**מבוא:**

שם הפעילות: ***השיפורים המתמידים של הטבע ( משימה אישית לתלקיט הדיגטלי)***

רקע לפעילות: תלמידי כיתות י ו יא בעלי הישגים בינויים.

פעילות בנושא: תורשה ואבולוציה **מבנית**: היה היה פעם סוס ננסי

**ויש גם התייחסות** לנושא **מיקרו אורגניזמים** שם המבנית-הסמויים מן העין.

**פעילות זו משלבת רמות חשיבה שונות בנוסף לשילוב פעילויות מתוקשבות.**

משך זמן הפעילות: 45-60 דק'

 ***השיפורים המתמידים של הטבע***

האבולוציה היא תהליך מורכב של שינויים שנעשים כדי ליצור התאמה לתנאי הסביבה ואין לה מטרה סופית שאחרי שמגיעים אליה היא מפסיקה לפעול

כתבה :יעל ארליך, 9/11/2017, אתר דוידסון, [https://davidson.weizmann.ac.il/online/science9E](https://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencepanorama/%D7%94%D7%A9%D7%99%D7%A4%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%9D-%D7%94%D7%9E%D7%AA%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%99%D7%9D-%D7%A9%D7%9C-%D7%94%D7%98%D7%91%D7%A2)

אחת הדוגמאות המפורסמות ביותר לתהליכים אבולוציוניים שהתרחשו לנגד עינינו היא השינוי בצבעם של עשי המודד המפולפל באנגליה. לפני העלייה בזיהום האוויר בעקבות המהפכה התעשייתית, צבעם של העשים היה בהיר עם נקודות אפורות, והם השתלבו היטב על רקע צבעם הטבעי הבהיר של גזעי העצים.

באמצע המאה ה-19, לאחר שגזעי עצים החלו להתכהות בעקבות זיהום האוויר, התגלו לראשונה עשים שחורים. מכיוון שהעשים הבהירים בלטו יותר על הרקע הכהה, סיכוייהם להיטרף על ידי ציפורים היו גבוהים יותר מסיכוייהם של העשים השחורים. כך עלה שיעורם היחסי של העשים השחורים באוכלוסייה, עד שבסוף המאה ה-19, רובם המוחלט (98 אחוזים) של העשים כבר היה שחור. בסוף המאה ה-20, כשהמודעות לזיהום האוויר עלתה וכמות הפיח שתרמה לשינוי בצבע הגזעים ירדה, חלה שוב עלייה באחוז העשים הבהירים, עד שהיחס כמעט התהפך חזרה (כ-95 אחוזים בהירים).

אנו נוטים לראות באבולוציה תהליך כיווני, שיש לו התחלה וסוף מוגדרים מראש. לפי תפיסה זו, מה שמפותח יותר חייב להיות מורכב יותר, יעיל יותר, טוב יותר. אך תהליך האבולוציה אינו חד סטרי, וכמו במקרה של העשים הוא חוזר לאחור לפעמים. השינויים נעשים בהתאם לתנאי הסביבה ולא כהתקדמות לעבר מטרה כלשהי.

המנגנון המניע תהליך זה קרוי [ברירה טבעית](http://davidson.weizmann.ac.il/online/tikshuv/life_sci/%D7%94%D7%91%D7%A8%D7%99%D7%A8%D7%94-%D7%94%D7%98%D7%91%D7%A2%D7%99%D7%AA), ולפיו מוטציה שהתרחשה באופן אקראי יכולה להעניק יתרון הישרדותי בתנאי סביבה מסוימים ולהגדיל את תפוצתה באוכלוסייה. למוטציה שבזכותה גופם וכנפיהם של העשים היו כהים יותר לא היה יתרון לפני שגזעי העצים כהו, להפך – היה בה חיסרון: אם היא התרחשה קודם לכן, העשים הנושאים אותה היו נטרפים יותר מאשר העשים הבהירים, והיו נעלמים מהר מאוד.

ברגע שהיה יתרון לצבע גוף כהה יותר, המוטציה סיפקה לבעליה ולצאצאיו יתרון הישרדותי על פני האחרים. כך עלה במהירות יחס נושאי המוטציה (העשים השחורים) באוכלוסייה. "הבוררים הטבעיים" במקרה זה הם הציפורים, שבררו מתוך אוכלוסיית העשים את אלו שייאכלו, וגם את העשים שישרדו, לפי צבע גופם בלבד. העדפות הציפורים השתנו לאורך הזמן כתלות בגורם סביבה משתנה - זיהום האוויר שהשפיע על צבע הגזעים, וצבע בולט יותר של העשים אל מול רקע הגזע.

שינויים מתמידים

תהליכים כאלה מתרחשים גם ביצורים מורכבים יותר. הנחש, למשל, שבגלל היותו חסר רגליים יכול להיראות לנו מורכב פחות מבעלי חיים בעלי רגליים. אלא שהנחשים התפתחו מיצור בעל ארבע רגליים, ואיבדו אותן במהלך האבולוציה, לאחר שבאב הקדמון המשותף לנחשים התרחשה מוטציה שגרמה ל"ביטולן".

רק באחרונה התברר, באופן חלקי לפחות, המנגנון לכך: נמצא שרצף DNA האחראי על ביטוי גֵן חשוב בהתפתחות הגפיים (SHH), מתבטא בנחשים באופן שונה מאשר בבעלי חוליות אחרים. כשהחוקרים החליפו את רצף ה-DNA הזה בעכברים לרצף שמופיע בנחשים, הגֵן SHH לא בא לידי ביטוי בגפיים של העוברים המתפתחים והעכברים נולדו עם ניצני גפיים מנוונות במקום רגליים.

לווייתני מזיפות הם היצורים הגדולים ביותר על כדור הארץ. הם חסרי שיניים, למרות העובדה שהלווייתנים הקדומים היו מצוידים בהן. במקום שיניים יש להם מזיפות: מבנים דמויי מסרק צפוף עשויים קֶרָטִין, שהוא החלבון שממנו עשויים שיער וציפורניים בבני אדם. הלווייתן מכניס ללועו מֵי יָם יחד עם כל היצורים החיים בהם, סוגר את לסתותיו ודוחף החוצה את המים. המים יוצאים, אך היצורים שהיו בהם נתפסים במזיפות והלווייתן ניזון מהם.

עד לאחרונה סברו חוקרים שהמזיפות התפתחו לצד השיניים, כלומר שהלווייתנים לכדו טרף בעזרת שיניהם והשלימו את מזונם בעזרת סינון המים. במחקר חדש טוענים חוקרים מאוסטרליה שיצור מתקופת האוליגוקן המאוחרת (לפני כ-25 מיליון שנה), שהמאובן שלו נמצא בידיהם, היה בעל שיניים וחסר מזיפות אך דפוסי השחיקה של שיניו מעידים שהוא ניזון מיניקת מים ולא מציד. זהו מאובן ביניים – בין לווייתן שהשתמש בשיניו בשביל לצוד, לבין לווייתן חסר שיניים שמשתמש בטכניקת יניקה וסינון באמצעות מזיפות. מכך משתמע שהמזיפות התפתחו הרבה יותר מאוחר ממה שחשבו עד כה, קרוב יותר לשלב שבו איבדו לווייתני המזיפות את שיניהם.

מוח גדול, אינטליגנציה גבוהה

אולי היינו רוצים להאמין שהאדם הוא נזר הבריאה ושהגענו לשלמות, אך לאבולוציה אין מטרה שהיא חותרת אליה ואין נקודה שאחרי שהגיעה אליה היא מפסיקה. כל היצורים החיים, בהם אנחנו, נתונים להשפעת תהליכים אבולוציוניים שממשיכים לעצב אותנו.

לאורך האבולוציה, מוחו של האדם גדל. נפח המוח של הומו הביליס, שחי לפני כשני מיליון שנים, היה כ-600 סמ"'ק, ואילו להומו ספיינס (האדם המודרני) יש מוח שנפחו כ-1,400 סמ"ק. באופן תיאורטי, המוח יוכל להמשיך לגדול ולעלות ביכולת העיבוד עד שיגיע לגודל של 3,500 סמ"ק לכל היותר. מעבר לנפח זה יכולת העיבוד תתחיל לרדת.

החוקרים אינם מציינים אם דרושים שינויים מתאימים במבנה עצמות האגן בשביל ללדת תינוקות שמוחם גדול כפליים. יש להניח שיהיה צורך בכך, מפני שההגדלה בנפח מוחו של האדם, בהשוואה לשימפנזים למשל, מתרחשת גם בשלב העוברי. כבר בשבוע ה-16 להיריון אפשר לראות שנפח המוח של עובר אנושי כפול מזה של עובר שימפנזה שגילו זהה. נוסף על כך, אצל השימפנזה מהירות גידול נפח המוח קטנה לקראת הלידה, באדם הגדילה דווקא מואצת.

אבל לא נראה שנגיע בקרוב לנפח מוח כה גדול. ישנם חוקרים שטוענים שנפח המוח דווקא קטן בכמה עשרות אלפי השנים האחרונות, ובכל מקרה יש הסכמה על כך שהנפח לא גדל. עדיין לא ברור עד כמה הדבר נובע מהקטנה ומשינויים נוספים בגוף כולו. מכיוון שידוע שלגודלו של המוח יש השפעה על האינטליגנציה, אולי זה שינוי שצריך להדאיג אותנו. עם זאת, עדיין איננו מבינים לחלוטין את הקשר בין שני המשתנים הללו, וייתכן שהירידה בנפח המוח דווקא מקנה יתרון מסוים. הבעיה היא שעם נפח המוח הקיים שלנו, טרם הצלחנו להבין מה היתרון הזה.

**אמינות מקור מידע**

1. קראו את קטע המידע ו סמנו בטבלת המחוון את התאים המתאימים לקטע המידע.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **מידת התאמה** **קריטריון** | **במידה רבה**  | **במידה מועטה** | **אין התאמה** |
| **מאפייני מקור המידע** |  |  |  |
| **אובייקטיביות**  |  | .  |  |
| **עדכניות** |  |  |  |

האם מקור המידע אמין? נמקו על סמך כל המרכיבים בטבלה.

**שאלות תוכן**

2. מהי ברירה טבעית ?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.בעלי חיים שהתאימו עצמם עם תנאים חדשים שרדו למה ?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. בקטע שלעיל נתנו כמה דוגמאות לבעלי חיים שהשתנו במהלך השנים, תן דוגמא לבעל חיים שעבר אבולוציה , הסבר?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 5. לפי מה שלמדנו במבנית "מוח תרופות וסמים", האם לדעתך גודל המוח משפיע על רמת האינטליגנציה?

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**רעיון מדעי**

צפה [בסרטון](https://www.youtube.com/watch?time_continue=32&v=MZ7eYMeH_w8&feature=emb_logo) .

6. איך האדם גורם להכחדה של בעלי חיים .

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7.לפניך רעיון מדעי: "יצורים יכולים לפעול בצורה הטובה ביותר בטווח של תנאים .מעבר לטווח זה חלה ירידה בתפקוד התאים והם אף מתים (התאים או היצורים)".

הסבר כיצד רעיון מדעי זה בא לידי ביטוי בסרטון.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**מיומנות טיעון**

**צפה** [סרטון](https://youtu.be/19IXUtZ0AfI)

**עמידות לאנטיביוטיקה** היא היכולת של [חיידקים](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%97%D7%99%D7%99%D7%93%D7%A7%D7%99%D7%9D) לעמוד בפני השפעת [אנטיביוטיקה](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%90%D7%A0%D7%98%D7%99%D7%91%D7%99%D7%95%D7%98%D7%99%D7%A7%D7%94).

8. כתוב טענה ושני נימוקים בעד השימוש באנטיביוטיקה ?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9. כתוב טענה ושני נימוקים נגד השימוש באטיביוטיקה ?

**קריאת גרף**

בניסוי בדקו את השפעת חומר אנטיביוטי A על חיידקי coli .E .החיידקים גדלו במצע מזון נוזלי, וכאשר החלו להתרבות בקצב מהיר הוסיפו למצע מנות שוות של החומר האנטיביוטי בשתי ִ נקודות זמן, המסומנות בגרף שלפניך בחצים. במהלך הניסוי בדקו בכל שעה את כמות החיידקים החיים ב־1 מ"ל תרבית.

תוצאות הניסוי מוצגות בגרף שלפניך.



10)תאר את ההשפעה של הוספת החומר האנטיביוטי על אוכלוסיית החיידקים בכל אחת משתי הפעמים.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

11)הסבר מה גרם להבדל בין התוצאות בשתי הפעמים שבהן הוסף החומר האנטיביוטי?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

12)מה הקשר בין שימוש לא מושכל באנטיביוטיקה והמושג ברירה טבעית באוכלוסיית החיידקים ?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**שאלות רפלקציה:**

13-ציין דבר אחד חדש שלמדת מתוך הכתבה.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

14 -באיזו שאלה התקשתה? מה עזר לך לבצע אותה?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**מחוון למשימה- השיפורים המתמידים של הטבע**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| קריטריונים | השיג את המטרה | השיג את המטרה בחלקה | נמצא בראשית הדרך |
|  אמינות מקור מידע10 נק' | התלמיד ערך בדיקת אמינות לקטע והתבסס על שלושת הקריטריונים: מאפייני המקור, אובייקטיביות ועדכניות .7-10 נק' | התלמיד ערך בדיקת אמינות לקטע והתבסס על 1-2 מן הקריטריונים בלבד.4-6 נק' | התלמיד קבע את אמינות הקטע אך לא נימק קביעתו.0-3 נק' |
| שאלות תוכן4 שאלות20 נק' (לכל שאלה 5 נקודות) | התלמיד הסביר וניסח את תשובתו כראוי3-5 נק' | התלמיד הסביר באופן חלקי וניסח את תשובתו באופן חסר2-4 נק' | התלמיד הסביר באופן חלקי מאוד / שגוי* 1. נק'
 |
| רעיון מדעי20 נק' | התלמיד הסביר והראה את הקשר בין הרעיון המדעי לקטע.12-20 נק' | התלמיד הסביר את הקשר באופן חלקי או לא מדויק מדעית 7-11 נק' | התלמיד הסביר את הקשר באופן מועט ביותר.0-6 נק' |
| ניסוח טיעון 20 נק'(10 נקודות לכל סעיף) | התלמיד ניסח כראוי טענה/ נימוק תומך .6-10 נק' | התלמיד ניסח טיעון /נימוק באופן חסר ולקוי.0-5 נק'  |
| קריאת גרף 20 נק'6.66( נקודות לכל סעיף) | התלמיד תיאר והסביר בצורה נכונה 6.66 נק | התלמיד הסביר או רק תיאר 4-5 נק' | התלמיד ענה באופן חסר ולקוי 0-3 נק' |
| רפלקציה – 10 נק' (5 נקודות לכל שאלה) | התלמיד ענה בצורה עניינית, רצינית ומעמיקה.3-5 נק' | התלמיד ענה באופן חלקי מבחינת התייחסות ורצינות.2-4 נק' | התלמיד ענה באופן חלקי / כלל לא0-1 נק' |

**בבליוגרפיה**

**1-אתר מכון דוידסון**

<https://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencepanorama/%D7%94%D7%A9%D7%99%D7%A4%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%9D-%D7%94%D7%9E%D7%AA%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%99%D7%9D-%D7%A9%D7%9C-%D7%94%D7%98%D7%91%D7%A2>

2-אתר מפמ"ר מוט"ל:

<https://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Motav/Pinat/>

3-אתר מרכז מורי מוט"ל :

<https://www.mutal.weizmann.ac.il/>

4-אתר מורי ביולוגיה

<https://www.bioteach.org.il/>