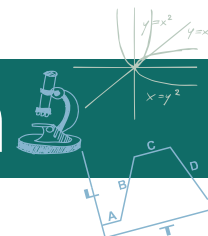
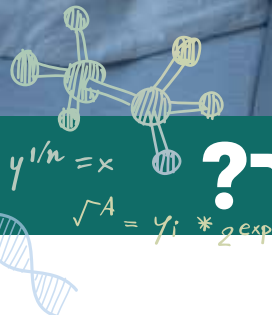


# ביורפואה חישובית

## שנת מתבגרים | מדריך למורה

# מתי מתחילים בית ספר מחר?



## האם מתאים לכיתה שלי להתחיל את יום הלימודים בתשע בבוקר ולסיימו אחר הצהריים?

מה ביחידה?

**סיפור מסגרת:** מתי להתחיל את הלימודים?

**חלק א:** דעה אישית וקבוצתית.

**חלק ב:** איסוף נתונים על הרגלי השינה של ילדי הכיתה (שאלון).

**חלק ג:** מה מאפיין את הרגלי השינה של הנוער?

קטעי מידע: מלטונין, הפרשת מלטונין בקרב מתבגרים, טיפוס יום וטיפוסי לילה, יונקים אחרים.

**חלק ד:** תוצאות ניסוי בסיאטל: מה קורה כשמתחילים ללמוד מאוחר יותר?

**חלק ה:** ניתוח הנתונים של הכיתה (שנאספו בחלק ב).

**חלק ו:** כתיבת הצעה מנומקת ומבוססת נתונים.

### למורה:

#### מהות הפעילות:

הרגלי השינה שלנו עוברים שינויים במעבר מתקופת הילדות לתקופת ההתבגרות. השינויים הללו נובעים בחלקם משינויים חברתיים ותרבותיים החלים על המתבגרים. במקביל מתרחשים גם שינויים פיזיולוגיים בגוף המתבגר המשפיעים על הרגלי השינה. בעוד שהשינויים החברתיים והתרבותיים ניתנים לשינוי, קשה הרבה יותר לשנות מאפיינים פיזיולוגיים. בפעילות זאת אוספים התלמידים נתונים על הרגלי השינה שלהם ולומדים על מאפיינים פיזיולוגיים של שנת מתבגרים כפי שעולה ממחקרים. באמצעותם הם ינסו לענות בצורה מושכלת על השאלה מתי מתאים לכיתה להתחיל את יום הלימודים, ואולי אף לשלוח המלצה מנומקת היטב להנהלת בית הספר שלכם.

#### גיוס חשיבה מתמטית בפעילות עוזר:

1. להבין מכלול נתונים של אוכלוסיה, שבהתבוננות ראשונה קשה לאתר בהם מגמה.
2. לנתח גרפים, בין השאר ניתוח של תופעה מחזורית.

## נקודות חשובות:

1. הפעילות מציגה בעיה אותנטית, שבה מתלבטות מערכות חינוך בכל העולם. התשובה לבעיה מורכבת ואין פתרון יחיד. בהתאם לכך, בחלקים רחבים של הפעילות לא הובאו דוגמאות לתשובות המצופות מהתלמידים, מפני שבחלקים אלו חשוב לתת לתלמידים לענות לפי הבנתם ואין תשובה אחת נכונה.
2. בפעילות מוצע רצף הוראה-למידה מסוים:

מה עושה המורה	מה עושים התלמידים	שלב בפעילות
הצגת השאלה ומה עומד בפני התלמידים בפעילות	כרגע עדיין לא...	הצגת הנושא
דואג לחלוקה לקבוצות על פי עמדתם של התלמידים בעניין השאלה המרכזית. מזמין את התלמידים לנמק את העמדה שבה נקטו.	להסביר במילים שלהם מהי עמדתם בעניין השאלה המרכזית.	חלק א דעה אישית וקבוצתית
לקשר את התלמידים לשאלון.	לאסוף נתונים על הרגלי השינה של עצמם ולמלא את השאלון באמצעותם	חלק ב יצירת מאגר נתונים כיתתי
אפשרי: לכנס למליאה וליצור רשימת מאפיינים משותפת לכל הכיתה.	לזהות מאפיינים של שנת מתבגרים על פי כתבה ברשת.	חלק ג אפיון הרגלי השינה של מתבגרים
לחלק את הכיתה לקבוצות/חדרים. הפעילות יכולה להיות גם אישית ואף מקוונת. רצוי להעלות לדיון את התשובות המגוונות של התלמידים על השאלה אם הרגלי השינה של מתבגרים נובעים רק מסיבות התנהגותיות-חברתיות.	להרחיב את הידע על הורמון השינה מלטונין בכלל ובמיוחד בקרב מתבגרים. לקשר בין המידע על מלטונין ממחקרים לבין הנתונים שאספו וההרגלים שעליהם קראו.	חלק ד מאפיינים פיזיולוגיים של שנת מתבגרים
לחלק את הכיתה לקבוצות/חדרים. הפעילות יכולה להיות גם אישית ואף מקוונת.	להסיק מהנתונים האם הניסוי בסיאטל הראה הצלחה של השינוי בשעת תחילת הלימודים.	חלק ה תוצאות הניסוי בסיאטל
לדאוג ליצור מאגר כיתתי (על הלוח) של בעיות צפויות ופתרונות אפשריים.	לראיין אנשים הקשורים בשינוי המוצע ולהבין מהם הצרכים שלהם. להציע במה הם יכולים לתרום להצלחת השינוי ליצור הרגלי שינה בריאים יותר.	חלק ו השלכות השינוי על הסביבה
להזמין את התלמידים להגדיר מה הם רוצים לאפיין ואילו שאלות מהשאלון יעזרו להם בכך.	להציע דרכים לאסוף את תוצאות השאלונים של הכיתה ולאפיין את הרגלי השינה של עצמם. לאפיין את ההרגלים של עצמם על פי מה שהציעו.	חלק ז עיבוד הנתונים של הכיתה
להזמין תלמידים לנמק באמצעות מידע מהפעילות. לשקף לתלמידים את אופן הכתיבה הטעונית.	להציע שינוי או שמירה על שעת תחילת הלימודים ולנמק באמצעות השלבים השונים שעברו ביחידה: הנתונים שאספו על הכיתה, הרגלי שנת מתבגרים, הידע שלמדו על מלטונין.	חלק ח כתיבת הצעה מנומקת

כדי להתאים את הרצף המוצע לתלמידים שלכם ולעקרונות החשובים לכם כמורים, אפשר ורצוי לבדוק גם רצפי הוראה-למידה אחרים. לכל אחד מהרצפים יתרונות משלו. לדוגמה, ברצף הבא משמש הסיפור על סיאטל והמידע על מלטונין לחיבור השאלות לשאלון לכיתה על ידי התלמידים עצמם.

מה עושה המורה	מה עושים התלמידים	שלב בפעילות
הצגת השאלה ומה עומד בפני התלמידים בפעילות	כרגע עדיין לא...	הצגת הנושא
דואג לחלוקה לקבוצות על פי עמדתם של התלמידים בעניין השאלה המרכזית. מזמין את התלמידים לנמק את העמדה שבה נקטו.	להסביר במילים שלהם מהי עמדתם בעניין השאלה המרכזית.	חלק א דעה אישית וקבוצתית
אפשרי: לכנס למליאה וליצור רשימת מאפיינים משותפת לכל הכיתה.	לזהות מאפיינים של שנת מתבגרים על פי כתבה ברשת.	חלק ב אפיון הרגלי השינה של מתבגרים
לחלק את הכיתה לקבוצות/חדרים. הפעילות יכולה להיות גם אישית ואף מקוונת. רצוי להעלות לדיון את התשובות המגוונות של התלמידים על השאלה אם הרגלי השינה של מתבגרים נובעים רק מסיבות התנהגותיות-חברתיות.	להרחיב את הידע על הורמון השינה מלטונין בכלל ובמיוחד בקרב מתבגרים. לקשר בין המידע על מלטונין ממחקרים לבין הנתונים שאספו וההרגלים שעליהם קראו.	חלק ג מאפיינים פיזיולוגיים של שנת מתבגרים
לחלק את הכיתה לקבוצות/חדרים. הפעילות יכולה להיות גם אישית ואף מקוונת.	להסיק מהנתונים האם הניסוי בסיאטל הראה הצלחה של השינוי בשעת תחילת הלימודים.	חלק ד תוצאות הניסוי בסיאטל
לדאוג ליצור מאגר כיתתי (על הלוח) של בעיות צפויות ופתרונות אפשריים.	לראיין אנשים הקשורים בשינוי המוצע ולהבין מהם הצרכים שלהם. להציע במה הם יכולים לתרום להצלחת השינוי ליצור הרגלי שינה בריאים יותר.	חלק ה השלכות השינוי על הסביבה
	לחבר שאלון כדי לאסוף נתונים על הרגלי השינה של עצמם.	חלק ו יצירת מאגר נתונים כיתתי
להזמין את התלמידים להגדיר מה הם רוצים לאפיין ואילו שאלות מהשאלון יעזרו להם בכך.	להציע דרכים לאסוף את תוצאות השאלונים של הכיתה ולאפיין את הרגלי השינה של עצמם. לאפיין את ההרגלים של עצמם על פי מה שהציעו.	חלק ז עיבוד הנתונים של הכיתה
להזמין תלמידים לנמק באמצעות מידע מהפעילות. לשקף לתלמידים את אופן הכתיבה הטיעונית.	להציע שינוי או שמירה על שעת תחילת הלימודים ולנמק באמצעות השלבים השונים שעברו ביחידה: הנתונים שאספו על הכיתה, הרגלי שנת מתבגרים, הידע שלמדו על מלטונין.	חלק ח כתיבת הצעה מנומקת

3. הפעילות בנויה כשאלה בתוך שאלה: שאלת הגג היא מתי מתאים לכיתה שלי להתחיל ללמוד בבוקר? כדי לענות עליה מתבקשים התלמידים לאסוף מידע בצורות מגוונות. תוך כדי איסוף המידע הם צריכים לענות על שאלת עזר: האם הרגלי השינה של מתבגרים משתנים בגלל שינויים חברתיים-תרבותיים שעוברים עליהם או שיש גם רכיב פיזיולוגי. התשובה לשאלה זאת תעזור להם להבין שיש בקרב מתבגרים מאפייני שינה שמסבירים את השינויים ויחד עם זאת קשה לשנותם. כלומר: גם אם נשלח מתבגרים ללכת לישון מוקדם יותר הם ירגישו ערניים ולא ירדמו בגלל נתונים פיזיולוגיים של מתבגרים.

4. התשובה לשאלה מתי מתאים לכיתה להתחיל את יום הלימודים אינה ידועה מראש. היא תלויה בתוצאות הסקר, ובכל כיתה יש לבדוק זאת מחדש.

## מתי מתחילים בית ספר מחר?

האם מתאים לכיתה שלי להתחיל את יום הלימודים בתשע בבוקר ולסיימו אחר הצהריים?

בתחילת שנת הלימודים 2017 התקבלה החלטה בעיר סיאטל שבארצות הברית להתחיל את יום הלימודים בכל 18 בתי הספר התיכוניים בעיר ב-8:45; כמעט שעה לאחר הזמן הרגיל שהיה נהוג עד אז. יום הלימודים מסתיים שעה מאוחר יותר בהתאם.

האם החלטה להתחיל מאוחר יותר את הלימודים מתאימה גם לכיתה שלכם?

בפעילות זאת תתבקשו לאסוף נתונים על שעות השינה שלכם ולהכיר מאפיינים של שנת מתבגרים כפי שעולה ממחקרים. באמצעותם תוכלו לנסות לענות על השאלה בצורה מנומקת, ואולי אף לשלוח המלצה מנומקת היטב להנהלת בית הספר שלכם.

### חלק א: דעה אישית וקבוצתית

האם גם אתם מעוניינים להתחיל את בית הספר שעה אחת מאוחר יותר ולסיים שעה מאוחר יותר?

**למורה:** תחילה יש לענות על השאלה הזאת באופן אישי. אפשר להיות בעד, נגד או להתלבט. יש לבקש מהתלמידים לנמק את עמדתם או להסביר מדוע הם מתלבטים. לעבודה בקבוצות יש להכין קובץ שיתופי ובו הטבלה המופיעה להלן. בשביל העבודה בקבוצות אפשר פיזית לחלק את הכיתה לשלושה אזורים, וכל תלמיד בוחר לאיזה אזור להשתייך. שם הם יכולים לשבת ולארגן את הנימוקים שלהם בקובץ השיתופי.

בקבוצות - על פי תשובתכם לשאלה (כן, לא, מתלבטים):

1. רשמו את הנימוקים של קבוצתכם בטבלה שבקובץ השיתופי.
2. ציינו נימוק אחד לפחות של קבוצה אחרת שהיה משכנע במיוחד לדעתכם, למרות שדעתכם שונה.

**למורה:** מטרת חלק זה היא להראות לתלמידים מתחילת הפעילות, שהמצב מורכב ויש מגוון דעות. גם התשובה לשאלה תהיה מורכבת.

מתלבטים	נגד להתחיל את הלימודים שעה מאוחר יותר	בעד להתחיל את הלימודים שעה מאוחר יותר

## חלק ב: יצירת מאגר נתונים כיתתי

3. לפניכם שאלון שבאמצעותו תאספו נתונים על הרגלי השינה שלכם. ניתוח נתונים אלה יסייע לכם בהמשך לבדוק אם מתאים לכיתה שלכם להתחיל את הלימודים שעה מאוחר יותר. לקראת מילוי השאלון נבקשכם לערוך רישום בכל יום, למשך שבוע, באילו שעות אתם נרדמים ובאילו שעות אתם מתעוררים בבוקר. תוכלו להיעזר בטבלה הבאה:

יום א	יום ב	יום ג	יום ד	יום ה	יום ו	שבת	ממוצע בימי לימודים
							השעה שבה קמתי בבוקר
							השעה שבה הרגשתי עייף/פה
							השעה שבה נרדמתי

**למורה:** מהשאלות הבאות אפשר להכין לתלמידים שאלון באמצעות google form.

- א. ציינו לאיזו קבוצה השתייכתם:
  - בעד להתחיל את הלימודים שעה מאוחר יותר
  - נגד להתחיל את הלימודים שעה מאוחר יותר
  - מתלבטים
- ב. באיזו שעה ביממה אתם מתחילים להרגיש עייפות וצורך ללכת לישון?
- ג. האם כשמבקשים מכם ללכת לישון אתם מרגישים עדיין ערניים?
- ד. באילו שעות אתם הולכים לישון במשך השבוע? רשמו כאן את המעקב שביצעתם לאורך השבוע.
- ה. באיזו שעה אתם קמים בבוקר כדי להגיע לבית הספר? רשמו כאן את המעקב שביצעתם לאורך השבוע.
  1. דרגו את הקושי שלכם לקום בבוקר במהלך השבוע:
    - קשה לי מאוד לקום בבוקר, ולפעמים אני אפילו לא מתעורר/ת
    - קשה לי לקום, אבל אחרי כמה דקות אני מתעורר/ת
    - אני קם/מה בבוקר די בקלות
    - אני מזנק/ת מהמיטה בבוקר
  2. באיזו שעה אתם קמים בבוקר בסופי שבוע (ללא התראה בנייד או שמישהו מעיר אתכם)?
  - ח. באיזו שעה אתם הולכים לישון בסופי שבוע?
  - ט. כמה זמן לפני שאתם נרדמים אתם מקדישים לטלפון הנייד? או: מה אתם עושים כחצי שעה לפני שאתם נרדמים?
  - י. באיזו שעה אתם אוכלים ארוחת ערב?
  - יא. אם תוכלו להגיע שעה מאוחר יותר לבית הספר, האם תלכו לישון יותר מאוחר?

## חלק ג: מה מאפיין את הרגלי השינה של הנוער?

4. **בכתבה** הבאה מתארים הורים ממשפחות שונות את הרגלי השינה של בני הנוער במשפחה.
- מה מאפיין את השינה וההתעוררות של בני הנוער המוצגים בכתבה?
  - שנתם של בני נוער באותה משפחה עשויה להיות שונה. במה מתבטא ההבדל?
  - כיצד מתארים ההורים את תחושתם בעניין שנת בני הנוער במשפחה? מה הייתם אומרים להם בעניין זה?
  - מה למדתם על שנת בני הנוער מהכתבה?
  - אילו מאפיינים של שנת בני נוער שמצאתם בכתבה אתם מזהים גם אצלכם?

### סיבות חברתיות ותרבותיות או סיבות ביולוגיות?

הצורך לישון היטב וההשלכות של מחסור בשינה מוכרים לכולנו. מחקרים רבים מדווחים שלמרות שמשך השינה המיטבי למתבגרים הוא **9 שעות ועשרים דקות**, רוב בני הנוער בארצות שונות ברחבי העולם מדווחים על פחות מ-8 שעות שינה בימי הלימודים, ועל כך שלעומת תקופת הילדות הם נרדמים בשעות מאוחרות יותר בלילה. סקר שינה שנערך בקרב בני נוער בישראל מצביע על כ-7.5 שעות שינה בלבד, והירדמות במהלך ימי הלימודים בסביבות השעה 23:00 בממוצע.

יש הטוענים שהרגלי השינה בקרב בני נוער הם התנהגותיים, וקשורים לגורמים חברתיים וסביבתיים: זה הגיל שבו חותרים לעצמאות רבה יותר ומקיימים מפגשים חברתיים בשעות מאוחרות יותר. חלק מהחוגים למתבגרים מתקיימים בשעות מאוחרות של הערב והלילה ויש בני נוער שעובדים לאחר שעות בית הספר. מטלות הלימודים מורכבות יותר ונדרש יותר זמן כדי לבצען. כמו כן, הגלישה ברשת וזמינות הניידים בחדר ובמיטה מציבים פיתוי גדול בפני מי שהולך לישון. המחזיקים בדעה כזאת טוענים, שיש להגביל את שעות הפעילות של מתבגרים כדי לאפשר להם לישון את משך הזמן הדרוש להם. במילים אחרות: לדרוש מבני נוער ללכת לישון בשעה מוקדמת יותר.

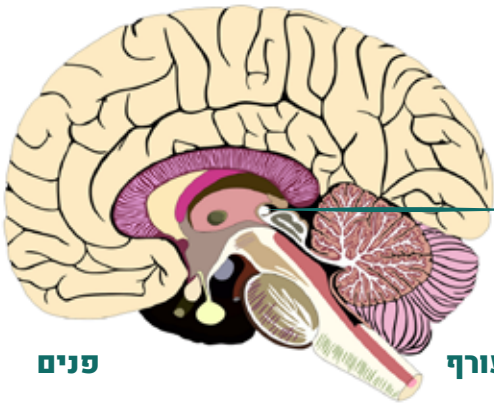
הגבלה כזאת עשויה להיות יעילה אם אכן הרגלי השינה של מתבגרים מושפעים רק מגורמים חברתיים וסביבתיים. אבל האם להרגלי השינה של מתבגרים יש גם קשר לאופן שבו מתפקד הגוף בשלב זה של החיים?

5. א. מדוע לדעתכם חשוב לשאול את השאלה?

ב. שינה היא תופעה ביולוגית מורכבת. לפניכם קטעי מידע המציגים מחקרים שבדקו חלק מהגורמים המשפיעים על הרגלי השינה בקרב בוגרים ובקרב בני נוער. היעזרו בקטעי המידע וכתבו מה הייתם עונים לטענה שהרגלי השינה בקרב בני נוער הם התנהגותיים.

**למורה:** יש אפשרות נוספת לנהל את הלמידה באמצעות קטעי המידע: אפשר לחלק את הכיתה לקבוצות. כולן יעבדו על קטע המידע הראשון, כי הוא חיוני להבנה. כל קבוצה תעבוד על אחד הקטעים האחרים ותציג אותו בפני הכיתה. כל קבוצה תצטרך להסביר לכיתה מה הקטע שלמדה מוסיף כדי לענות על השאלה האם הגורם הוא חברתי או ביולוגי.

**הורמון:** חומר המופרש מתאים באזור מסוים בגוף לזרם הדם, ומשפיע על תהליכים המתרחשים בתאים במקום אחר בגוף.



בלוטת האיצטרובל

פנים

עורף

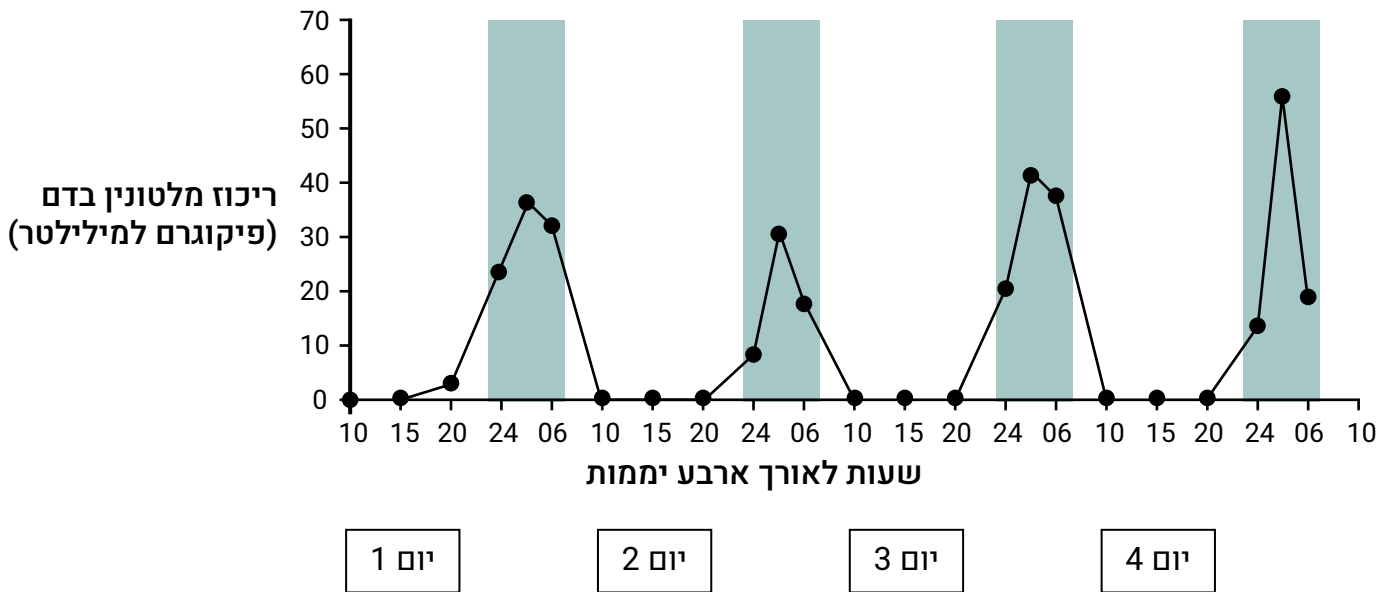
מלטונין הוא הורמון המופרש מבלוטת האיצטרובל שבמוח במחזור יומי: ריכוז המלטונין בדם אצל אנשים בוגרים, מתחיל לעלות לקראת הערב, לרוב בסביבות השעה 20:00, וגורם לתחושת עייפות. הוא מגיע לשיא בשעות הלילה המאוחרות, בשעה שאנחנו ישנים. לקראת סוף שלב השינה מתחילה ירידה בהפרשת מלטונין לדם וריכוזו נמוך באופן משמעותי בערך בשעות 7:00-8:00 בבוקר. הירידה בריכוזו יוצרת תחושת עוררות, ואנחנו מקיצים משנת הלילה.

**למורה:** מומלץ שהתלמידים יבצעו את הפעילות "מהו ריכוז" אם טרם עשו אותה או להזכיר להם את עיקריה, אם כבר עשו אותה.

חוקרים בדקו את ריכוז המלטונין בדם של אנשים בוגרים בריאים במשך ארבעה ימים. תוצאות הבדיקה מובאות בגרף 1. 6. א. תארו את הגרף.

**ריכוז מלטונין מתחיל לעלות בשעות הערב, ומגיע לשיא בשעות הלילה. הוא יורד לקראת בוקר ובמשך היום הוא אפסי. מגמה זאת חוזרת על עצמה כל יום.**

גרף 1: ריכוז מלטונין בדם במשך ארבעה ימים רצופים בקרב חמישה אנשים. באפור מסומנות שעות החושך.



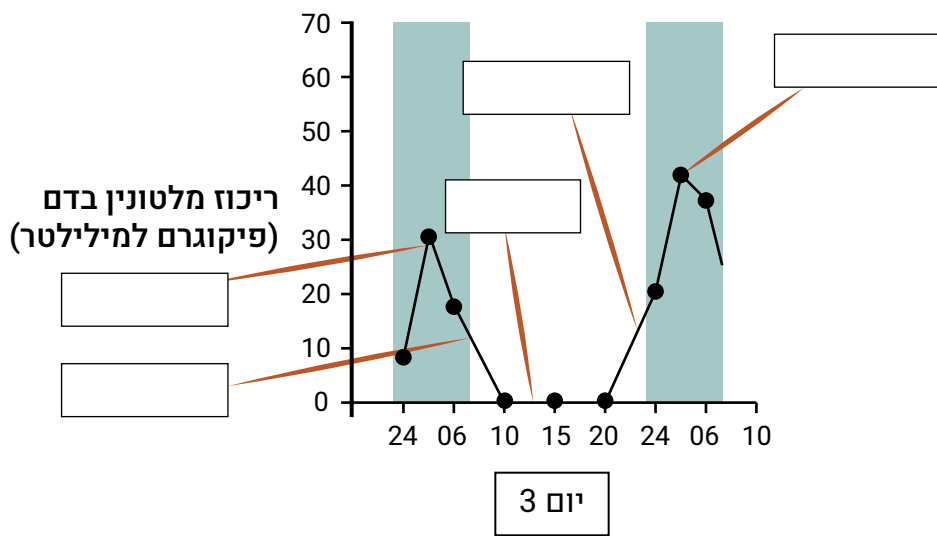
**פיקוגרם:** יחידת משקל שהיא מיליונית המיליונית של קילוגרם (10-12 קילוגרם).

ב. האם זיהיתם בגרף דפוסים חוזרים הקשורים לריכוז המלטונין בדם? אם כן, תארו אותם. הביאו נתונים מהגרף התומכים בתשובתכם.

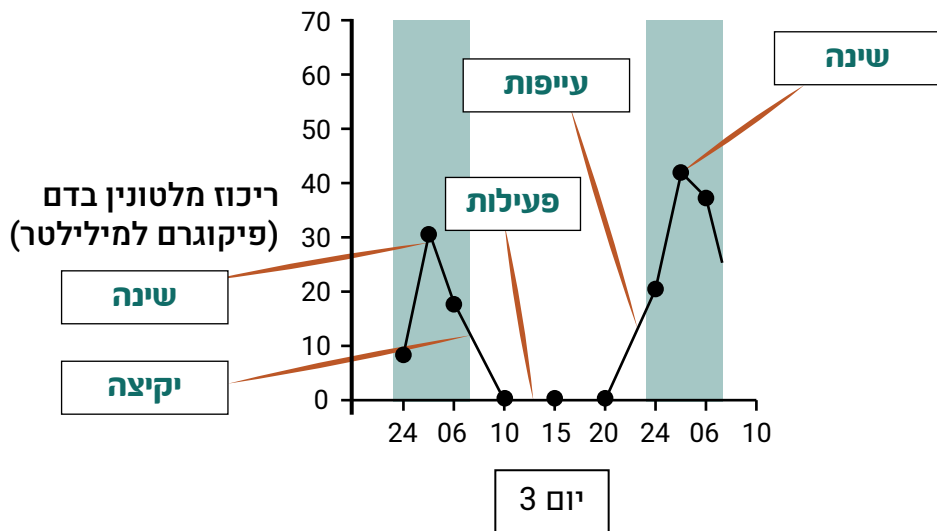
**ריכוז מלטונין מתחיל לעלות בשעות הערב. לדוגמה, ביום 2 ריכוז מלטונין עולה מ-0 פיקוגרם למילילטר בשעה 20:00 ל-10 פיקוגרם למילילטר בשעה 24:00. ריכוז מגיע לשיא בשעות הלילה. לדוגמה, ביום 3 ריכוז מלטונין עולה ל-30 פיקוגרם למילילטר בערך בשעה 3:00 לפנות בוקר. ריכוז יורד לקראת בוקר. בשעה 6:00 בבוקר ביום 3 לדוגמה ריכוז יורד ל-20 פיקוגרם למילילטר ובמשך היום הוא אפסי. מגמה זאת חוזרת על עצמה כל יום.**

ג. ריכוז המלטונין בדם משפיע באופן מובהק על התנהגות השינה שלנו. לפניכם קטע מגרף 1, המתאר את השינוי בריכוז מלטונין בדם ביום השלישי. רשמו את התיאור המתאים להתנהגות השינה בכל קטע בגרף (שינה, פעילות, עייפות, יקיצה). שימו לב, יתכן שחלק מהאפשרויות יופיעו פעמיים.

**למורה:** כשריכוז המלטונין בדם עולה בשעות הערב מתחילה תחושת עייפות, המובילה להירדמות בשעה מסוימת. השינה תמשיך כל עוד ריכוז המלטונין בדם גבוה יחסית. ירידה בריכוז המלטונין מלווה לרוב את היקיצה ומעבר לפעילות, אבל היא אינה הגורם היחיד לעוררות. לכן, ייתכנו מצבים שבהם למרות הירידה בריכוז מלטונין בדם השינה תמשיך.



**תשובה:**





בשל ההשפעה המובהקת של מלטונין על התנהגות השינה שלנו, ובשל התנודות היומיות בהפרשת ההורמון, הוא נחשב לשעון ביולוגי, המאותת לגופנו מתי העת לישון ומתי להתעורר: תחילת הפרשת מלטונין היא סמן ביולוגי להכנת הגוף לשינה, ואילו מועד דעיכתה הוא סמן ביולוגי להתעוררות.

חשוב לזכור, כאמור, ששינה היא תופעה מורכבת. נוסף על מלטונין יש גורמים פיזיולוגיים אחרים הקובעים את ההירדמות והשינה. לדוגמה, גורמים המאיטים את קצב פעולת הלב ומורידים את טמפרטורת הגוף לקראת השינה ובמהלכה.

7. א. על פי הנתונים שאספתם על עצמכם בשאלון, נסו לשער כיצד יראה הגרף של ריכוז המלטונין בדם שלכם ושרטטו אותו. שימו לב: סמנו בגרף של עצמכם את שעות החושך.
- ב. השוו את הגרף ששרטטתם לגרף 1: מה דומה, מה שונה?
- ג. מה יש לעשות כדי לבדוק אם הגרף המשוער שלכם נכון?
- צריך לבדוק את ריכוז המלטונין בדם במשך כמה ימים.**

## קטע מידע 2: הפרשת מלטונין בקרב מתבגרים

במחקר שנערך בבריטניה נבדקה שעת התחלת הפרשת המלטונין בערב בקרב 34 תלמידי כיתה ט'. לאחר שנה, במהלך כיתה י', נבדקה שוב שעת התחלת הפרשה של מלטונין בערב באותם תלמידים. החוקרים העלו שלוש השערות אפשריות:

א. אצל רוב התלמידים אין שינוי בשעת התחלת הפרשה של מלטונין בין כיתה ט' לכיתה י'.

ב. אצל רוב התלמידים שעת התחלת הפרשה של מלטונין בכיתה י' מאוחרת יותר משעת התחלת הפרשה של מלטונין בכיתה ט'.

ג. אצל רוב התלמידים שעת התחלת הפרשה של מלטונין בכיתה י' מוקדמת יותר משעת התחלת הפרשה של מלטונין בכיתה ט'.

8. לפניכם שלוש השלכות אפשריות של ההשערות שהעלו החוקרים על שעת ההירדמות של בני הנוער. על פי הידוע לכם על מלטונין, התאימו השלכה אחת לכל אחת מההשערות.

א. רוב התלמידים בכיתה י' נוטים להירדם מאוחר יותר.

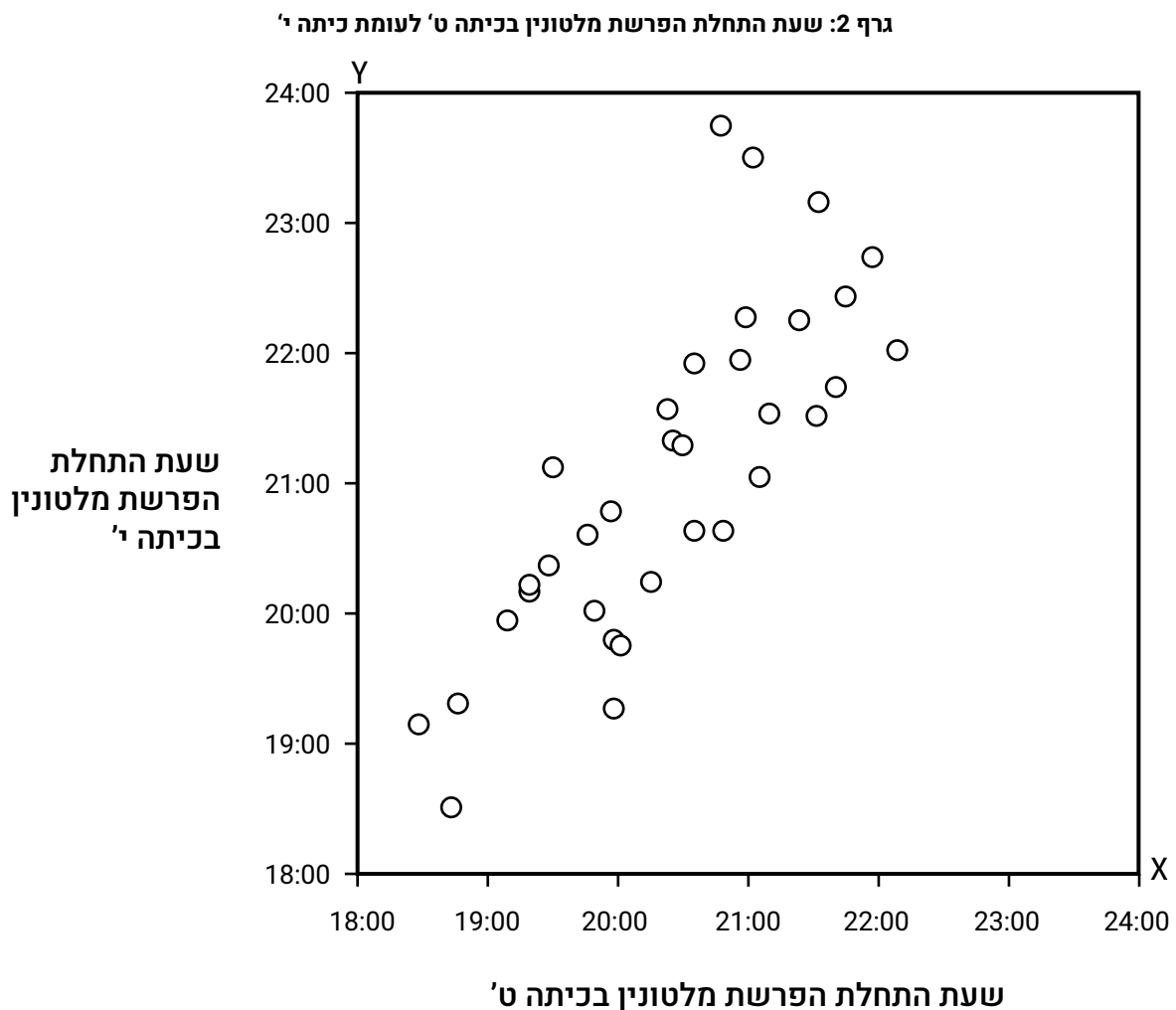
ב. רוב התלמידים בכיתה ט' ובכיתה י' ימשיכו להירדם באותן שעות.

ג. רוב התלמידים בכיתה י' נוטים להירדם מוקדם יותר. **א-21; ב-1א; ג-1ג**

9. בגרף 2 מתוארות התוצאות עבור כל 34 התלמידים, כך שכל נקודה מייצגת את תחילת הפרשת מלטונין בכיתה ט' לעומת שעת התחלת הפרשת מלטונין בכיתה י'. כלומר, **כל נקודה מייצגת תלמיד יחיד** – על ציר X הפרשת המלטונין של התלמיד ב-ט', על ציר Y – הפרשת המלטונין של אותו התלמיד ב-י'.

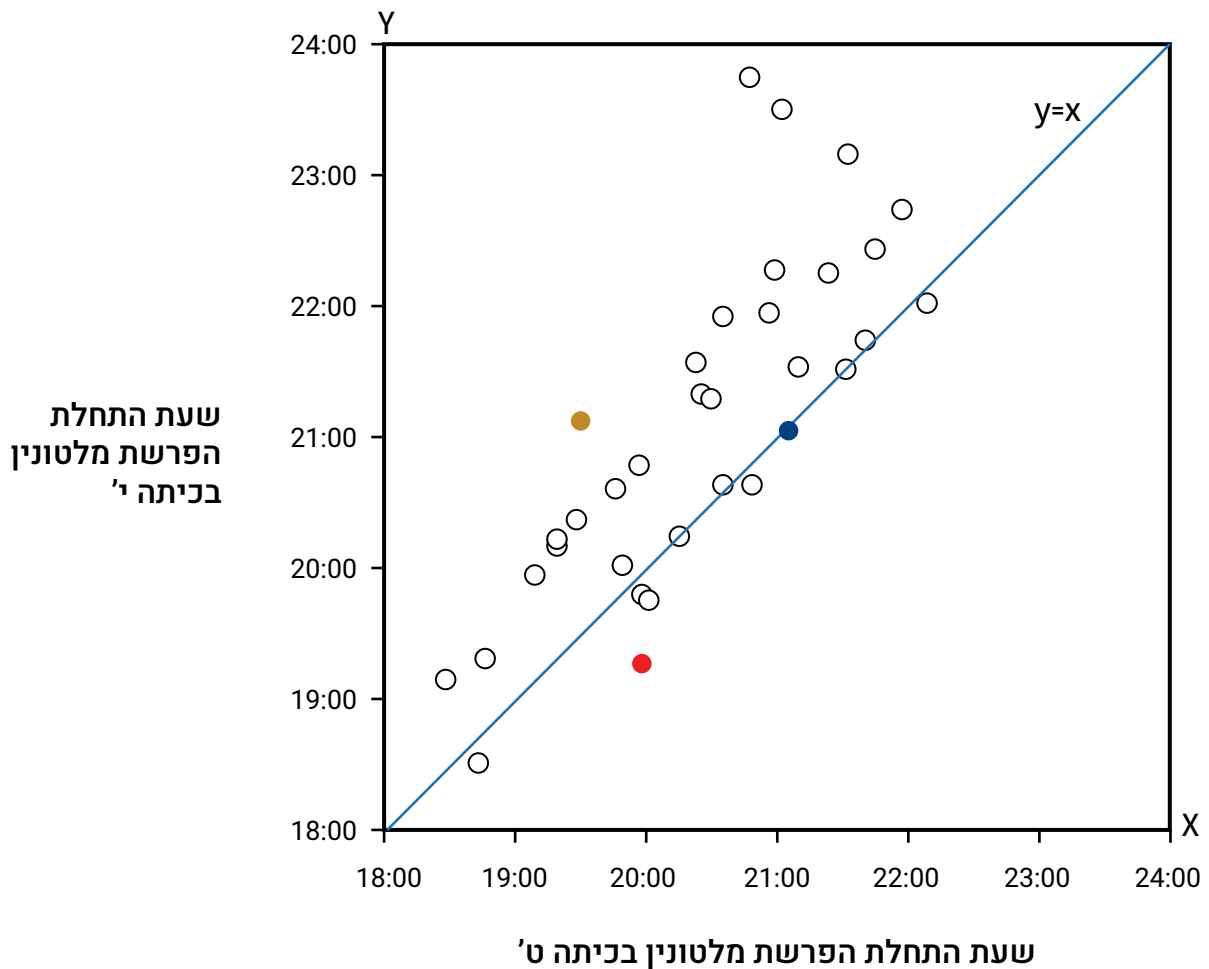
**למורה:** כאן המקום לפתח דיון בכיתה איך להבין את התוצאות שאינן תוצאות של כן או לא, ואפילו לא קו ישר או עקום, אלא פזורות.

באיזו מהשערות החוקרים (א, ב או ג) תומכות התוצאות המוצגות בגרף? אם אתם מתקשים לקבוע הסבירו מדוע.



10. כדי לסייע בניית התוצאות, הוסיפו החוקרים לגרף קו (בכחול) המייצג את הפונקציה  $y=x$ .  $x$  מייצג את שעת התחלת הפרשה של מלטונין בכיתה י;  $y$  מייצג את שעת התחלת הפרשה של מלטונין בכיתה י'.

**למורה:** אפשר להמשיך את הדיון, ולנסות לשער איך הקו יכול לעזור להבין את התוצאות: להתחיל בתיאור של מיקום הנקודות ביחס לקו, איפה נמצאות רוב הנקודות. כדי להבין את משמעות המיקום ביחס לקו יש לעבור לשאלות הבאות.



א. שלוש נקודות בגרף סומנו בצבעים. כל אחת מהן מייצגת נתונים על תלמיד אחר. מלאו את הטבלה עבור כל אחת משלוש הנקודות (שלושת התלמידים):

צבע הנקודה בגרף	שעת הפרשת מלטונין בכיתה ט'	שעת הפרשת מלטונין בכיתה י'	מסקנה: שעת ההירדמות של התלמיד/ה בכיתה י' תהיה מאוחרת/מוקדמת יותר/ללא שינוי
אדום	20:00	19:15	מוקדמת יותר
כחול	21:15	21:15	ללא שינוי
צהוב	19:30	21:10	מאוחרת יותר

ב. הקו הכחול בגרף מייצג את הפונקציה  $y=x$ . איזו מההשערות של החוקרים על הפרשת מלטונין בגיל ההתבגרות מתאימה לפונקציה זאת? **השערה א: אין שינוי בשעת התחלת הפרשה של מלטונין בין כיתה ט לכיתה י.**

ג. איזה מהתלמידים שבטבלה מייצג דוגמה להשערה שציינתם בסעיף ב'? **התלמיד שמוצג בנקודה כחולה.**

ד. היכן נצפה למצוא את רוב הנקודות (תוצאות הבדיקה של הפרשת מלטונין) ביחס לישר בכל אחת משתי ההשערות האחרות (קרוב לקו או עליו; מתחת לקו; מעל לקו)? מדוע?  
**השערה ב: מעל לקו, מפני שלרוב התלמידים תהיה שעת התחלת הפרשת מלטונין מאוחרת יותר בכיתה י.**  
**השערה ג: מתחת לקו, מפני שלרוב התלמידים תהיה שעת התחלת הפרשת מלטונין מוקדמת יותר בכיתה י.**

ה. איזה ייצוג אלגברי יתאים לכל אחת מההשערות (ב ו-ג)?

**השערה ב:  $y > x$**

**השערה ג:  $y < x$**

ו. באיזו השערה (מעמוד 10) תומכות התוצאות של המחקר הנראות בגרף? נמקו את תשובתכם.  
**התוצאות הנראות בגרף תומכות בהשערה ב, מפני שרוב הנקודות נמצאות מעל הקו. כלומר: לרוב התלמידים שהשתתפו במחקר התאחזה שעת הפרשת מלטונין במעבר מכיתה ט לכיתה י.**

ז. נמצא שבכיתה ט החלה הפרשת מלטונין בשעה 20:24 במוצע; לעומת זאת, בקרב אותם תלמידים בכיתה י החלה הפרשת מלטונין בשעה 21:02 במוצע. באיזו השערה תומכים שני נתונים אלה?  
**נתונים אלה מראים שבמוצע שעת הפרשת מלטונין התאחזה במעבר מכיתה ט לכיתה י (השערה ב).**

ח. איך אפשר לחשב את השעה הממוצעת של תחילת הפרשת המלטונין של כיתה ט וכיתה י מתוך הגרף?  
**עבור כיתה ט, יש לבדוק מהי השעה בכיתה ט עבור כל נקודה, לסכום ולחלק במספר התלמידים (34). באופן דומה יש לבצע עבור כיתה י.**

11. כיצד עזר לכם הקו המייצג את הפונקציה  $y=x$  לנתח את התוצאות?

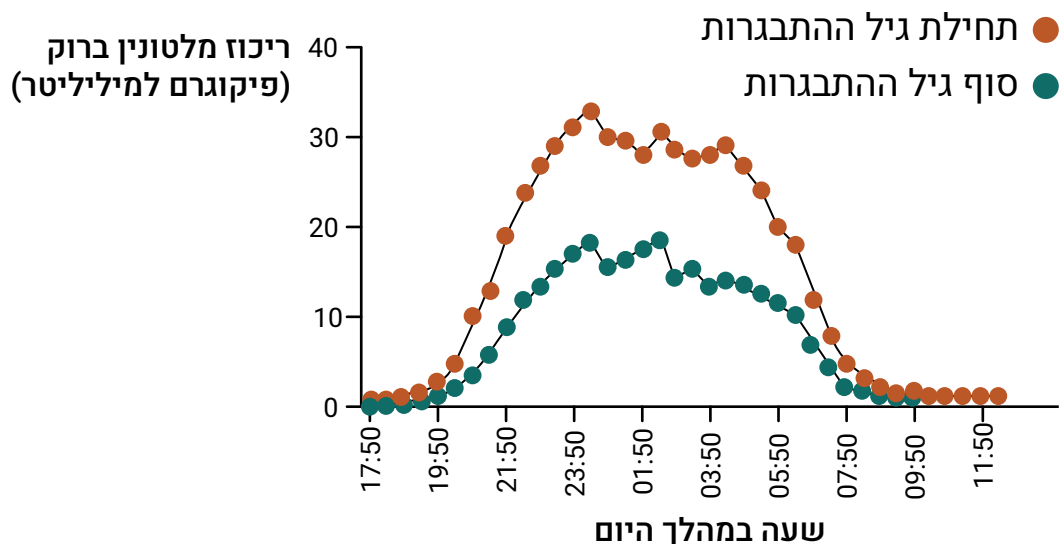
**למורה:** זאת שאלה רפלקטיבית. אין עליה תשובה נכונה. חשוב שהתלמידים ינסו להסביר לעצמם: מה הייתה הבעיה בניתוח תוצאות בפיוזור? כיצד הפונקציה עוזרת לניתוח התוצאות? מתי מתאים להשתמש בה? וכדומה.

12. הגרף הבא מציג תוצאות מחקר שבו השוו את הפרשת מלטונין לאורך היממה בין תחילת גיל ההתבגרות לבין סוף גיל ההתבגרות.

**למורה:**

- בגרף זה ובמחקרים נוספים נראית גם ירידה בריכוזי מלטונין, כך שהעקום המתאר את הגילאים המאוחרים יותר בהתבגרות מצביע על ירידה בכמות המלטונין המופרש מהמוח. יתכן שגם זאת תופעה המאפיינת את גילאי ההתבגרות, אבל אין הסכמה עליה, והיא לא תמיד חוזרת על עצמה, כנראה בגלל שיטות המדידה השונות של החוקרים במחקרים שונים.
- בגרף נראה עיכוב בתחילת הפרשת מלטונין בקרב מתבגרים לעומת גילאים צעירים יותר, אבל עיכוב דומה לא נראה בדעיכת הפרשת מלטונין בשלב היקיצה. סיבה אפשרית היא, שיקיצה מושפעת מגורמים נוספים, שחזקים יותר ממלטונין בהשפעתם על תהליך היקיצה בקרב מתבגרים.

**גרף 3: ריכוזי מלטונין ברוק לאורך היממה בשלבים שונים של גיל ההתבגרות**



א. באיזו שעה מתחילה הפרשה משמעותית של מלטונין (לפחות 10 פיקוגרם למיליליטר) בכל גיל?  
**בתחילת גיל ההתבגרות: 21:00 בערך. בסוף גיל ההתבגרות: בערך ב-22:00.**

ב. מה ההפרש (בדקות) בין הגילאים בעיתוי שמצאתם להפרשת 10 פיקוגרם למיליליטר מלטונין? **כ-60 דקות.**  
ג. באיזו השערה של החוקרים (א', ב' או ג' בעמוד 10) תומך הגרף? **הגרף תומך בהשערה ב.**

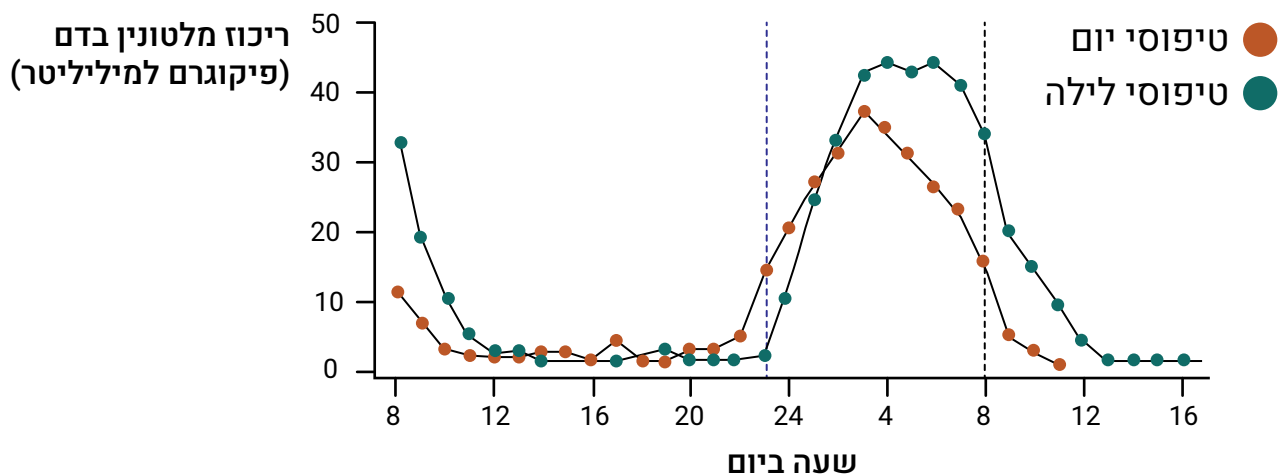
13. לאור המידע שקראתם עד עכשיו, מהי עמדתכם בעניין שינוי שעת תחילת הלימודים עבור הכיתה שלכם? מדוע?

**למורה:** שאלה זאת נועדה להזכיר לתלמידים את מטרת הקריאה של קטעי המידע. היא רלבנטית אם כל התלמידים לומדים את כל קטעי המידע. אם מחלקים את הכיתה לקבוצות וכל קבוצה לומדת רק קטע מידע אחד, השאלה הזאת צריכה לקבל תשובה עבור כל קטע מידע.

### קטע מידע 3: טיפוסי יום וטיפוסי לילה

יש אנשים שבאופן טבעי מרגישים עייפים בערב, נרדמים בשעה מוקדמת יחסית של הלילה ובשעות הבוקר הם פעילים ומרגישים רעננות. אלה מכונים טיפוסי בוקר.  
לעומתם, יש אנשים שערנותם בשיאה בערב. הם פעילים בשעות הלילה המוקדמות, אך מרגישים עייפות גדולה בשעות הבוקר ומתקשים מאוד להתעורר. אלה מכונים טיפוסי לילה.

גרף 4: מתאר את ריכוז המלטונין בדם של טיפוסי יום לעומת ריכוזו בדם של טיפוסי לילה.



14. א. תארו את הגרף.

ב. מעט לאחר שעה 24:00 (חצות), ריכוז המלטונין בדם של טיפוסי לילה הוא כ-15 פיקוגרם למיליליטר.

באיזו שעה מגיע ריכוז המלטונין בדם של טיפוסי הבוקר לערך דומה? **23:00 בערך.**

ג. מהו ריכוז המלטונין בדם של טיפוסי יום וטיפוסי לילה בשעה 8 בבוקר?

**טיפוסי יום: 16 פיקוגרם למיליליטר; טיפוסי לילה: 35 פיקוגרם למיליליטר.**

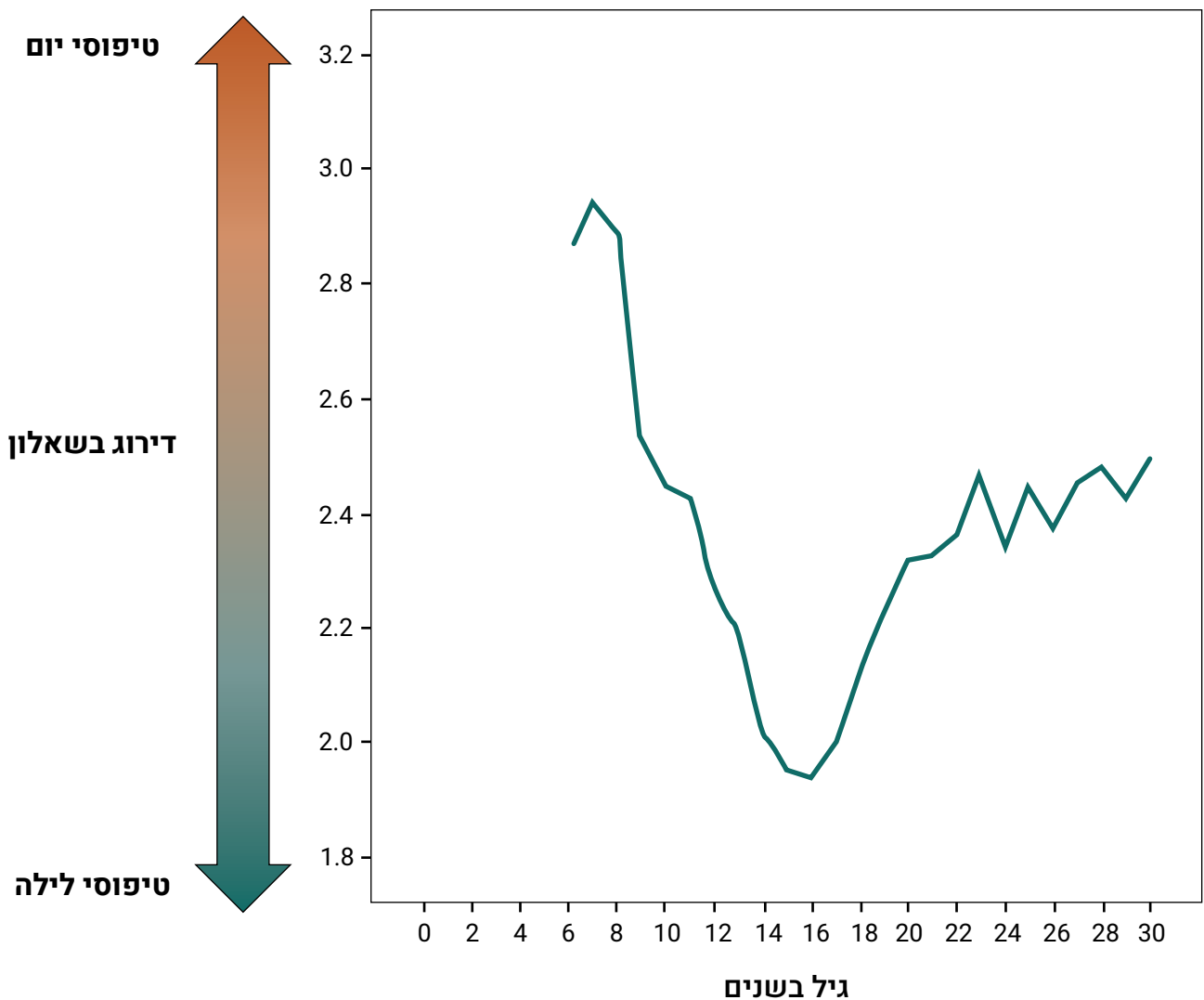
ד. על פי הגרף, איזה הסבר ביולוגי אפשר להציע לכך שקיימים טיפוסי יום וטיפוסי לילה?

**אחד ההבדלים בין טיפוסי בוקר לטיפוסי ערב הוא שעת תחילת הפרשת מלטונין. בקרב טיפוסי בוקר הפרשת מלטונין בערב מתחילה בשעה מוקדמת יותר, והם חשים עייפות מוקדם יותר. לעומתם, בקרב טיפוסי לילה הפרשת מלטונין בערב מתחילה בשעה מאוחרת יותר, והם חשים עייפות מאוחר יותר.**

בגרמניה נערך מחקר על כ-26,000 ילדים, בני נוער ובוגרים שהצהירו על מאפייני הערנות של עצמם באמצעות שאלונים. השאלונים מבחינים בין טיפוסי בוקר, לבין טיפוסי ערב.

**גרף 5: טיפוסי יום וטיפוסי לילה בגילאים שונים:**

השאלון מדרג את הטיפוסים השונים בין 1 ל-4, כך שדירוג 1 מגדיר טיפוס לילה מוחלט, ואילו דירוג 4 מגדיר טיפוס בוקר מוחלט.



15. חלקו את הגרף לחלקים. על פי מה חילקתם?

**בכל פעם שהקו משנה כיוון כללי (משנה מגמה) מתחיל מקטע חדש.**

16. כל אחד מההיגדים הבאים מעלה מסקנה מהגרף. ציינו עבור כל היגד אם הוא נכון או לא נכון ונמקו באמצעות נתונים מהגרף.

א. מגיל 8 בקירוב עד גיל 16 הופכים יותר ויותר לטיפוסי לילה.

**נכון. הקו של הגרף מגיל 8 עד גיל 16 יורד, והערכים הולכים והופכים לטיפוסי לילה.**

ב. גיל 16 הוא נקודת מפנה כי בגיל זה מתחיל שינוי מטיפוסי לילה לכיוון טיפוסי בוקר

**נכון. בנקודה של גיל 16 חל שינוי בשיפוע של העקום של הגרף, והוא מתחיל לעלות לכיוון של טיפוסי בוקר.**

ג. ילדים עד גיל 8 נוטים להיות טיפוסי לילה

**לא נכון. ילדים לפני גיל 8 הם טיפוסי בוקר. לדוגמה, בגיל 7 הניקוד בשאלון היה 2.95, שמתאים יותר לטיפוסי בוקר.**

ד. בגילאים בוגרים אנחנו חוזרים להיות טיפוסי בוקר בדיוק כמו שהיינו בילדותנו







**לא נכון. לפי הגרף יש שינוי בבגרות לכיוון שהוא פחות טיפוסי ערב, אבל לא חוזרים לאותם ערכים של טיפוסי בוקר כמו בילדות. לדוגמה, בגיל 7 הניקוד בשאלון היה 2.95, שמתאים יותר לטיפוסי בוקר, ואילו בגיל 25 הערך הוא 2.35, שהוא פחות טיפוס בוקר.**

17. תופעה דומה התקבלה במחקרים שבוצעו ברוסיה, איטליה, ספרד וארצות הברית. כיצד נתון כזה יכול לחזק את תוצאות הסקר בגרמניה?
- חזרה על תוצאות תמיד מחזקת ומראה שהתופעה אינה אקראית. העובדה שבארצות שונות נמצאו תוצאות דומות מראה שההבדל אינו תלוי מקום, וייתכן שאינו נובע מהבדלים תרבותיים או סביבתיים, אלא אולי ממאפיין פיזיולוגי.**
18. על פי תוצאות הסקר, איזה עקום מגרף 4 המתאר את ריכוז המלטונין בדם יכול להתאים לדיווחים על הרגלי השינה של בני נוער?
- יתכן שהעקום של טיפוס הלילה, שבו מלטונין מופרש בשעות מאוחרות יותר יתאים יותר למתבגרים.**
19. בעזרת הידוע לכם על מלטונין הציעו הסבר להבדלים שנמצאו בסקר בגרמניה בין טיפוס השינה בגיל ההתבגרות לבין טיפוס השינה בגיל הילדות ובבגרות.
- תשובה אפשרית: אפשר לשער שהשינויים מטיפוסי בוקר בילדות לטיפוסי לילה במהלך ההתבגרות נובעים משינויים במועדי הפרשת מלטונין. על פי גרף 2, בקרב טיפוס לילה חל איחור בהפרשת מלטונין בערב ולכן הם נוטים להירדם מאוחר יותר. יתכן שבמהלך ההתבגרות חל אחור בהפרשת מלטונין בערב, ולכן מתבגרים הם יותר טיפוס לילה.**

## קטע מידע 4: שנת מתבגרים ביונקים אחרים

בתקופת ההתבגרות המינית חלים שינויים בהרגלי השינה בקרב מגוון של יונקים. לרוב, שעת ההירדמות של היונקים לפני גיל ההתבגרות מוסטת קדימה, והמתבגרים נרדמים בשעות מאוחרות יותר.

20. כיצד יכולים ממצאים אלה לסייע בשאלה אם הרגלי השינה של מתבגרים נובעים רק מסיבות התנהגותיות- חברתיות?

הסדת השינה קדימה בתקופת ההתבגרות (בשעות)	היונק
10	 <p data-bbox="1114 685 1184 712">פסמון</p>
1	 <p data-bbox="1120 954 1177 981">עכבר</p>
1-4	 <p data-bbox="1114 1182 1184 1209">חולדה</p>
3-5	 <p data-bbox="1129 1456 1168 1482">דגו</p>
2	 <p data-bbox="1098 1724 1200 1751">קופי רזוס</p>
1-3	 <p data-bbox="1120 1993 1177 2020">אדם</p>

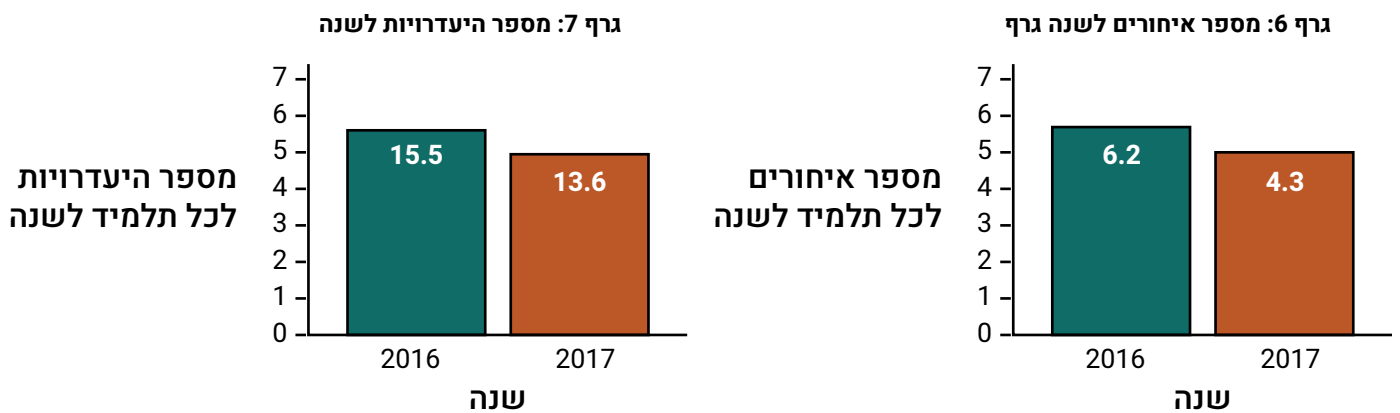


## חלק ד: תוצאות הניסוי בסיאטל

ההחלטה בסיאטל להתחיל את הלימודים בשעה 8:45 התקבלה לאור תוצאות מחקר שנערך בשני בתי ספר בעיר ובדק מהן ההשלכות של התחלת הלימודים בשעה אחת מאוחר יותר. המחקר עקב אחר מדגם אקראי של תלמידים בשני בתי ספר בעיר בשנה שלפני השינוי בשעות בית הספר (2016), ובשנה שבה החל השינוי (2017). בכל שנה, התלמידים ענדו למשך שבועיים שעונים לניטור פעילות וניהלו יומן שינה. הם אף ענו על שאלונים שנועדו לתעד את תחושת העייפות שלהם ואת הרגלי השינה.

אלה התוצאות העיקריות שהתקבלו במחקר:

1. משך השינה של התלמידים בימי הלימודים ב-2017 התארך בכחצי שעה לעומת 2016.
2. ממוצע הציונים של התלמידים בשנת 2017 היה 82 לעומת 77.5 בשנת 2016.
3. התלמידים דיווחו על יותר ערנות בשנת 2017 לעומת שנת 2016.
4. בבית הספר שבו תלמידים רבים יותר מרקע סוציו-אקונומי נמוך חל שינוי במידת האיחורים והיעדרויות של התלמידים:



21. האם לדעתכם היה מוצדק לאחר את שעת תחילת הלימודים בסיאטל בכל בתי הספר? נמקו את דעתכם באמצעות תוצאות מחקר זה.

### מחשבה על השלכות נוספות: על מי עוד, חוץ מכם, ישפיע השינוי?

22. בדקו מהן ההשלכות של התחלת יום הלימודים שעה אחת מאוחר יותר. על מי ישפיע השינוי? מי עוד חוץ מכם צריך יהיה להתאים את עצמו לשעה מאוחרת יותר? מה דעתם על כך והאם זה אפשרי ומתאים לכל הגורמים?

**למורה:** הכוונה כאן היא למורים, להנהלה, להסעות בית הספר, הורים שמסיעים או מטלות משפחתיות של בני נוער בבוקר, כמו ללוות אחים קטנים יותר לגן, או לקחת אותם בסיום יום הלימודים, חוגים אחר הצהריים.

23. מה נדרש מכם לעשות כדי שהשינוי יביא לתוצאה הרצויה (הארכת שעות השינה שלכם)?
24. מה אתם מציעים לעשות כדי לבדוק אם השינוי בשעת הלימודים אכן יוצר את השינוי הרצוי?

## חלק ה: עיבוד הנתונים של הכיתה

25. לאור מה שלמדתם על שנת מתבגרים, מה הייתם רוצים לדעת על הכיתה שלכם?
26. היעזרו בשאלונים שהעברתם כדי לענות על השאלות שהעליתם.
27. חשבו את השעה הממוצעת שבה התלמידים בכיתה נרדמים. מתי הייתם ממליצים לעצמכם לקום בבוקר כדי לשמור על תשע שעות שינה לפחות?

**למורה:** בנקודה זאת אפשר להציף את המושג ממוצע. אם עסקנו בממוצע בקטע המידע ובו ההשוואה בין כיתה ט' לכיתה י', אפשר כאן להעלות את התובנות משם.

28. אילו נתונים שאספתם מתקשרים למחקרים על שנת מתבגרים? האם נתוני הכיתה שלכם מתאימים לתוצאות המחקרים?

## חלק ו: אז מה מתאים לכיתה שלכם? גיבוש ההמלצה

- זה הזמן לגבש את ההמלצה שלכם: האם מתאים לכיתה להתחיל את הלימודים שעה אחת מאוחר יותר?
29. כתבו את ההמלצה להנהלת בית הספר. כדי לשכנע, השתמשו במידע שבפעילות ובנתונים שאספתם על מאפייני השינה של הכיתה.

**למורה:** מדובר בכתיבת טקסט טיעוני. אפשר ורצוי לקשר לנלמד בשיעורי הבעה. אפשר לנהל דיון עם התלמידים מה הופך טיעון למשכנע, ומהי חשיבות ההסתמכות על נתונים מקטעי המידע וממאגר הנתונים הכיתתי.

## מקורות לגרפים:

- גרף 1:  
David J. Kennaway (2019): A critical review of melatonin assays: Past and present. Journal of Pineal Research, DOI: 10.1111/jpi.12572
- גרף 2:  
Mary A. Carskadon, Amy R. Wolfson, Christine Acebo, Orna Tzischinsky, and Ronald Seifer (1998): Adolescent Sleep Patterns, Circadian Timing, and Sleepiness at a Transition to Early School Days. Sleep, Vol. 21 (8):871-881
- גרף 3:  
Stephanie J. Crowley, Christine Acebo and Mary A. Carskadon (2011): Human Puberty: Salivary Melatonin Profiles in Constant Conditions. Developmental Psychobiology, DOI 10.1002/dev.20605
- גרף 4:  
Jeanne F. Duffy, Derk-Jan Dijk, Edward F/ Hall and CharlesA/ Czeisler (1999): Relationship of endogenous Circadian Melatonin and Temperature Rhythms to Self-Reported Preference for Morning or Evening Activity in Young and Older People. Journal of Investigative Medicine, 47 (3):141-150
- גרף 5:  
Christoph Randler, Corina Faßl and Nadine Kalb (2017): From Lark to Owl: developmental changes in morningness/ eveningness from new-borns to early adulthood. Scientific Reports, 7. DOI: 10.1038/srep45874
- גרפים 6 ו-7:  
Gideon P. Dunster, Luciano de la Iglesia, Miriam Ben-Hamo, Claire Nave, Jason G. Fleischer, Satchidananda Panda, Horacio O. de la Iglesia (2018): Sleep more in Seattle: Later school start times are associated with more sleep and better performance in high school students. Scientific Advances, 4: eaau6200