

מקבלים השראה מהטבע (2): סוד הדבקים הטבעיים

מטרות הפעילות

- לפתח אוריינות מדעית
- להכיר את תחום הביומימיקרי
- להציע פתרונות טכנולוגיים לבעיות יומיומיות
- לפתח עבודת צוות
- לפתח חשיבה יצירתית

מושגים מתוכנית הלימודים

ביומימיקרי, טכנולוגיה, פתרונות טכנולוגיים, חומר, חומרים, דבק, תכונות חומרים, שימוש בחומרים, תכונות הדבק, שימושים בדבק, קיימות, פיתוח בר קיימא, דרישות, אילוצים

מיומנויות

הבניית ידע, טיפול במידע, יישום ידע, יצירתיות, פרזנטציה, פתרון בעיות וקבלת החלטות, שיתוף פעולה

מה עושים?

חלק א': מהו דבק?

קראו את קטע המידע הבא וענו על השאלות לאחריו.

מהו דבק?

דבק הוא חומר טבעי או מלאכותי המאפשר להצמיד גופים או משטחים שונים זה לזה. הדבק חיוני לתעשייה ומשתמשים בו גם בבית. שתי התכונות האלה משותפות לכל הדבקים: דביקות וגמישות. דבקים רבים נמרחים על המשטח במצב נוזלי ומתמצקים בהתאם לצורתו. דבק פלסטי, למשל, מורכב מחומר דביק ומממס נוזלי. כשהממס מתנדף, החומר הדביק מתקשה ומצמיד את הגופים או המשטחים אלה לאלה. דבק פלסטי המופרש מאקדח דבק חם מתקשה לאחר שהדבק עצמו מתקרר, ומשנה מצב צבירה מנוזל למוצק. יש גם דבקים לא נוזליים, למשל מדבקות וסרטי הדבקה שהגמישות והרכות שלהם מאפשרת להם להיצמד בלחיצה לעצמים שטוחים.

מעובד מתוך: "מה גורם לחומרים להיות דביקים", יונתן ברעם, מכון דוידסון, 2012.

<http://bit.ly/2SLmJmW>

1. כמו כל מוצר, גם על הדבק לעמוד בדרישות שונות בהתאם לשימוש בו.

כתבו רשימה של דרישות ואילוצים של המוצר דבק.

2. אחד האתגרים העומדים כיום בפני תעשיית הדבקים הוא לייצר דבק בטוח לשימוש, שאינו

רעיל לאדם ולסביבה. חשבו על רעיונות: איך אפשר לייצר דבקים בטוחים לשימוש?

המשיכו לקרוא ולאחר מכן דונו בזוגות ושתפו דוגמאות לדבקים שעשויים מחומרים טבעיים.

דבקים מן הטבע

אתגר נוסף שעל דבק לעמוד בו הוא שיותאם גם לסביבה מימית או למשטחים רטובים. אם נתבונן בטבע, נראה שבדבקים אינם המצאה של האדם. הטבע יודע ליצור דבקים שונים לצרכים השונים של בעלי חיים ושל צמחים. בענף מחקרי הנקרא ביומימיקרי (חיקוי החיים) מדענים ומהנדסים עובדים בשיתוף פעולה: הם אוספים מידע מתצפיות על הטבע, ולומדים איך לחקות תכונות שונות כדי לייצר פתרונות טכנולוגיים לצרכים אנושיים שונים. בעזרת המחקר והפיתוח המבוסס על חיקוי מהטבע, המדענים והמהנדסים חותרים גם לפתח מוצרים בדרכים מקיימות עם הטבע והסביבה. בפעילות נלמד כיצד רגל השממית, קורי העכביש ואחרים נתנו השראה לבני האדם ביצירת דבקים יעילים במיוחד.

מעובד מתוך אתר ארגון הביומימיקרי הישראלי: [/http://www.biomimicry.org.il](http://www.biomimicry.org.il)

חלק ב': חוקרים ומעמיקים

1. קבלו מהמורה כרטיס עם תמונה. הסתובבו בכיתה, והתחברו לכל מי שיש בידו או בידה תמונה זהה או משלימה לתמונה שלכם – אלה יהיו חברי הצוות שלכם.

2. הישארו בצוותים שיצרתם וקבלו מהמורה כרטיס מידע וכרטיס משימה. דוגמה לכרטיס משימה:

כרטיס משימה לקטע מידע מספר:

קראו את קטע המידע ודונו בשאלות המופיעות בו.
לאחר מכן ענו במחברת או בקובץ דיגיטלי על השאלות הבאות:
א. אתרו בטקסט מילים שאינכם מכירים וחפשו את הפירוש שלהן במילון. תוכלו להשתמש במילון [מילוג](#).
ב. איזה בעל חיים שימש השראה לפיתוח הדבק המתואר בקטע המידע?
ג. כיצד מנגנון ההדבקה משמש את בעל החיים?
ד. תארו את מנגנון ההדבקה של בעל החיים.
ה. אילו מוצרים או פתרונות טכנולוגיים פותחו בהשראת מנגנון ההדבקה של בעל החיים?
ו. הציעו רעיונות נוספים למוצר או לפעולות שאפשר לעשות בעזרת עקרון ההצמדה של בעל החיים.

חלק ג': מסכמים ומשתפים

חשבו על דרך יצירתית להציג את המידע שלמדתם בכיתה.
לדוגמא מצגת עם תמונות וסרטונים על הנושא, סרטון מקורי שלכם, כרזה, קומיקס, משחק קופסה ועוד.

פעילות המשך מומלצת: "פותרים בעיות במבט טכנולוגי".

קטע מידע 1: הסוד המצמיד של השממית

מכירים את זה שמדביקים מתלה מגבות על אריחי חדר האמבטיה, תולים עליו מגבות, וכעבור זמן מה המתלה מתנתק מהקיר ונופל? דבקים רבים לא נותנים מענה טוב לבעיה הזו.

בטבע אפשר למצוא השראה לפיתוח חומר הצמדה חדש וחזק כשחוקרים את כף רגלה של השממית.

השממית מסוגלת להידבק למשטחים חלקים ותלולים ולנתק את רגלה מהמשטח בשבריר שנייה בלי להפעיל כוח. כך למשל היא יכולה להיתלות על זכוכית באמצעות אצבע אחת בלבד.

בעבר סברו מדענים כי השממית מפרישה מרגליה חומר דביק. אולם חוקרים מצאו שעל כף רגלה יש מיליוני שערות זעירות שעשויות קרטין (סוג של חלבון) שמאפשרות לה להיצמד למשטחים.



רגלי שממית תצלום: ארגון הביומימיקרי הישראלי

איך זה קורה?

ובכן כל שעה מתפצלת לזיפים מיקרוסקופיים המסוגלים להתכווץ ולהתאים עצמם לשקעים הזעירים הנמצאים על פניו של כל משטח. התאמה זו יוצרת כוחות משיכה בין הזיפים שעל רגלה למשטח שאליו הם נצמדים.

הניתוק המהיר מתבצע עם הרמת פינה קטנה מכף הרגל, שמשנה את זווית השערות ומבטלת את כוחות המשיכה.



תצלום: www.eurasiareview.com

בהשראת מנגנון ההצמדה של השממית פותח "דבק השממית", ה-GeckoTape (גקו טייפ). זהו למעשה חומר המכוסה בשערות זעירות המחקות את השערות שמצויות על כף רגל השממית.

הקשרים שנוצרים בין השערות של הדבק למשטח מאפשרים גמישות, כך שברגע מסוים הקשר למשטח חזק מאוד, וברגע אחר הקשר רופף. חומר הצמדה זה ניתן לשימוש חוזר, אינו פולט רעלנים ואינו משאיר עקבות בסביבה.

מדענים מאוניברסיטת מנצ'סטר באנגליה טוענים שחיבור יד אדם לחומר זה יאפשר לו להידבק לתקרה. הניתוק מהתקרה יתבצע על ידי קילוף עדין של החומר מצד אחד. לחומר הצמדה זה יישומים אפשריים רבים, החל בצמיגים לרכב בעלי אחיזה טובה יותר לכביש ועד רובוטים המהלכים על קירות.

האם קרוב היום שבו גם האדם יוכל לטפס על הקירות? אולי לפני כן נוכל להצמיד מתלי מגבות לאריחים בלי שהן ייפלו.

צפו בסרטון הבא: צפו בסרטון "מדע היום - אדהיזור מבוסס על זיקית":
<http://bit.ly/2TMg8pF>

קטע המידע זה מעובד מתוך "הסוד המצמיד של השממית", אתר ארגון הביומימיקרי הישראלי:
<http://bit.ly/2H1hnOi>

כרטיס משימה לקטע מידע 1: הסוד המצמיד של השממית

קראו את קטע המידע ודונו בשאלות המופיעות בו.
לאחר מכן ענו במחברת או בקובץ דיגיטלי על השאלות הבאות:

- א. אתרו בטקסט מילים שאינכם מכירים, וחפשו את הפירוש שלהן במילון. תוכלו להשתמש במילון [מילוג](#).
- ב. איזה בעל חיים שימש השראה לפיתוח הדבק המתואר בקטע המידע?
- ג. כיצד מנגנון ההדבקה משמש את בעל החיים?
- ד. תארו את מנגנון ההדבקה של בעל החיים.
- ה. אילו מוצרים או פתרונות טכנולוגיים פותחו בהשראת מנגנון ההדבקה של בעל החיים?
- ו. הציעו רעיונות נוספים למוצר או לפעולות שאפשר לעשות בעזרת עקרון ההצמדה של בעל החיים.

קטע מידע 2: הסוד המדביק של הצדפה הכחולה

האם ניסיתם פעם להדביק מתלה ואקום פשוט על אריח אמבטיה רטוב או לח? כמה זמן נשאר המתלה על הקיר לאחר שתליתם עליו משהו?



צדפה כחולה תצלום: shutterstock

הטבע אומנם לא מייצר מתלים או רהיטים, אך יצורים חיים מתמודדים עם האתגר להדביק חומרים ורקמות בסביבה לחה ורטובה, ולשם כך משתמשים בדבקים.

התבוננות בבעלי חיים ימיים הובילה לפריצת דרך בתחום הדבקים בסביבה רטובה.

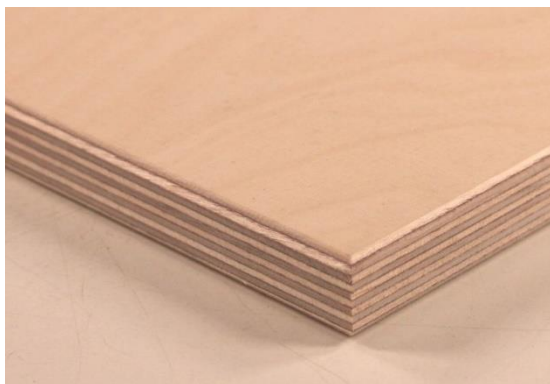
למשל, מדענים מצאו שהצדפה הכחולה מייצרת מעין רקמת חיבור דביקה וחזקה, שנדבקת על סלעים בקו החוף שבו תנועת המים והגלים רבה. הצדפה לא מחוברת לסלע לעד: רקמת החיבור הדביקה מתפרקת וזה מאפשר לה להתנתק מהסלע בעת הצורך.

איך כל זה קשור לתעשיית העץ?

כיום תעשיית הדבקים והעץ עומדת בפני שני אתגרים מרכזיים: הראשון הוא ייצור דבק עמיד בסביבה מימית, והשני שהדבק יהיה בטוח לשימוש. נושא הבטיחות מטריד את משתמשי הדבקים, כי בתהליך ייצור הדבקים – ולעיתים גם לאחר השימוש בהם – נפלטים לסביבה חומרים מזהמים ואף רעילים.

בהשראת הצדפה הכחולה, המייצרת כאמור חומר דביק המאפשר למשטח להישאר יבש בסביבה מימית, מדענים השתמשו בצמח הסויה ושינו בו מרכיבים

שונים כדי שיתאימו למבנה שזוהה ברקמה הדביקה שמייצרת הצדפה הכחולה. לדבק זה יתרון נוסף – הוא אינו מכיל חומרים רעילים. כיום הפתרון זה מיושם בעיקר בתעשיית העץ ומשמש לייצור לבידים (דיקטים) לבניית רהיטים. כמו כן, ייצור דבק טבעי זה עשוי לחולל מהפכה גם בתעשיית הצבעים וגם בתחום הרפואה לשימוש כתחליף לתפרים בנייתוחים.



תצלום: ויקיפדיה

תכונה מעניינת נוספת שנמצאה בחומר שמייצרת הצדפה הכחולה היא ניתוק הקל התפרקות הקלה של החומר המדבק. זה מאפשר לצדפה להתנתק מהסלע כשהצורך בהדבקה מסתיים.

כיצד אפשר ליישם תכונה במוצרים שונים?

אחד היישומים האפשריים הוא ייצור כלים חד-פעמיים העשויים מחומרים מתכלים טבעיים, שיכולים להתפרק בתוך כמה חודשים ויזהמו פחות את הסביבה.

צפו בסרטון: "Sea talk – blue mussels": <https://bit.ly/3vDtFCK>

קטע מידע זה מעובד מתוך "הסוד המדבק של הצדפה הכחולה", אתר ארגון הבינומימיקרי הישראלי: <http://bit.ly/2NpGU4I>

כרטיס משימה לקטע מידע 2: הסוד המדביק של הצדפה הכחולה

קראו את קטע המידע ודונו בשאלות המופיעות בו.
לאחר מכן ענו במחברת או בקובץ דיגיטלי על השאלות הבאות:

- א. אתרו בטקסט מילים שאינכם מכירים, וחפשו את הפירוש שלהן במילון. אפשר להשתמש במילון [מילוג](#).
- ב. איזה בעל חיים שימש השראה לפיתוח הדבק המתואר בקטע המידע?
- ג. כיצד מנגנון ההדבקה משמש את בעל החיים?
- ד. תארו את מנגנון ההדבקה של בעל החיים.
- ה. אילו מוצרים או פתרונות טכנולוגיים פותחו בהשראת מנגנון ההדבקה של בעל החיים?
- ו. הציעו רעיונות נוספים למוצר או לפעולות שאפשר לעשות בעזרת עקרון ההצמדה של בעל החיים.

קטע מידע 3: דבק תולעי מיוחד

מכירים את זה שאתם מקבלים מכה, ואז אתם שמים פלסטר על פצע או שריטה – אבל בזמן המקלחת הפלסטר נופל?

גם ברפואה מתמודדים עם האתגר להדביק חומרים ורקמות בסביבה רטובה. אולם הדבקים הקיימים כיום לא נותנים מענה טוב עם הבעיה הזו. בהיעדר דבק מתאים לסביבות רטובות, נהוג לקבע רקמות פנימיות באמצעות תפרים, ברגים, פלטות וסיכות מתכת.

בחיפוש אחר פתרון לבעיה הזאת, פנו חוקרים לקבל השראה מיצורים ימיים שנדבקים למשטחים רטובים או מצליחים להדביק חומרים מתחת לפני המים כדי ליצור לעצמם מחסה.



תולעת ארמון החול תצלום: ויקיפדיה

אחד מהיצורים הללו הוא **תולעת ארמון החול**, שמאגדת חול ושברי שלדים של חסרי חוליות ימיים באמצעות דבק שהיא מייצרת כדי ליצור לעצמה בתים דמויי ארמונות חול.

היות שטרם נמצאה הדרך להפיק את הדבק ישירות מהתולעים, יצרה מעבדתו של ראסל סטיוארט (Stewart) דבק שמחקה במבנהו את דבק התולעת. הדבק החדש נמרח על רקמות של יצורים חיים והרקמות מתחברות. דבק כזה יכול גם לסייע באיטום כלי דם, ובעבודות חיבור במעמקי הים.

חשבו ודונו ביניכם: אילו יישומים נוספים יכולים להיות לדבק מסוג זה?

צפו בסרטונים הבאים:

- "*Phragmatopoma californica*": <https://bit.ly/2Ty2tau>
- "Sandcastle worms": <https://bit.ly/34COLoV>
- "Worm's glue may fix you": <https://bit.ly/3c5ekDl>

מעובד מתוך "החקיינות שמרפאת מחלות", דניאלה אפלבלט, מכון דוידסון, 2019:
<https://bit.ly/3vNCnP6>

כרטיס משימה לקטע מידע 3: דבק תולעי מיוחד

קראו את קטע המידע ודונו בשאלות המופיעות בו.
לאחר מכן ענו במחברת או בקובץ דיגיטלי על השאלות הבאות:

- אתרו בטקסט מילים שאינכם מכירים, וחפשו את הפירוש שלהן במילון. אפשר להשתמש במילון [מילוג](#).
- איזה בעל חיים שימש השראה לפיתוח הדבק המתואר בקטע המידע?
- כיצד מנגנון ההדבקה משמש את בעל החיים?
- תארו את מנגנון ההדבקה של בעל החיים.
- אילו מוצרים או פתרונות טכנולוגיים פותחו בהשראת מנגנון ההדבקה של בעל החיים?
- הציעו רעיונות נוספים למוצר או לפעולות שאפשר לעשות בעזרת עקרון ההצמדה של בעל החיים.

קטע מידע 4: העכביש שילמד אותנו איך להדביק

קרה לכם פעם ששמתם פלסטר על האצבע, וברגע ששטפתם ידיים הוא נפל? למה זה קרה?

אחת הבעיות של משתמשים בדבקים מתעוררת כאשר הסביבה לחה או רטובה. הלחות יוצרת שכבת מים דקה וחלקלקה על פני המשטח המיועד להדבקה, וזה מפריע להדבקה של החומרים. קבוצת מחקר מאוֹהִיו ניסתה למצוא פתרון לבעיה זו. היא חקרה חומרים שונים הנמצאים בטבע בעלי תכונות מיוחדות, במטרה לחקות אותם וליצור חומרים מלאכותיים בעלי תכונות משופרות. כדי להתגבר על אתגר ההדבקה בסביבה לחה קיבלו החוקרים השראה מחומר נפוץ וחזק במיוחד. **האם יש לכם השערה מהו החומר?**

החומר הוא לא אחר מאשר קורי עכביש!



קורי עכביש תצלום: shutterstock

הקורים שיוצרים עכבישים בטבע עשויים משי ומצופים בכדוריות דבק קטנטנות, שנצמדות לבעלי חיים שנוגעים בקורי העכביש. כך העכבישים לוכדים את הטרף שלהם. עכבישים נפוצים בכל העולם ומשגשגים גם באקלים לח. אפילו בפינות חדר האמבטיה בביתכם!

כיצד דבק העכבישים שומר על תכונותיו גם בלחות גבוהה?

אם נדע לענות על שאלה זו, אולי נוכל להעתיק את המנגנון הזה כדי לייצר דבקים מלאכותיים חדשים, עמידים ללחות.

חוקרים מצאו שהדבק שמצוי על קורי העכביש לא מורכב רק מחומרים דביקים, אלא שחומרים אלה גם דוחים מים, וכך מרקם הדבק נשמר רך ודביק.



תצלום: shutterstock

החוקרים מצפים ליישם את תוצאות המחקר בתכנון דבקים חדשים עמידים למים המבוססים על דבק העכבישים. ומי יודע, אולי הדבק החדש יאפשר אפילו לעכביש הקטן משיר הילדים הידוע להישאר על הקיר ולא ליפול גם בגשם. תשאלו את ספיידרמן!

מעובד מתוך "העכביש שילמד אותנו איך להדביק", רקיע מנלה, מכון דוידסון:

<http://bit.ly/2IW8xQL>

כרטיס משימה לקטע מידע 4: העכביש שילמד אותנו איך להדביק

קראו את קטע המידע ודונו בשאלות המופיעות בו.
לאחר מכן ענו במחברת או בקובץ דיגיטלי על השאלות הבאות:

- א. אתרו בטקסט מילים שאינכם מכירים, וחפשו את הפירוש שלהן במילון. אפשר להשתמש במילון מילוג.
- ב. איזה בעל חיים שימש השראה לפיתוח הדבק המתואר בקטע המידע?
- ג. כיצד מנגנון ההדבקה משמש את בעל החיים?
- ד. תארו את מנגנון ההדבקה של בעל החיים.
- ה. אילו מוצרים או פתרונות טכנולוגיים פותחו בהשראת מנגנון ההדבקה של בעל החיים?
- ו. הציעו רעיונות נוספים למוצר ולפעולות שאפשר לעשות בעזרת עקרון ההצמדה של בעל החיים.

כל הזכויות שמורות למכון דוידסון לחינוך מדעי ליד מכון ויצמן למדע (ע.ר).
בכפוף לתנאי השימוש, מותר השימוש בתכנים הלימודיים שבאתר (מערכי שיעור, מצגות, פעילויות וכו'), זאת לצרכי הוראה ולימוד עצמי שלא לתכלית מסחרית, בכפוף לכל דין ובכפוף למתן קרדיט, ובלבד שאם נעשה שינוי בתכנים, יצוין מפורשות שהשינוי אינו במקור. למעט האמור אין להשתמש באתר לרבות בתכנים שבו לכל מטרה אחרת ולרבות לתכלית מסחרית ללא אישור מכון דוידסון מראש ובכתב.