



משרד החינוך

# מערכת שידורים לאומית

# חינוך גופני

## מקצוע מוגבר לבגרות 5 יח"ל

– הערכת רמת התפקוד של המערכת האירובית –  
מבדקים להערכת צריכת חמצן מרבית (צח"מ)

שם המורה: רפי בורשטיין



## מה נלמד בנושא זה ?

- נכיר את המושג צריכת חמצן מרבית (צח"מ)
  - נבחין בין מבחני שדה ומבחני מעבדה.
  - נכיר מבדקי הערכה של צח"מ באמצעים שונים - ישירים וחזויים.
- 

# צריכת חמצן מירבית כמדד להערכת היכולת הגופנית

- צריכת חמצן מירבית מהווה מדד להספק האנרגטי המירבי של המסלול האירובי. היא מהווה גורם משמעותי במאמצי סבולת הנמשכים 3-20 דקות. (סבולת בינונית)
- במאמצי סבולת ממושכת, הנמשכים מעל 20 דקות- סף חומצת החלב יהיה המדד החשוב כשחשובות גם התזונה, היעילות המכנית והצח"מ.

# ערכי צריכת חמצן מרבית הצפויים בענפים שונים

- בענפי ספורט כמו ריצות בינוניות וארוכות, רכיבה על אופניים ימצאו ערכים גבוהים של צח"מ - בממוצע 75-80 מ"ל/ק"ג/דקה.
- לעומת זאת, בריצות קצרות, הרמת משקולות וקפיצות ימצאו ערכים נמוכים יחסית של צח"מ - בממוצע 50 מ"ל/ק"ג/דקה.



# חשיבות מדידה והערכה של צריכת החמצן המירבית

- להעריך את תפקודה הפיזיולוגי של המערכת האירובית של הנבדק
- לעקוב אחר השיפור בהספק האירובי המרבי המהלך תהליך האימון
- לחזות את ההישג הספורטיבי בשטח על פי רמת התפקוד הפיזיולוגי
- לחשוף תהליכים פתולוגיים במהלך האימונים
- לאתר כישרונות בתחום האירובי
- לקבל מדד 100% מהיכולת וממנו לקבוע את עצימות המאמץ באימון.

# גורמים צריכים להילקח בחשבון במדידת צריכת חמצן מרבית

- בדיקת צריכת החמצן המרבית אינה רגישה ליעילות המכנית של הנבדק.
- מדידת צריכת החמצן מושפעת מהכלי בה היא מבוצעת. לדוגמא , מדידה על מסילה אינה ספציפית לרכיבה על אופניים ואפילו לריצה בשטח.



# המושג ארגומטריה , מבחני שדה ומבחני מעבדה

- המושג ארגומטריה מקורו ביוונית ופירושו עבודה מדודה.
- באמצעות מכשיר ארגומטר ניתן למדוד עבודה באופן מרוכז.
- **מבחני שדה** נערכים בדרך כלל במסלול הריצה שהמרחק בו מדוד.
- למבחני השדה מס' יתרונות : הם זמינים , מאפשרים לבדוק נבדקים רבים בו- זמנית ואינם דורשים מיומנות רבה במדידה.
- החיסרון העיקרי של מבחני השדה הוא , שלא ניתן לשלוט על תנאי הסביבה. רוח , גשם או טמפרטורה יכולים להשפיע באופן משמעותית על התוצאות.

# מבחני מעבדה

- מבחני המעבדה נערכים במקום סגור בו קיימת שליטה מירבית על תנאי הסביבה.

ניתן לשלוט בעומס המכני המופעל על הנבדק ולעקוב אחר מדדים פיזיולוגים שונים באמצעות מספר מכשירים.

חסרונות מבחני המעבדה הם שהם אינם זמינים לכולם, הציוד הוא יקר ומסורבל, הם דורשים מיומנות גבוהה של הבודקים ולא ניתן לבדוק מס' נבדקים בו זמנית.

# מבדקים להערכת צח"מ וצריכת שיא של החמצן

## מדידה ישירה של הצח"מ וצריכת השיא של החמצן

- על מנת לבדוק את הצח"מ מבצעים מבחן מדורג שבסיומו ניתן לקבוע מהי צריכת החמצן המירבית של הנבדק.
- חשוב לבצע את הבדיקה באותה פעילות בה עוסק הספורטאי .



# מבדקים לחיזוי צח"מ וצריכת שיא של חמצן

- על רקע הקשיים בבדיקה ישירה של הצח"מ וצריכת השיא של החמצן, פותחו מבחני מאמץ לחיזוי מדדים אלו.

בחלק מהמבחנים יש צורך להגיע למאמץ מירבי ובחלק לא.

חלק הם מבחני שדה וחלק מבחני מעבדה.



# מבחני חיזוי הדורשים מאמץ מירבי

- **מבחן קופר**: מבחן שדה הבנוי על ההנחה שקיים קשר סטטיסטי בין תוצאת המאמץ לבין צריכת החמצן המירבית.
- במבחן קופר הנבדקים צריכים לעבור את המרחק הרב ביותר שביכולתם במשך 12 דקות.
- פותחו טבלאות שמאפשרות לחזות את הצח"מ על פי תוצאת המבחן.



# תוצאות מבחן קופר לחיזוי צח"מ

| צריכת חמצן מרבית על פי מבחן קופר |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| מרחק (מטרים)                     | צריכת חמצן מרבית (מ"ל/ק"ג/דקה) |
| 1840                             | 30.2                           |
| 1958                             | 32.8                           |
| 2048                             | 34.8                           |
| 2144                             | 37.0                           |
| 2240                             | 39.2                           |
| 2400                             | 42.6                           |
| 2504                             | 45.0                           |
| 2640                             | 48.0                           |
| 2752                             | 50.2                           |
| 2848                             | 52.6                           |
| 2944                             | 54.8                           |
| 3040                             | 57.0                           |
| 3152                             | 59.2                           |
| 3200                             | 60.2                           |



# מבחן ACSM

- מתבסס על הקשר בין העומס (ההספק) אליו הגיע הנבדק ובין צריכת החמצן.
  - צריכת השיא מתבססת על העומס האחרון אליו הגיע הנבדק.
  - נערך על אופניים ארגומטריות.
  - מעריכים, שכלל שההספק אליו הגיע הנבדק גבוה יותר, צפוי שיהיה בעל צריכת חמצן מרבית גבוהה יותר.
- 

# מבחני חיזוי הדורשים מאמץ תת מירבי

- מבחני החיזוי במאמץ תת-מירבי לחיזוי צח"מ מתבססים על הקשר הלינארי בין קצב הלב , עומס העבודה (הספק מכני) וצריכת החמצן.
- השימוש בקצב הלב לחיזוי צח"מ מבוסס על שלוש הנחות שאינן בהכרח ודאיות וחד משמעיות :

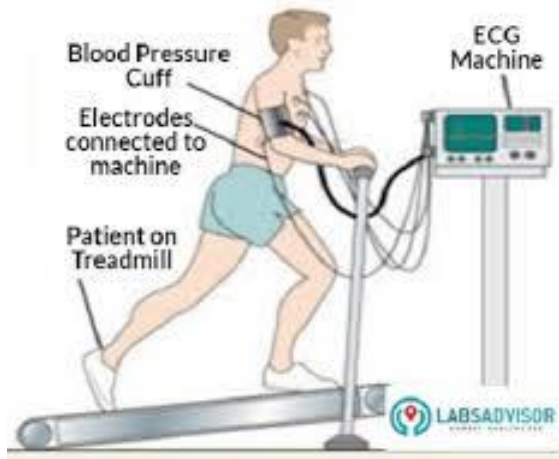
1. קיים קשר לינארי בין קצב הלב , עומס העבודה והצח"מ.

2. שניתן לחזות את הדופק המירבי של האדם ע"פ הנוסחאות:  
220 פחות הגיל לגברים , 226 פחות הגיל לנשים.

3. שהיעילות המכנית של כל הנבדקים דומה.

- חשוב לזכור שהיעילות המכנית שונה בין האנשים וכן שגורמים כמו אכילה לפני המאמץ, טמפרטורת הגוף, טמפרטורת הסביבה, אחוזי הלחות בסביבה ומצבו הבריאותי והנפשי של הנבדק עלולים להשפיע על קצב הדופק.

למרות קשיים אלו, מניחים, שצריכת החמצן המירבית וצריכת השיא של החמצן מצויים בטווח של עד 20% מהערכים האמיתיים.

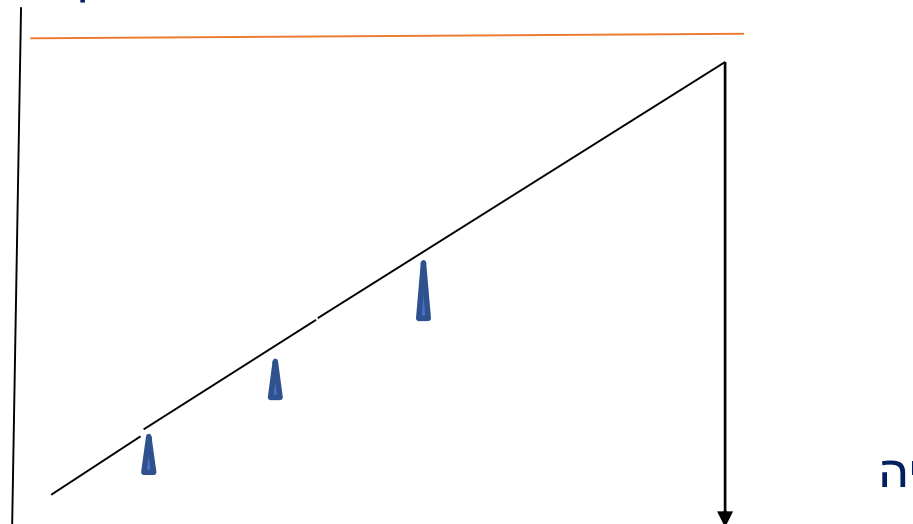


# מבחני חיזוי על אופני ארגומטר

- מבחן שלושת השלבים של YMCA

במבחן זה מודדים את קצב הלב בשלושה עומסים תת-מרבניים שכל אחד 6 דקות. ממשיכים את הקו שנוצר מחיבור 3 הנקודות שהתקבלו עד להגעה לדופק המירבי החזוי על פי הגיל. על ציר ה X מצויינים עומס העבודה התואם וצריכת החמצן התואמת. הערך שמופיע בנקודת החיתוך של האנך לציר מהווה את צריכת השיא החזויה של הנבדק.

דופק מרבי חזוי



צריכת חמצן מרבית חזויה

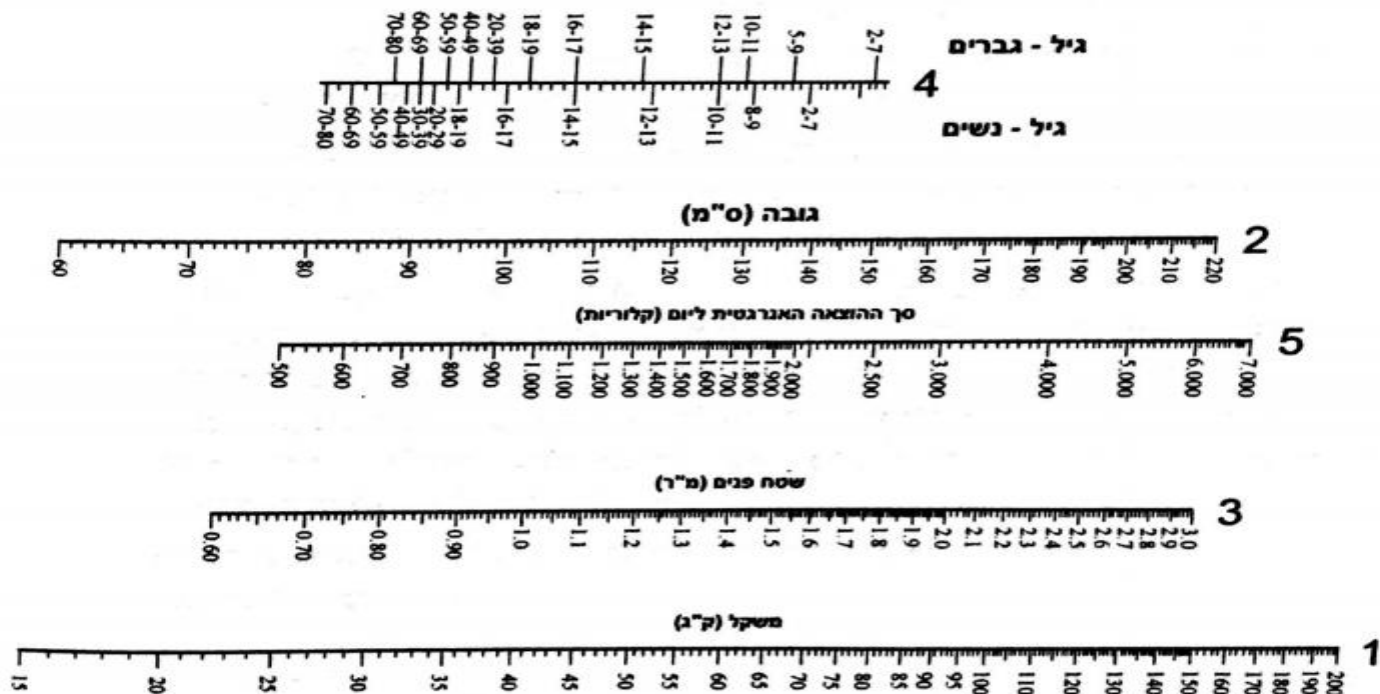
# מבחן ע"ש אסטרנד

- במבחן זה מבוצעת מדידה אחת של מאמץ תת מירבי למשך 6 דקות.
- המאמץ צריך להביא את הנבדק לדופק 130-170 פעימות לדקה.

צריכת החמצן המרבית החזוייה מתקבלת בנומוגרמה על ידי מתיחת קו בין ההספק בוואט מולו פעל הנבדק לבין הדופק שנמדד באותו הספק.



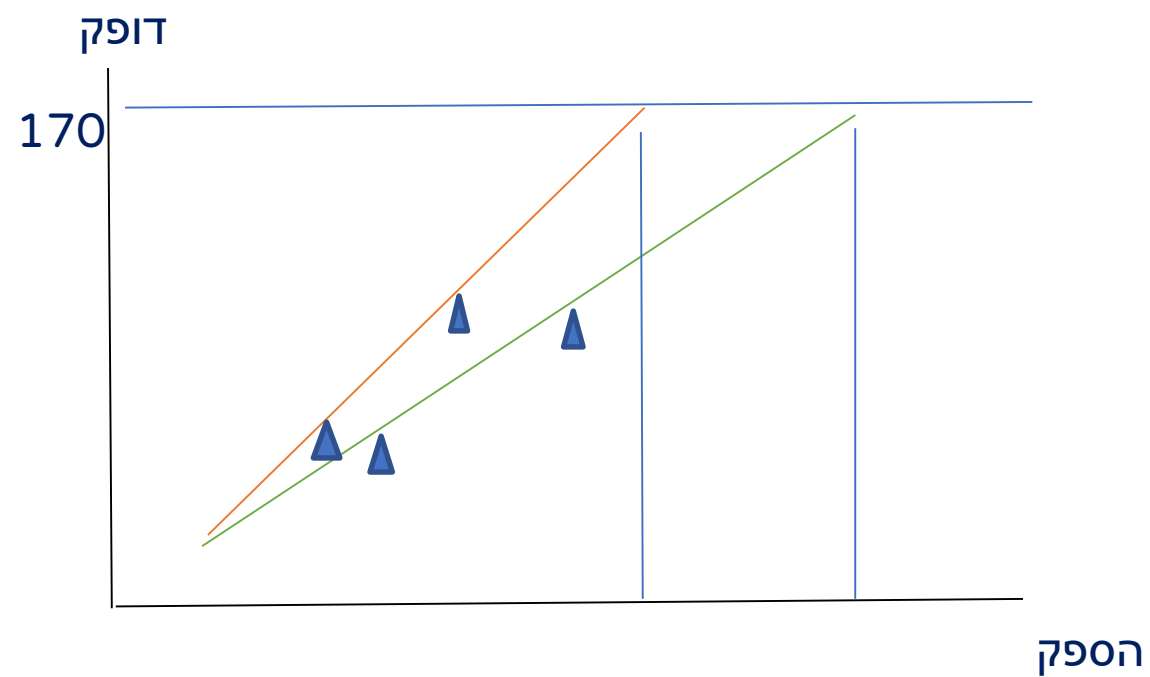
# נומוגרמה לניתוח תוצאות המבחן ע'ש אסטרנד



# מבחן P-170

- המבדק מיועד לחזות את יכולת העבודה /הספק POWER בדופק 170.
- במבחן נערכים 2 מאמצים בני 6 דקות בערכי קצב לב השונים לפחות ב20 פעימות זה מזה.
- על ידי מדידת ההספק וקצב הלב בדקות 6 ו12 ניתן לחזות את ההספק בדופק 170.
- מבחן זה אינו חוזה את צריכת השיא של החמצן , אלא מניח , שכל שההספק בדופק 170 יהיה גבוה יותר , כך גם ההספק האירובי המירבי יהיה גבוה יותר.

# מבחן P-170



•  
•

# מבחני חיזוי הנערכים באמצעות מדרגה

## מבחן המדרגה הקנדי

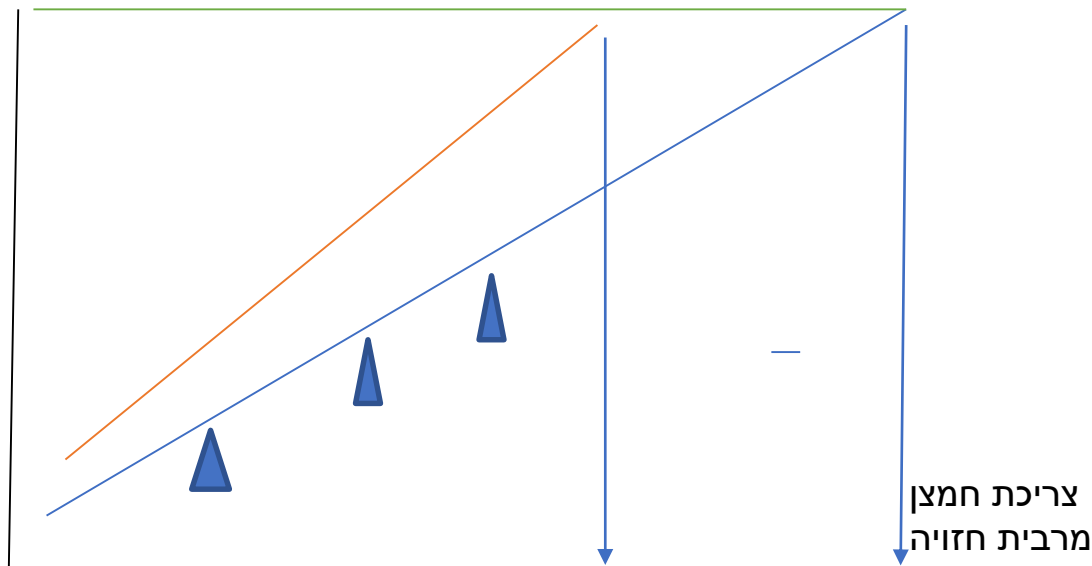


- במבחן זה , הנבדק עולה על מדרגה לקטעי מאמץ בני 3 דקות.
- קצב הפעילות עולה והוא מוכתב על ידי קלטת.
- הנבדק מבצע 1-3 קטעי מאמץ.
- בסוף כל מאמץ נמדד הדופק.
- החישוב נעשה באמצעות נתוני המאמץ האחרון.
- מכניסים לנוסחה את הדופק שהושג בקטע זה , הגיל והמשקל של הנבדק.
- התוצאה שהתקבלה יכולה לחזות את רמת צריכת החמצן המרבית.

# מבחן שלושת השלבים

- מבחן מדרגה כולל 3 שלבים בעומסים תת-מירביים עולים.
- כל מאמץ נמשך 6 דקות.
- ניתן להעלות את העומס על ידי הגבהת המדרגה ושמירה על קצב הביצוע, או על ידי הגברת קצב הביצוע ללא שינוי בגובה המדרגה.

דופק מירבי  
חזוי



# מבחן המדרגה של הרווארד

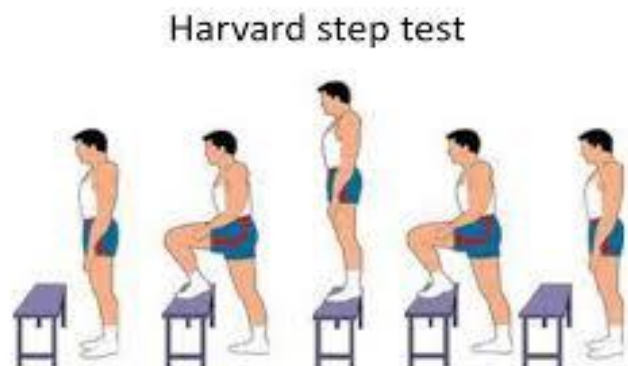
- מבדק זה מתבסס על מדידת קצב הלב בהתאוששות מהמאמץ ולא במהלך המאמץ עצמו.
- ההנחה היא, שקצב לב נמוך במהלך ההתאוששות מהווה מדד ליכולת אירובית גבוהה.
- גובה המדרגה 50.8 ס"מ
- קצב הביצוע – 30 פעמים בדקה – מוכתב על ידי מטרונום.
- משך המבדק – 5 דקות או עד שהנבדק לא יכול לעמוד בקצב.



- קצב הלב נבדק ב 30 השניות האחרונות של הדקה השניה , השלישית והרביעית בהתאוששות.

- התוצאה אינה נותנת מדד לצריכת חמצן מירבת חזויה.

- התוצאות מוכנסות לנוסחה אשר מתורגמת לנורמות למדד הכושר.



# נורמות לערכי צח"מ מדודים וחזויים

- ערכי צח"מ סגולית הנמדדים באופן ישיר או חזויים ניתנים להערכה ביחס לקבוצת הגיל והמין באמצעות טבלה.
- הטבלה אינה מתייחסת לספורטאים מאומנים.

| כושר אירובי על פי צריכת חמצן מרבית |          |            |         |         |         |            |
|------------------------------------|----------|------------|---------|---------|---------|------------|
| קבוצת גיל                          | רמת כושר | גבוהה מאוד | גבוהה   | ממוצעת  | נמוכה   | נמוכה מאוד |
| 20-29 שנה                          | זכר      | > 60       | 59 – 48 | 47 – 38 | 37 – 31 | < 30       |
|                                    | נקבה     | > 55       | 54 – 43 | 42 – 34 | 33 – 28 | < 27       |
| 30-39 שנה                          | זכר      | > 56       | 55 – 44 | 43 – 36 | 35 – 29 | < 28       |
|                                    | נקבה     | > 51       | 50 – 41 | 40 – 32 | 31 – 26 | < 25       |
| 40-49 שנה                          | זכר      | > 52       | 51 – 40 | 39 – 33 | 32 – 26 | < 25       |
|                                    | נקבה     | > 47       | 46 – 37 | 36 – 30 | 29 – 23 | < 22       |
| 50-59 שנה                          | זכר      | > 48       | 47 – 36 | 35 – 29 | 28 – 24 | < 23       |
|                                    | נקבה     | > 43       | 42 – 34 | 33 – 27 | 26 – 21 | < 20       |
| 60-69 שנה                          | זכר      | > 44       | 43 – 33 | 32 – 26 | 21 – 15 | < 20       |
|                                    | נקבה     | > 38       | 37 – 29 | 28 – 23 | 22 – 19 | < 18       |

# סיכום

- מבחנים להערכת היכולת יכולים להראות את השינויים ביכולת ולגלות פוטנציאל לעיסוק בספורט תחרותי.
- קיימים מבחנים רבים המשתמשים באמצעים שונים ודורשים רמות מאמץ משתנות.
- כאשר אנו באים לבחור את אמצעי המדידה עלינו לקחת בחשבון את כל הנתונים על מנת שהבדיקות יהיו יעילות.





# מטלת סיכום

ענו על השאלות הבאות :

1. אילו שני מבחנים המופיעים בפרק מעריכים את היכולת האירובית מבלי להסתמך על צריכת החמצן ? תארו את מהלכם ואת ניתוח תוצאותיהם.

2. בחרו את אחד המבחנים המופיעים בפרק ובצעו אותו לבד או בעזרת חבר. על סמך התוצאות , מה ניתן להסיק על מצב הכושר הגופני שלכם?





## נוהל שימוש ביצירות מוגנות בזכויות יוצרים ואיתור בעלי זכויות

השימוש ביצירות במהלך שידור זה נעשה לפי סעיף 27א לחוק זכות יוצרים, תשס"ח-2007. אם הינך בעל הזכויות באחת היצירות, באפשרותך לבקש מאיתנו לחדול מהשימוש ביצירה, זאת באמצעות פנייה לדוא"ל [rights@education.gov.il](mailto:rights@education.gov.il)