדעי שלה.

בהמשך המאה ה-19 התפתח מאוד התחום שכיום אנו קוראים לו "מיקרוכלכלה". הוא עוסק בהתנהגות של יחידה כלכלית אחת – אדם בודד או פירמה יחידה, ובמפגש שמתקיים בין כל היחידות הבודדות האלה במערכת שנקראת "שוק". את התחום פיתחו חוקרים, דוגמת הבריטים ויליאם ג'בונס (William Stanley Javons) ואלפרד מרשל (Alfred Marshall) והצרפתי ליאון ולרס (Leon Walras). תחום מחקר זה אימץ בעוצמה את המתמטיקה ככלי ניתוח כלכלי, ובפרט את

החשבון הדיפרנציאלי. את הגדרת מדע הכלכלה שהובאה בראשית הפרק ניתן לנסח במושגים מתמטיים כמחקר של אופטימיזציה תחת אילוצים (בהקשר של רצונות אנושיים). לכן, החשבון הדיפרנציאלי שעוסק (בין היתר) בהבאת פונקציות למקסימום, עם אילוצים על פונקציות אלה ובלעדיהם, הוא כלי ניתוח טבעי עבור תחום זה, והפך מאז לאחד מכלי הניתוח המרכזיים של הכלכלה.

ככל שחלף הזמן ונצבר עוד ועוד ידע, כך התפצלה הכלכלה לעוד ועוד תת-תחומים: כלכלת משאבי טבע, כלכלת עבודה, כלכלת בריאות, תורת המשחקים, תורת המכרזים, חקר הצמיחה הכלכלית ועוד. ספק אם יש היום תחום מתחומי חיינו שאינו מהווה כר למחקר כלכלי מקיף.

בפרט, בשנות ה-20 וה-30 של המאה ה-20 נוצר התחום הכלכלי החשוב "מקרוכלכלה", המתמקד בחקר התופעות המתרחשות באופן אחיד בכל חלקי המשק, בניגוד למיקרוכלכלה העוסקת בתופעות המוגבלות לשוק אחד או למספר שווקים הקשורים זה לזה. עם האירועים שהובילו ללידת המקרוכלכלה ניתן למנות את המשבר הכלכלי הגדול שפרץ בארה"ב בשנת 1929 והגיע בהמשך למרבית המדינות בעולם, ואת הפיתוח של מערכת חשבונאות לאומית המאפשרת מדידת גדלים כלכליים ברמת המדינה (כמו, למשל, סך הייצור במדינה או סך הצריכה של הפרטים במדינה). מאז לידתה של המקרוכלכלה – ממשלות מתערבות בפעילות הכלכלית במדינותיהן הרבה יותר מאשר לפני כן, תוך שהן נעזרות לשם כך בידע שמפיקה עבורן המקרוכלכלה.

## כלכלה – עוד על שורשי השם וההגדרה

מקורה של המילה האנגלית **economics** במילה *oikonomos* ששימשה ביוון העתיקה לתיאור הפעילות הקשורה לייצור, לצבירת הכנסה ולשימוש בה. מילה זו מורכבת בעצם משתי מילים: *oikos* שפירושה "בית", ו-*nomos* שפירושה "ניהול". נראה שהמילה "בית" בהקשר זה אינה רק במשמעות של מבנה למגורים, אלא במשמעות של משפחה וניהול החיים לאורך זמן.

מקורה של המילה העברית **כלכלה** הוא, ככל הנראה, בשורש אכ"ל, ובעיקר על פי השימושים בשורש זה בתנ"ך. לדוגמה, בספר בראשית, כתוב: וַיִּכְלְל יוֹסֵף אֶת-אֲבִיו וְאֶת-אֶחָיו וְאֶת כָּל-בְּיַת אֲבִיו לָחֶם לְפִי הַטֶּף (מ"ז, 12). המשמעות הרחבה יותר המתייחסת למגוון של דברים שרוצה האדם, ולא רק אוכל, נוספה למילה זו ברבות השנים.

בין ההגדרות המוקדמות לכלכלה ראוי לציין את זו שטבע אדם סמית' בספרו **עושר האומות** שפורסם כאמור ב-1776: "הכלכלה היא ענף של מדעי המדינה והמשפט, שתכליתו היא לספק לבני האדם קיום שיש בו שפע ולספק למדינה מקורות לשירותים ציבוריים".

הגדרה חשובה אחרת מופיעה בחיבור פילוסופי על מהות מדע הכלכלה משנת 1848, שבו הגדיר הפילוסוף ג'ון סטיוארט מיל (John Stuart Mill) את הכלכלה כמדע החוקר את "מכלול פעולות האדם לייצורו של עושר".

בספרו **עקרונות הכלכלה**, שפורסם ב-1890, טבע הכלכלן החשוב אלפרד מרשל את ההגדרה הזאת: "הכלכלה חוקרת כיצד משיג האדם את הכנסתו וכיצד הוא משתמש בה. כך, מצד אחד, היא מהווה מחקר על עושר, ומצד השני והחשוב יותר, היא מהווה חלק מחקר האדם".

את ההגדרה הנפוצה כיום עבור הכלכלה, זו שהוצגה בתחילת הפרק, טבע הכלכלן הבריטי ליונל רובינס (Lionel Robbins) בספר שפרסם בשנת 1932 על אופיו וחיבותו של מדע הכלכלה. רובינס מצא פגמים בהגדרות שהיו נהוגות עד אז. ההגדרה של סמית' למשל אינה חדה מספיק, כיוון שהיא אינה מתארת את מה שהתחום עוסק בו, אלא את המטרה שלשמה נועד העיסוק; ההגדרה של מיל עוסקת במחקר על ייצורו של העושר ומתעלמת מהמחקר בדבר השימוש בעושר שנוצר; וההגדרה של מרשל אינה מבליטה את הסיבה שבגללה השגת הכנסה והשימוש בה אינם עניין טריוויאלי, אלא דבר הטעון מחקר – המחסור במקורות.

במרכז ההגדרה שלו מציב רובינס את קיומם של מקורות מוגבלים לסיפוק רצונות בני האדם. לתופעה זו נהוג לקרוא "תופעת המחסור", ובאנגלית – scarcity. השם העברי עשוי להטעות מעט כי למילה "מחסור" יש גם משמעות נפוצה של עוני, שאינה המשמעות הרלוונטית בהגדרה. גם המילה האנגלית עשויה להיות מטעה מעט כי המשמעות הנפוצה של התואר scarce היא "נדיר", ואילו רובינס מתייחס כאן למשמעות אחרת של תואר זה – "קיים בכמות מוגבלת".

## על ספר זה

ספר זה נועד בעיקר להכרת מושגים בסיסיים, תוצאות מרכזיות של המחקר בתחום וכלי ניתוח שנעשה בהם שימוש בתחומי הכלכלה השונים.

בשלב זה, ההיכרות עם המושגים ועם כלי הניתוח היא ממושטת ומתמקדת בהבנה בסיסית שלהם. למשל, ביחידה 1 נשתמש במודל שבו שני מוצרים בלבד לתיאור מגבלת המקורות המופיעה בהגדרת הכלכלה. מובן שבמציאות מיוצרים ונצרכים יותר מאשר שני מוצרים, אך קיומם של שני מוצרים מספיק כדי להציג בחירה בין אפשרויות שונות.

הכלכלה עושה שימוש אינטנסיבי בהמחשה ויזואלית של הניתוח, ובעיקר על ידי הצגה גרפית של נתונים ופונקציות. לכן, כבר בספר מבואי זה ייעשה שימוש רב בגרפים.

מאחר שבספר זה הדגש הוא על הבנה בסיסית של העקרונות הכלכליים, המתמטיקה בו היא בסיסית וכמעט שאינה חורגת מעבר לארבע פעולות החשבון הבסיסיות.

בשליש הראשון של הספר יוצגו באופן כללי מושגים כמו ייצור, עלויות וסחר, ונעסוק בהרחבה בשיקולים של הפרטים בבואם לקבל החלטות. בפרט נכיר את שיקולי הפירמה המייצרת מוצרים והמוכרת אותם ואת שיקולי הפרט הקונה מוצרים.

בשליש השני של הקורס נתאר את המפגש בין הקונים למוכרים במערכת הנקראת "שוק" ונתמקד במקרה שנקרא "שוק משוכלל". נגדיר את המקרה הזה באופן יסודי ונראה שלמעשה אין במציאות שוק התואם את ההגדרה של שוק משוכלל. אם כן, מדוע אנו מתמקדים במקרה זה? מפני שהוא מקרה פשוט למדי לניתוח ולכן מתאים לשלבים מוקדמים של הלימוד.

בשליש השלישי של הספר נתקרב מעט יותר אל המציאות ונבחן מספר מקרים שבהם השוק אינו משוכלל. בכל אחד מהמקרים האלה נכיר את חוסר השכלול, את האופן שבו הוא פוגע ברווחה החברתית ואת הדרכים שבהן התערבות ציבורית יכולה להקטין את נזקי אי-השכלול.

## 1.1 מגבלת המקורות ועקומת התמורה

### הקדמה

בלב הכלכלה נמצאת ההתמודדות עם מגבלת המקורות אשר יוצרת את הצורך לבחור, ובפרק זה של יחידת הלימוד נתאר וננתח בהרחבה את מאפייני מגבלת המקורות ואת ההתנהלות הכלכלית הנובעת ממנה.

בפרט, בפרק זה:

- נגדיר מושגים בסיסיים, כמו מוצרים, גורמי ייצור, משק וצירופי ייצור.
- נשתמש במושגים הבסיסיים האלה כדי להגדיר מהי יעילות בייצור.
- נבנה בעזרת המושג "יעילות" את הכלי המרכזי להצגה ולניתוח של מגבלת המקורות – עקומת התמורה.
- נכיר את המושג "עלות אלטרנטיבית" ואת הסוגים השונים של עלויות אלטרנטיביות.
- נעמוד על המשמעות של צורתה הקמורה של עקומת התמורה ועל הסיבות לכך.
- נגדיר את המושגים "יתרון מוחלט" ו"יתרון יחסי", שיעזרו לנו לתאר את האופן שבו השונות בכישורים בין גורמי ייצור משפיעה על מגבלת המקורות.
- נגדיר מהי צמיחה כלכלית ונראה מהן הסיבות לה.

### 1.1.1 מוצרים, גורמי ייצור וצירופי ייצור

המושג הראשון שבו נשתמש הוא "מוצר", והוא מתייחס לכל חפץ או שירות שבני האדם משתמשים בו לתועלתם. המילה האנגלית למוצרים היא goods, והיא נועדה להבליט את ההנחה שהמוצרים הם "טובים" לאדם ומסבים לו תועלת ולא אי־נחת או סבל. המילה העברית, "מוצר", מבליטה מאפיין אחר של מוצרים – שצריך לייצר אותם.

## שאלה 1.1

- א. האם רעש מטריד העולה מהרחוב הוא מוצר?  
ב. האם טיול נעים של אדם ברחובות העיר הוא מוצר?  
ג. האם סלט ירקות הוא מוצר?

הייצור של מוצרים מתבסס על שימוש במה שאנו מכנים "גורמי ייצור" (production factors), כמו למשל עבודה, מכונות, חומרי גלם, חשמל, קרקע, מבנים ועוד. כל יחידה כלכלית – בין שהיא אדם יחיד ובין שהיא פירמה או המשק כולו – מוגבלת בכמויות גורמי הייצור העומדים לרשותה, והדבר מגביל את כמויות המוצרים שהיא יכולה לייצר.

מכאן והלאה, נניח לשם הפשטות שבעולם שאנו מנתחים קיימים רק שני מוצרים. מדוע דווקא שניים? הסיבה היא שככל שיש פחות משתנים במערכת שאנו בוחנים, כך קל יותר לנתח ולהבין אותה, ולכן אנו מעוניינים שבניתוח שלנו יהיו כמה שפחות מוצרים. המספר הקטן ביותר של מוצרים אשר תואם את המטרות שלנו בניתוח הכלכלי הוא שני מוצרים. אם יש רק מוצר אחד, אז אין כל בחירה בין אלטרנטיבות, וזהו, כאמור, הנושא שבו אנו מעוניינים להתמקד.

להנחה של קיום שני מוצרים בלבד יש יתרון נוסף: אפשר לתאר מערכת דו־ממדית בעזרת איורים, ובעיקר גרפים, ולנצל בתוך כך את הדו־ממדיות של מישור הציור. כדי לתאר באופן חזותי מערכת תלת־ממדית, כבר לא נוכל להשתמש באיור, אלא נצטרך לפסל צורות תלת־ממדיות במרחב; ומערכת בעלת יותר מאשר שלושה ממדים – אותה כבר לא ניתן כלל להמחיש באופן חזותי.

המושג השני שנגדיר הוא "משק" (economy). משק הוא מערכת הכוללת אנשים, גורמי ייצור, ייצור מוצרים ושימוש בהם. המשק יכול להיות מערכת קטנה, שבמרכזה אדם אחד או משפחה, ואז גם נשתמש בביטוי "משק־בית", אך הוא גם יכול להיות מערכת גדולה יותר כמו מדינה.

המשק יכול להיות "משק סגור" או "משק פתוח". במשק פתוח מתקיימת באופן קבוע לפחות אחת משתי דרכי ההתנהלות הבאות:

- המשק שולח חלק מהמוצרים שייצר למשקים אחרים, במקום להשתמש בהם בעצמו.
- המשק משתמש גם במוצרים שקיבל ממשקים אחרים, ולא רק במוצרים שייצר בעצמו.

ברוב המשקים הפתוחים מתקיימים שני הדברים גם יחד, כשהמוצרים שמקבל המשק ממשקים אחרים ניתנים לו בתמורה למוצרים ששלח אליהם.

משק סגור, לעומת זאת, הוא משק שבו לא מתקיים אף לא אחד משני הדברים. כלומר – במשק הסגור משתמשים רק במוצרים מייצור מקומי, ובכל המוצרים מייצור מקומי נעשה שימוש רק במשק עצמו.

## שאלה 1.2

האם משפחה טיפוסית היא משק פתוח או סגור?

מבלי להגביל את כלליות הדיון, המשק שנציב כעת במוקד הניתוח הוא משק של מדינה, שני המוצרים שהוא מייצר הם תותחים וגבינה, ופרק הזמן שאליו נתייחס בניתוח הוא שנה אחת.

נסמן ב- $X$  את כמות התותחים שהמשק מייצר במהלך השנה, ונסמן ב- $Y$  את כמות הגבינה (בטונות) שהמשק מייצר במהלך השנה. בעזרת סימונים אלה נגדיר מושג נוסף:

### צירוף ייצור - הגדרה

"צירוף ייצור" הוא זוג  $(X, Y)$  שמתאר כמויות של  $X$  ושל  $Y$  המיוצרות בו-זמנית במהלך השנה.

צירוף ייצור יכול להיות "צירוף אפשרי" או "צירוף בלתי אפשרי". צירוף הוא אפשרי אם למשק יש מספיק גורמי ייצור כדי להצליח לייצר אותו במהלך השנה. צירוף הוא בלתי אפשרי אם למשק אין מספיק גורמי ייצור כדי לייצר אותו במהלך השנה.

לדוגמה, נניח שהייצור של תותחים ( $X$ ) וגבינה ( $Y$ ) נעשה אך ורק על ידי עובדים. נניח גם שבמשק יש בדיוק 50 עובדים, ושכל אחד מהם יכול לייצר במהלך השנה תותח אחד או שני טונות גבינה.

בנתוני דוגמה זו הצירוף  $(X = 20, Y = 50)$  הוא אפשרי. הסיבה לכך היא:

- כל עובד יכול לייצר תותח אחד, ולכן כדי לייצר  $X = 20$  יש להעסיק 20 עובדים בבניית תותחים.
- כל עובד יכול לייצר 2 טונות גבינה, ולכן כדי לייצר  $Y = 50$  יש להעסיק 25 עובדים בייצור גבינה.
- לכן, לייצור הצירוף  $(X = 20, Y = 50)$  דרושים 45 עובדים בסך הכול. כמות זו אכן קיימת במשק, כי נתון שיש בו 50 עובדים.



לעומת זאת, הצירוף  $(X = 30, Y = 50)$  אינו אפשרי. הסיבה לכך היא:

- כל עובד יכול לייצר תותח אחד, ולכן כדי לייצר  $X = 30$  יש להעסיק 30 עובדים בבניית תותחים.
- כל עובד יכול לייצר 2 טונות גבינה, ולכן כדי לייצר  $Y = 50$  יש להעסיק 25 עובדים בייצור גבינה.
- לכן, לייצור הצירוף  $(X = 30, Y = 50)$  דרושים 55 עובדים בסך הכול. מכיוון שבמשק יש רק 50 עובדים, המשק לא יכול לייצר כמות זו.

חשוב לשים לב שבדוגמה זו הצירוף  $(X = 30, Y = 50)$  אינו אפשרי למרות שלמשק יש אפשרות לייצר כל אחד מרכיביו בנפרד. כלומר – מה שהמשק אינו יכול לעשות הוא לייצר במקביל את שני רכיבי הצירוף באותה השנה.

למשל, אם המשק בכל זאת מייצר תותחים בכמות של  $X = 30$ , הדבר מחייב העסקת 30 עובדים בייצור תותחים, ואז נותרים רק 20 עובדים שיכולים לייצר גבינה. כפי שראינו, כמות עובדים זו אינה מספיקה כדי לייצר גבינה בכמות של  $Y = 50$ .

דוגמאות פשטניות אלה ממחישות לנו את העיקרון שלפיו בגלל הכמות המוגבלת של גורמי הייצור – הכמות המיוצרת של מוצר אחד מגבילה את הכמות שניתן לייצר ממוצר אחר. לאור זאת, הניתוח הכלכלי ממוקד בצירופי ייצור, ולא בייצור של כל מוצר בפני עצמו.

הכרת המושגים "צירוף אפשרי" ו"צירוף בלתי אפשרי" מובילה אותנו להגדרת המושג "צירוף ייצור יעיל".

### צירוף ייצור יעיל – הגדרה

"צירוף ייצור יעיל" הוא צירוף ייצור המקיים את שני המאפיינים הבאים גם יחד:

- הצירוף הוא אפשרי.
- אין אף צירוף ייצור אפשרי אחר שיש לו יותר  $X$  ולפחות אותה כמות  $Y$  (או יותר  $Y$  ולפחות אותה כמות  $X$ ).

בנתוני הדוגמה לעיל, ראינו כי הצירוף  $(X = 20, Y = 50)$  אפשרי, אבל האם הוא גם צירוף ייצור יעיל? התשובה שלילית – צירוף ייצור זה אמנם אפשרי, אך אינו יעיל. הסיבה לכך, כפי שראינו, היא שהייצור של צירוף זה דורש העסקת 45 עובדים – 20 בייצור תותחים ו-25 בייצור גבינה. הדבר אפשרי כי לרשות המשק יש 50 עובדים, אך אינו יעיל כי הוא מותיר 5 עובדים פנויים שאינם

מועסקים כלל. אם יופנו עובדים אלה לייצור גבינה – הכמות המיוצרת של גבינה תגדל מבלי שייצור התותחים יפחת, וזה מנוגד להגדרת היעילות בייצור.

כעת נתבונן בצירוף  $(X = 20, Y = 60)$  ונראה מדוע, בנתוני הדוגמה לעיל, הוא מתאר צירוף ייצור יעיל.

ראשית, כדי לייצר את הצירוף הזה, נדרשים כל 50 העובדים שיש במשק – 20 עובדים לייצור  $X$  ו-30 עובדים לייצור  $Y$ . מכך נובע שהצירוף הוא אפשרי, ולכן הוא מקיים את הדרישה הראשונה בהגדרת היעילות.

שנית, כדי לייצר כמות גדולה יותר של  $X$  יש להעסיק יותר מאשר 20 עובדים בענף  $X$ , והדבר מותיר פחות מאשר 30 עובדים לענף  $Y$ , כלומר – פחות עובדים מהדרוש כדי לייצר את הכמות  $Y = 60$ .

אם כך, ביחס לצירוף  $(X = 20, Y = 60)$ , לכל צירוף אפשרי אחר שיש בו יותר  $X$  – יש ערך קטן יותר של  $Y$ .

בדיק באותו אופן ניתן להראות שלא ניתן לייצר כמות גדולה יותר של  $Y$  מבלי שהדבר יהיה מלווה בייצור כמות קטנה יותר של  $X$ . לכן הצירוף מקיים גם את הדרישה השנייה בהגדרה של צירוף ייצור יעיל.

### שאלה 1.3

בנתוני הדוגמה לעיל:

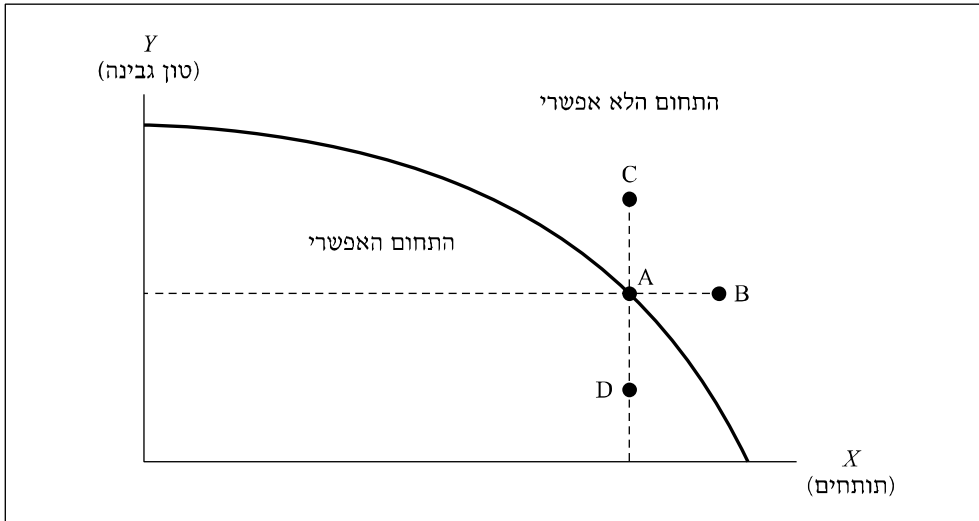
- א. האם הצירוף  $(X = 20, Y = 80)$  הוא צירוף ייצור יעיל?
- ב. האם הצירוף  $(X = 10, Y = 50)$  הוא צירוף ייצור יעיל?

### 1.1.2 עקומת התמורה

את צירופי הייצור שהכרנו בסעיף הקודם, ואת סיווגם לאפשריים ולא-אפשריים, נציג כעת בעזרת הכלי הגרפי "עקומת התמורה" (transformation curve).

גם בסעיף זה נמשיך להניח שבמשק מייצרים רק שני מוצרים ומשתמשים רק בהם, ונקרא להם לשם הנוחות תותחים וגבינה. תקופת הזמן שאליה נתייחס היא שנה אחת, ואת הכמויות שמייצר המשק משני המוצרים במהלך השנה נסמן ב- $X$  (תותחים) וב- $Y$  (טון גבינה).

את הייצור במשק נתאר באיור 1.1 בעזרת מערכת צירים: על הציר האופקי שלה נמצאים ערכי  $X$ , ועל הציר האנכי שלה נמצאים ערכי  $Y$ .



איור 1.1: עקומת התמורה

לכל נקודה באיור שני ערכים – הערך של  $X$  והערך של  $Y$ . בכך בעצם מהווה כל נקודה תיאור של צירוף ייצור, כלומר של זוג כמויות  $X$  ו- $Y$  שהמשק מייצר זו לצד זו במהלך אותה השנה.

במערכת צירים זו, מחיבור כל הנקודות המתארות צירופי ייצור **יעילים** מתקבל קו שאנו קוראים לו "עקומת התמורה". איור 1.1 מראה דוגמה טיפוסית של עקומת תמורה. מהאיור ניתן לראות את המאפיינים הבאים של עקומות תמורה:

- עקומת התמורה היא קו שיורד משמאל לימין.
- עקומת התמורה מחלקת את מישור צירופי הייצור לשני חלקים:
  - הנקודות מתחת ומשמאל לעקומה מתארות צירופי ייצור אפשריים שאינם יעילים.
  - הנקודות מעל ומימין לעקומה מתארות צירופי ייצור לא אפשריים.

כדי להבין את המהות של מאפיינים אלה, נסתכל למשל על הנקודה A הנמצאת על עקומת התמורה, ולכן מבטאת ייצור יעיל. מכך נובע, לפי הגדרת היעילות, שהיא מתארת צירוף ייצור אפשרי, ונקודה כמו הנקודה B הנמצאת **מימין** לה, כלומר – עם אותה כמות  $Y$  אך עם כמות גדולה יותר של  $X$ , מתארת צירוף לא אפשרי.

באותו אופן, נקודה כמו הנקודה C הנמצאת מעל הנקודה A, כלומר – עם אותה כמות X אך עם כמות גדולה יותר של Y, מתארת גם היא צירוף שלא ניתן לייצר אותו.

נתבונן כעת בנקודה D המתארת ייצור של אותה כמות X כמו ב-A לצד כמות Y קטנה יותר מאשר ב-A. הדבר אפשרי, כי הייצור של A אפשרי. כלומר – בהינתן שלמשק יש מספיק גורמי ייצור כדי לייצר את הצירוף של הכמויות X ו-Y שמתארת הנקודה A, אז ודאי שיש לו מספיק גורמי ייצור כדי לייצר כמויות קטנות יותר של X ו-Y.

באופן דומה מאוד, גם הסיבה לכך שעקומת התמורה היא קו יורד נובעת מההגדרה של ייצור יעיל. נשוב ונתבונן בנקודה A הנמצאת על עקומת התמורה, ולכן מתארת ייצור יעיל. מהיעילות של A נובע שהייצור של צירוף אחר שיש בו יותר X אפשרי רק אם לצירוף זה יהיה פחות Y. מבחינה גרפית, משמעות הדבר היא שהליכה ימינה (יותר X) מלווה בירידה מטה (פחות Y), ומכך נובע שהעקומה היא קו (לאו דווקא ישר) היורד משמאל לימין.

מהבחינה המעשית, המשמעות היא שהייצור היעיל בנקודה A לא מותיר למשק גורמי ייצור פנויים שאינם משתתפים בתהליך הייצור ושניתן לייצר איתם עוד X. לכן, כדי לייצר בכל זאת עוד X יש לקחת את גורמי הייצור הדרושים לכך מענף Y – דבר שיביא לירידה בכמות של Y.

המשמעות של המילה "עקומה" בהקשר זה היא קו במערכת צירים, שיכול להיות ישר לגמרי או קמור. פרט למקרים קיצוניים, עקומות תמורה הן בדרך כלל קמורות, כמו באיור 1.1. בהמשך היחידה נדון בסיבות לקמירות זו ונכיר מקרים קיצוניים שבהן היא לא מתקיימת.

המשמעות של המילה "תמורה" שבשמה של העקומה היא "שינוי". המשמעות של השם חשובה ונוגעת בלב העניין: כשהייצור יעיל, הייצור של יחידות X נוספות לא יגיע מגורמי ייצור שהיו פנויים עד כה. הייצור יגיע דרך שינוי הקצאתם של גורמי ייצור שכבר מועסקים והעברתם מייצור Y לייצור X.

בדוגמה שהציג איור 1.1, עקומת התמורה היא הגבול בין התחום האפשרי לתחום הלא-אפשרי של צירופי הייצור. הדבר מתקיים ברוב המקרים, ולכן לכל אורך היחידה, בכל מקום שבו לא נכתב אחרת, הדיון יתנהל בהנחה שעקומת התמורה וגבול אפשרויות הייצור מתלכדים זו עם זו באופן מלא. בהמשך היחידה נדון מעט במקרים הקיצוניים שבהם אין התלכדות מלאה בין עקומת התמורה לגבול אפשרויות הייצור.

לאור מה שלמדנו עד כה אנו יכולים לנסח את השאלה הבאה: איזה צירוף ייצור כדאי למשק לייצר? ובניסוח גרפי: באיזו נקודה במערכת הצירים (X,Y) כדאי למשק למקם את עצמו?

בשלב זה, התשובה שאנו יכולים לתת לשאלה היא חלקית בלבד. ראשית, אנו יכולים למחוק מבין האפשרויות את כל הצירופים בתחום הלא-אפשרי. שנית, אנו יכולים לקבוע שלמשק לא כדאי לבחור אף צירוף ייצור שנמצא בתחום האפשרי מתחת לעקומת התמורה, כלומר צירוף ייצור שהוא אפשרי אך אינו יעיל. את הסיבה לכך ממחישות לנו הנקודות A ו-D שבאיור 1.1: מכיוון ש-D היא מתחת לעקומה, אז בדיוק מעליה יש על העקומה נקודה (A) המציגה צירוף ייצור עם אותה כמות X ועם יותר Y, ולכן עדיף למשק לייצר את הצירוף A במקום את הצירוף D.

הגענו אם כן, למסקנה שלמשק כדאי לייצר על נקודה על פני עקומת התמורה. עדיין נשאלת השאלה – באיזו נקודה בדיוק? על שאלה זו לא ננסה לענות כאן, כי ביחידה זו אנו עדיין לא עוסקים ברצונות לגבי שימוש במוצרים, אלא רק באפשרויות הייצור שלהם.

האם העסקת כל גורמי הייצור מבטיחה הימצאות על עקומת התמורה וייצור יעיל? התשובה היא לאו דווקא. נחשוב למשל על מצב שבו פרופסור ברזילי, מומחה להנדסת מכונות, עובד ברפת ומפיק שם כמויות נמוכות של חלב מהפרות, ואילו דוד, רפתן במקצועו, נמצא במפעל התותחים, אינו מבין דבר בפיזיקה ובהנדסת מכונות, ותפוקת התותחים שלו היא בהתאם לכך. במצב זה שני גורמי הייצור אמנם מועסקים, אך הייצור במשק לא יעיל, כי אם נחליף ביניהם – נקבל יותר תותחים מבלי שכמות הגבינה תרד, וסביר שהיא אף תעלה.

אם כן, תעסוקה מלאה לא מבטיחה שהייצור יעיל. בהמשך היחידה נראה שגם בכיוון ההפוך אין כלל שהוא נכון תמיד – וגם אם נתון שהייצור יעיל, עדיין אין להסיק מכך שהתעסוקה מלאה.

### 1.1.2.1 עקומת התמורה – דוגמה מספרית

כדי להמחיש את מה שלמדנו עד כה, נחזור אל הדוגמה שבה ייצור התותחים והגבינה נעשה אך ורק על ידי עובדים, ובמשק יש בדיוק 50 עובדים, שכל אחד מהם יכול לייצר תותח אחד או שני טונות גבינה במהלך השנה. נמשיך לסמן את כמות התותחים שהמשק מייצר בשנה ב- $X$ , ואת כמות הגבינה (בטונות) שהמשק מייצר באותה שנה ב- $Y$ . לפי נתונים וסימונים אלה, במהלך שנה אחת:

$X$  היא כמות התותחים שהמשק מייצר. הייצור של כל תותח דורש עובד אחד, לכן כמות העובדים המועסקת בייצור תותחים היא:

$$1 \cdot X$$

$Y$  היא כמות הגבינה שהמשק מייצר. הייצור של כל טון גבינה דורש חצי עובד, לכן כמות העובדים המועסקת בייצור גבינה היא:

$$\frac{Y}{2}$$

לכן, סך כמות העובדים המועסקת במשק, בשני הענפים יחד, היא:

$$1 \cdot X + \frac{1}{2} \cdot Y$$

כמות זו לא יכולה לעבור את הסך של 50 עובדים אשר עומדים לרשות המשק. מכך מתקבל הביטוי הבא עבור מגבלת אפשרויות הייצור:

$$X + \frac{1}{2} \cdot Y \leq 50$$

משמעות הביטוי היא שכמות העובדים שהמשק מעסיק יכולה רק להיות קטנה או שווה ל-50. אי-שוויון זה מתאר לנו את מגבלת אפשרויות הייצור.

המקרים שבהם כמות העובדים המועסקת קטנה מ-50 מתארים ייצור אפשרי אך לא יעיל – במקרה כזה יש עובדים לא מועסקים, והצבתם באחד הענפים יכולה להוסיף לכמות המיוצרת באותו ענף מבלי לפגוע בכמות המיוצרת בענף השני.

לכן, הצירופים של ייצור יעיל (המרכיבים את עקומת התמורה) מתקיימים רק במקרים שבהם כל 50 העובדים מועסקים, כלומר במקרים שבהם הביטוי לעיל מתקיים כשוויון:

$$X + \frac{1}{2} \cdot Y = 50$$

שוויון זה הוא משוואת עקומת התמורה. מבידוד  $Y$  בצד שמאל נקבל את המשוואה בצורה הזאת:

$$Y = 100 - 2 \cdot X$$

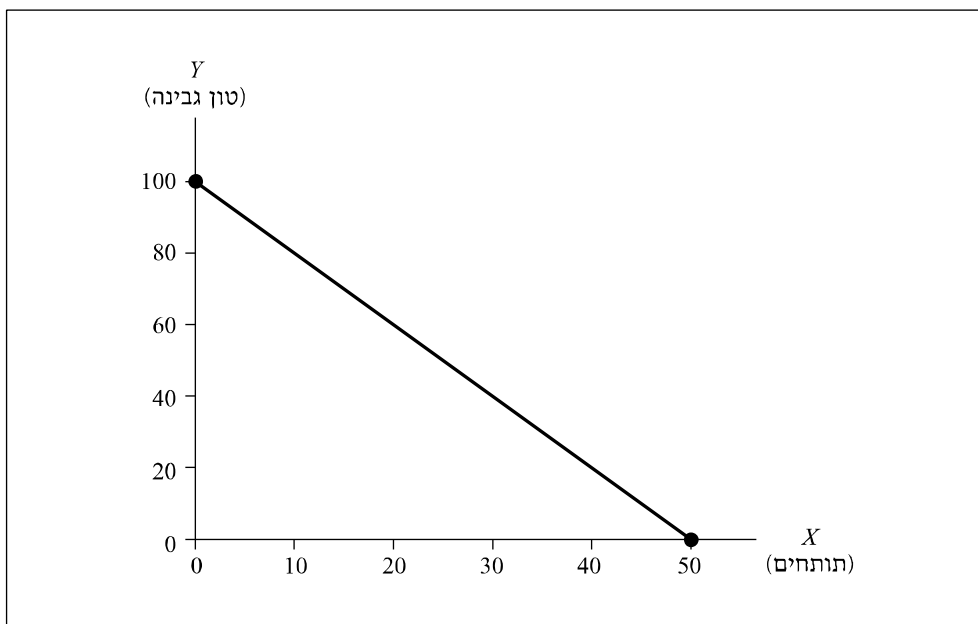
סימן החיסור לפני הרכיב הכולל את  $X$  מבטא את הקשר השלילי בין  $X$  ל- $Y$  לאורך העקומה.

המשוואה שקיבלנו מציגה את  $Y$  כפונקציה ליניארית של  $X$ . משמעות הביטוי "פונקציה ליניארית" היא שהפעולות המוליכות מ- $X$  אל  $Y$  הן אך ורק פעולות של חיבור, חיסור, כפל או חילוק במספרים כלשהם.

כאן נעשות שתי פעולות כאלה:  $X$  מוכפל במספר -2, ולתוצאת ההכפלה מחברים 100.

במערכת צירים, פונקציה ליניארית היא קו ישר, לכן הדרך הקלה לשרטט פונקציה ליניארית היא על ידי מציאת שתי נקודות שלה והעברת קו ישר ביניהן. לרוב קל במיוחד לבחור לשם כך את שתי נקודות המפגש של הפונקציה עם הצירים.

נתחיל בנקודה שבה  $X = 0$ . מהצבה במשוואת עקומת התמורה מתקבל שבמקרה זה  $Y = 100$ . כעת נעבור לנקודה שבה  $Y = 0$ , נציב במשוואה ונמצא שבנקודה זו  $X = 50$ . נסמן שתי נקודות אלה במערכת הצירים, נחבר אותן בקו ישר וכך נקבל את עקומת התמורה. איור 1.2 מציג את עקומת התמורה המתקבלת.



**איור 1.2: עקומת התמורה - דוגמה מספרית**

אי־השוויון שמצאנו קודם עבור מגבלת אפשרויות הייצור מתאר את כלל השטח מהעקומה ומטה, כלומר - כל נקודה בתחום זה מקיימת את אי־השוויון.

לעקומה צורה של קו ישר, שכפי שנכתב קודם - היא **אינה** טיפוסית לעקומת תמורה. הסיבה לכך היא ההנחה המפשטת שכל העובדים זהים זה לזה ביכולת הייצור שלהם. בסעיף 1.1.4 נראה שכאשר לא נשתמש בהנחה קיצונית זו, אלא נבחן מקרה מציאותי יותר שבו העובדים שונים זה מזה - הליניאריות תתחלף בקמירות.

### 1.1.3 עלויות אלטרנטיביות

לרוב, כדי לקבל משהו עלינו לוותר על משהו אחר. הוויתור הזה נקרא גם בשם "עלות" (cost). הדוגמה הנפוצה ביותר בחיינו לעלויות היא הכסף שעלינו לתת תמורת הדברים שאנו קונים.

את העלויות אפשר לחלק לשני סוגים: עלויות ישירות (direct costs) ועלויות אלטרנטיביות (alternative costs). בפרט, כשמשיגים משהו:

- העלות הישירה שלו היא **מה שיש לתת** תמורתו.
- העלות האלטרנטיבית שלו היא **מה שניתן היה להשיג** במקומו.

נחשוב לדוגמה על חברה המעוניינת לרכוש מפעל. הבעלות על המפעל תניב בשנים הבאות רווח נקי של 2 מיליון ש"ח. כדי לרכוש את המפעל עליה לשלם לבעליו חצי מיליון ש"ח – זוהי העלות הישירה של רכישת המפעל.

לכאורה, זוהי עסקה כדאית – ההכנסות גדולות מעלות הרכישה.

אך לצד עלות זו, יש גם עלות אלטרנטיבית שנובעת מכך שבמקום לרכוש מפעל זה, החברה יכולה גם לרכוש מפעל אחר אשר יכניס לה בשנים הבאות 5 מיליון ש"ח. עבור המפעל האחר עליה לשלם מיליון ש"ח לבעליו, כך שבסך הכול מרכישתו יהיה לה רווח של 4 מיליון ש"ח. החברה לא יכולה להפעיל שני מפעלים בעת ובעונה אחת, ולכן אם תרכוש את המפעל הראשון יהא עליה לוותר על האפשרות שיש לה לרכוש את המפעל השני.

לכן, ברכישת המפעל הראשון יש לחברה שתי עלויות: עלות ישירה של חצי מיליון ש"ח שיש לשלם לבעליו, ועלות אלטרנטיבית של 4 מיליון ש"ח של רווח שהייתה יכולה להשיג מרכישת מפעל אחר.

סך שתי עלויות אלה הוא 4.5 מיליון ש"ח, והוא עולה על ההכנסות בשווי 2 מיליון ש"ח שיניב המפעל הזה לחברה, לכן לא כדאי לה לרכוש אותו. במקום זאת, כדאי לה לרכוש את המפעל השני.

#### שאלה 1.4

מהי העלות הישירה ומהי העלות האלטרנטיבית לרכישת המפעל השני? האם הן עולות על ההכנסות הצפויות ממנו?

אחד הביטויים הנפוצים ביותר בחיינו לעלות אלטרנטיבית הוא עלות הזמן, אשר משתקפת באמרה האנגלית *time is money*. לדוגמה, כדי לשמור את ביתו נקי, צריך אמיר לשלם מדי שבוע 200 ש"ח לעוזרת בית. "תנקה בעצמך", אומרת לו אחותו, "לא תצטרך לשלם כלום". אך בדבריה היא מתייחסת לעלות הישירה בלבד – מה שאמיר אמור לתת תמורת הניקיון – ומתעלמת מהעלות האלטרנטיבית – מה שאמיר היה מקבל אילו לא היה מנקה בעצמו. כדי לנקות את הבית בעצמו, הוא צריך לוותר על ארבע שעות עבודה בשבוע. מכיוון שלשעת עבודה הוא מקבל 80 ש"ח, אז אם ינקה את הבית בעצמו, יאבד ארבע שעות עבודה המוסיפות להכנסתו 320 ש"ח בשבוע. אם כן, עדיף לו לשלם עלות ישירה של 200 ש"ח בשבוע כשכר לעוזרת הבית, במקום לנקות בעצמו ולהוריד את העלות הישירה ל-0, אך לספוג עלות אלטרנטיבית של 320 ש"ח.



### שאלה 1.5

אירנה רוצה לקנות דירה. המחיר המקובל בעיר לדירה מהסוג שהיא רוצה לקנות הוא 2,000,000 ש"ח, ובמחיר זה אירנה יכולה לקנות דירה כזאת כבר כעת. אך אירנה אינה מעוניינת לשלם יותר מאשר 1,800,000 ש"ח ומאמינה שאם תמתין בסבלנות ותחפש היטב – בסופו של דבר תמצא דירה כרצונה במחיר זה. כמו כן, היא מעריכה שזמן החיפוש הדרוש הוא שנתיים, ושבשנתיים אלה היא תיאלץ לוותר על כ-100 שעות עבודה לצורך החיפוש, ובינתיים גם תגור עם משפחתה ולא יהיו לה הוצאות על דיור. אירנה היא רואת-חשבון מצליחה, ושכרה לשעת עבודה הוא 500 ש"ח.

בהנחה שכל הערכותיה של אירנה מדויקות:

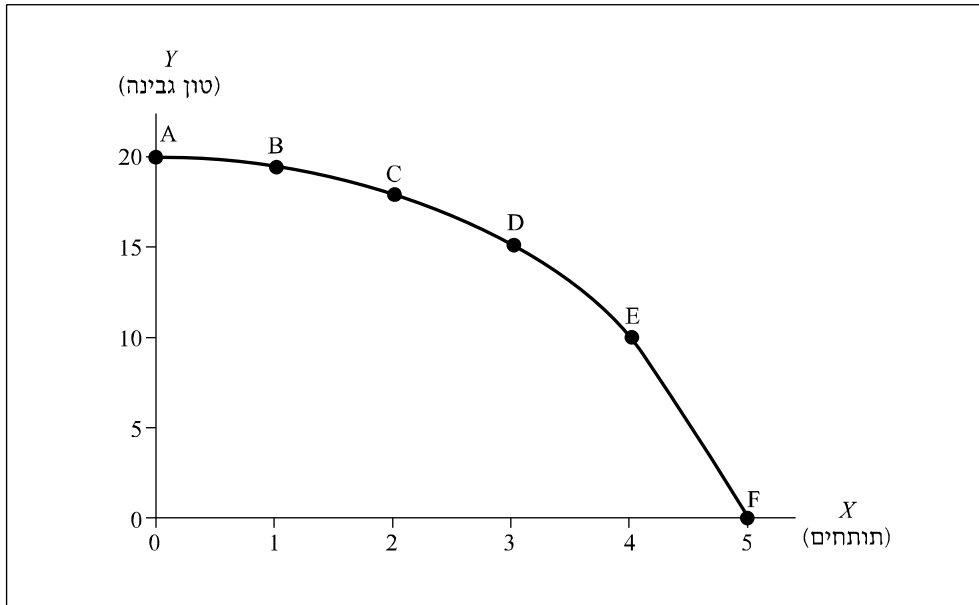
- בכמה יפחית החיפוש את העלות הישירה של רכישת הדירה?
- איזו עלות אלטרנטיבית מוסיף החיפוש למחיר הדירה? מהו גודל העלות הזו?
- האם כדאי לאירנה לרכוש דירה מייד או להתחיל בתהליך החיפוש?

את היכרותנו עם עלויות אלטרנטיביות נעמיק בעזרת עקומת התמורה, ולשם כך ניעזר בדוגמה שבמרכזה משק המייצר תותחים ( $X$ ) וגבינה ( $Y$ ). את צירופי הייצור הנמצאים על עקומת התמורה מתארים שלושת הטורים הימניים של טבלה 1.1. בהמשך, מוצגת העקומה גם באיור 1.3.

טבלה 1.1: עקומת התמורה ועלויות אלטרנטיביות בייצור  $X$

עלויות אלטרנטיביות בייצור $X$			עקומת התמורה		נקודה
שולית (טון גבינה לתותח)	ממוצעת (טון גבינה לתותח)	כוללת (טון גבינה)	$Y$ (טון גבינה)	$X$ (תותחים)	
/	/	0	20	0	A
0.5	0.5	0.5	19.5	1	B
1.5	1	2	18	2	C
3	1.67	5	15	3	D
5	2.5	10	10	4	E
10	4	20	0	5	F

נתבונן בנקודה A. בנקודה זו  $X = 0$ , כלומר המשק לא מייצר תותחים כלל. כל גורמי הייצור שלו פנויים לעבודה בענף הגבינה, והכמות שהם מייצרים שם היא  $Y = 20$ . זוהי הכמות המקסימלית של גבינה שניתן לייצר במשק זה.



**איור 1.3: דוגמה - עקומת התמורה ועלויות אלטרנטיביות**

המעבר מנקודה A לצירוף ייצור שבו מיוצרים גם תותחים, ולא רק גבינה מחייב העברת גורמי ייצור מענף הגבינה לענף התותחים, ולכן הוא מלווה בויתור על חלק מייצור הגבינה.

לדוגמה, בנקודה D המשק מייצר  $X = 3$  תותחים, ולכן הוא מייצר רק  $Y = 15$  טון גבינה במקום הכמות המקסימלית של גבינה שיכול היה לייצר - 20 טון. ויתור זה על ייצור 5 טונות גבינה הוא העלות האלטרנטיבית הכוללת בייצור 3 תותחים.

**עלות אלטרנטיבית כוללת - הגדרה**

העלות האלטרנטיבית הכוללת בייצור כמות מסוימת של מוצר אחד היא הפער בין הכמות המיוצרת מהמוצר האחר ובין הכמות המקסימלית שאפשר לייצר מהמוצר האחר.

מההגדרה עולה שהיחידות שבהן נמדדת העלות האלטרנטיבית הכוללת בייצור מוצר אחד הן היחידות של המוצר האחר. למשל, בדוגמה לעיל העלות האלטרנטיבית הכוללת של ייצור 3 תותחים הייתה 5 טונות גבינה.

אם נרצה לתאר את העלות האלטרנטיבית הכוללת בנוסחה, אז נגדיר ב- $Y^{Max}$  את הכמות המקסימלית שאפשר לייצר מ- $Y$  ונסתכל על צירוף ייצור שנקרא לו בשם  $i$  ולרכיבו נקרא  $X_i$

ר- $Y_i$ . בעזרת הגדרות אלה נוכל לומר שהעלות האלטרנטיבית הכוללת בייצור הכמות  $X_i$  היא  $Y_i^{Max} - Y_i$ .

העמודה הרביעית מימין בטבלה 1.1 מראה את העלות האלטרנטיבית הכוללת בייצור תותחים בכל כמות וכמות, עבור הדוגמה שבאיור 1.3.

מהסתכלות על עמודת העלות האלטרנטיבית הכוללת ניתן להבחין שכאשר  $X = 0$ , גם העלות האלטרנטיבית הכוללת היא 0. ההיגיון פשוט – אם המשק לא מייצר תותחים, אז אין לו עלויות לייצור תותחים.

ניתן גם להבחין שהעלות האלטרנטיבית הכוללת הולכת וגדלה ככל שכמות  $X$  עולה. הדבר לא אמור להפתיע אותנו, כי בעצם אנו שבים ומתארים תופעה שכבר הכרנו, אלא שהפעם אנו מתארים אותה בעזרת המושג עלות אלטרנטיבית כוללת. הכוונה היא למגבלת המקורות שבגללה, כשהייצור יעיל – כל הגדלה של הכמות המיוצרת ממוצר אחד מחייבת הקטנה של הכמות המיוצרת ממוצר אחר. מבחינה גרפית מתוארת תופעה זו על ידי כך שעקומת התמורה היא קו היורד משמאל לימין.

לאחר שהכרנו את המושג עלות אלטרנטיבית כוללת, נכיר כעת גם את העלות האלטרנטיבית הממוצעת (average alternative cost). לשם כך נחזור לנקודה D שמתארת, כפי שראינו, ייצור  $X = 3$  תותחים המלווה בעלות אלטרנטיבית הכוללת של 5 טונות גבינה. אם נרצה לחלק את העלות הזו בין שלושת התותחים, נקבל שהעלות האלטרנטיבית הממוצעת בייצור  $X = 3$  תותחים היא  $5/3 = 1.67$  טון גבינה לתותח. העמודה החמישית מימין בטבלה 1.1 מראה את העלות האלטרנטיבית הממוצעת בייצור תותחים עבור כל כמות וכמות.

מספר דברים חשובים עולים מהתבוננות בטור העלות האלטרנטיבית הממוצעת:

ראשית, נשים לב שכאשר הכמות המיוצרת היא  $X = 0$ , לעלות האלטרנטיבית הממוצעת אין כל ערך, כלומר היא לא מוגדרת. הסיבה היא שלפעולת החילוק אין כל משמעות אם החילוק הוא ל-0 חלקים.

שנית, נשים גם לב לכך שהעלות האלטרנטיבית הממוצעת בייצור  $X$ , בדוגמה זו, הולכת וגדלה ככל שהכמות של  $X$  גדלה. הדבר אינו ייחודי לדוגמה זו, אלא אופייני לעקומות תמורה קמורות. בהמשך היחידה נדון בכך בהרחבה.

חשוב לשים לב גם לכך שהיחידות שבהן נמדדת העלות האלטרנטיבית הממוצעת בדוגמה זו הן "טון גבינה לתותח". הבנת תפקידה של האות ל' במילה "לתותח" תחזק את הבנתנו לגבי משמעות יחידות מדידה אלה. כשאנו מתארים בעברית פעולות מתמטיות – האות ל' בתחילת המילה מתארת את פעולת החילוק. ואכן העלות האלטרנטיבית הממוצעת מבוססת על **חלוקת** העלות האלטרנטיבית

במספר היחידות המיוצרות, כדי לראות מהי, בממוצע, העלות האלטרנטיבית של כל יחידה. באנגלית, המקבילה של האות ל' בהקשר זה היא המילה per.

כדי לתאר את העלות האלטרנטיבית הממוצעת בנוסחה, נשתמש בסימנים ששימשו אותנו בהגדרת העלות האלטרנטיבית הכוללת ונקבל שהעלות האלטרנטיבית הממוצעת בייצור הכמות  $X_i$  היא:

$$\frac{Y^{Max} - Y_i}{X_i}$$

הסוג השלישי של עלויות אלטרנטיביות שנכיר בסעיף זה היא העלות האלטרנטיבית השולית (marginal alternative cost). בעוד העלות האלטרנטיבית הכוללת מתארת את הווייתור על  $Y$  שנובע מייצור  $X$ , העלות האלטרנטיבית השולית נועדה לתאר את הקצב שבו גדל הווייתור על  $Y$  ככל שמייצרים עוד  $X$ . כדי להשיג מטרה זו, העלות האלטרנטיבית השולית מוגדרת באופן הבא:

#### עלות אלטרנטיבית שולית - הגדרה

העלות האלטרנטיבית השולית בייצור כמות מסוימת של  $X$  היא הגידול בעלות האלטרנטיבית הכוללת אשר מתקבל מייצור היחידה האחרונה בכמות זו.

לדוגמה, בנקודה C המשק מייצר  $X = 2$  תותחים בעלות אלטרנטיבית הכוללת של 2 טונות גבינה, ובנקודה D המשק מייצר  $X = 3$  תותחים בעלות אלטרנטיבית הכוללת של 5 טונות גבינה. לכן כשמייצרים במשק זה  $X = 3$  תותחים, אז ייצור היחידה השלישית מעלה את העלות האלטרנטיבית הכוללת ב-3 טונות גבינה (מ-2 טונות גבינה ל-5 טונות גבינה). אם כן, העלות האלטרנטיבית השולית בייצור  $X = 3$  תותחים היא 3 טונות גבינה לתותח.

העמודה השישית בטבלה 1.1 מתארת את העלות האלטרנטיבית השולית בייצור  $X$  עבור כל אחת מהנקודות באיור 1.3.

מההתבוננות בעמודה זו עולות מספר תובנות:

ראשית, אנו רואים בטבלה שכאשר הכמות המיוצרת היא  $X = 0$ , העלות האלטרנטיבית השולית אינה מוגדרת. הסיבה היא שכל עוד לא יוצרה אף לא יחידה אחת, אין כל משמעות לשאלה בכמה הגדילה הוספת היחידה האחרונה לייצור את סך העלות.

שנית, בדוגמה זו העלות האלטרנטיבית השולית בייצור  $X$  הולכת וגדלה ככל שהכמות של  $X$  גדלה. העלייה בעלות האלטרנטיבית השולית היא בעצם מהותה של הקמירות של העקומה, ובהמשך היחידה נדון בכך בהרחבה.

שלישית, היחידות שבהן נמדדת העלות האלטרנטיבית השולית בדוגמה זו הן "טון גבינה לתותח". כמו לגבי העלות האלטרנטיבית הממוצעת – גם כאן הדבר נובע מכך שהעלות האלטרנטיבית מחולקת בין היחידות. ההבדל בין חלוקת היחידות בין שני סוגי העלויות הוא שבמקרה של העלות הממוצעת החלוקה היא אחידה בין כל היחידות, ובמקרה של העלות השולית החלוקה היא לפי התוספת שייצור כל יחידה הוסיף לסך העלות האלטרנטיבית הכוללת.

כעת נציג הגדרה אחרת של העלות האלטרנטיבית השולית. הגדרה חדשה זו אינה סותרת את ההגדרה הקודמת, אלא מכילה אותה, והיא מתאימה ליישום גם במקרים נוספים.

הגדרה זו מבוססת על כך שכאשר אנו מסתכלים על צירוף הייצור  $i$  שרכיביו הם  $(X_i, Y_i)$  ומחפשים את העלות האלטרנטיבית השולית בייצור  $X$ , אז אנו בוחנים את הצירופים עם ערכי  $X$  קטנים יותר ומזהים את הערך הקרוב ביותר מביניהם לצירוף  $i$ . נקרא לצירוף זה  $j$  ונסמן את רכיביו ב-  $(X_j, Y_j)$ .

למשל, אם אנו מסתכלים על הנקודה  $D$  באיור 1.3 ומתייחסים אליה כאל צירוף הייצור  $i$  בהגדרה זו, אז הנקודה  $C$  היא זו שמראה את צירוף הייצור  $j$  כי היא הנקודה הקרובה ביותר לנקודה  $D$  מבין הנקודות בעלות ערכי  $X$  קטנים יותר.

כמו כן נגדיר:

$$\Delta X \equiv X_i - X_j$$

$$\Delta Y \equiv Y_j - Y_i$$

$\Delta X$  מתאר את הכמות שנוספה ל-  $X$  כשהתקדמנו אל ייצור הכמות  $X_i$ .

$\Delta Y$  מתאר את הכמות שפחתה מ-  $Y$  כשהתקדמנו אל ייצור הכמות  $X_i$ .

ועל בסיס הגדרות אלה נגדיר את העלות השולית בייצור הכמות  $X_i$  כך:

$$\frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

ההגדרה הקודמת הייתה מקרה פרטי של הגדרה זו שבו העלות האלטרנטיבית השולית התבססה על  $\Delta Y$  בלבד. מכיוון שהתקדמנו מנקודה לנקודה כשהשינויים בערכי  $X$  הם בצעדים של 1,  $\Delta X = 1$  והחילוק בו מיותר.

עד כה תיארו את העלויות האלטרנטיביות השונות בייצור  $X$ . מובן שאותן עלויות קיימות גם בייצור  $Y$  ומוגדרות באותו אופן. טבלה 1.2 מתארת את העלויות האלטרנטיביות בייצור  $Y$  עבור הדוגמה שבאיור 1.3.