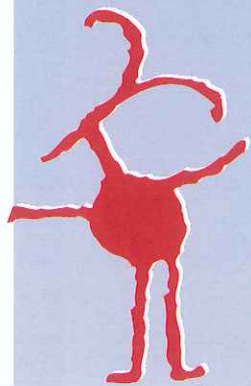


מעברי חומר במחזור המים

פרק 5:





# האם כמות המים על פני כדור הארץ קבועה?



בפרקים הקודמים בחנו קטעים מתוך המסלול המחזורי והמורכב של המים בכדור הארץ. בפרק זה ננסה להרכיב את התמונה הכוללת של מעבר המים דרך כל מערכות כדור הארץ: ההידרוספירה, הגיאוספירה, הביוספירה והאטמוספירה.



## פדיון 1:

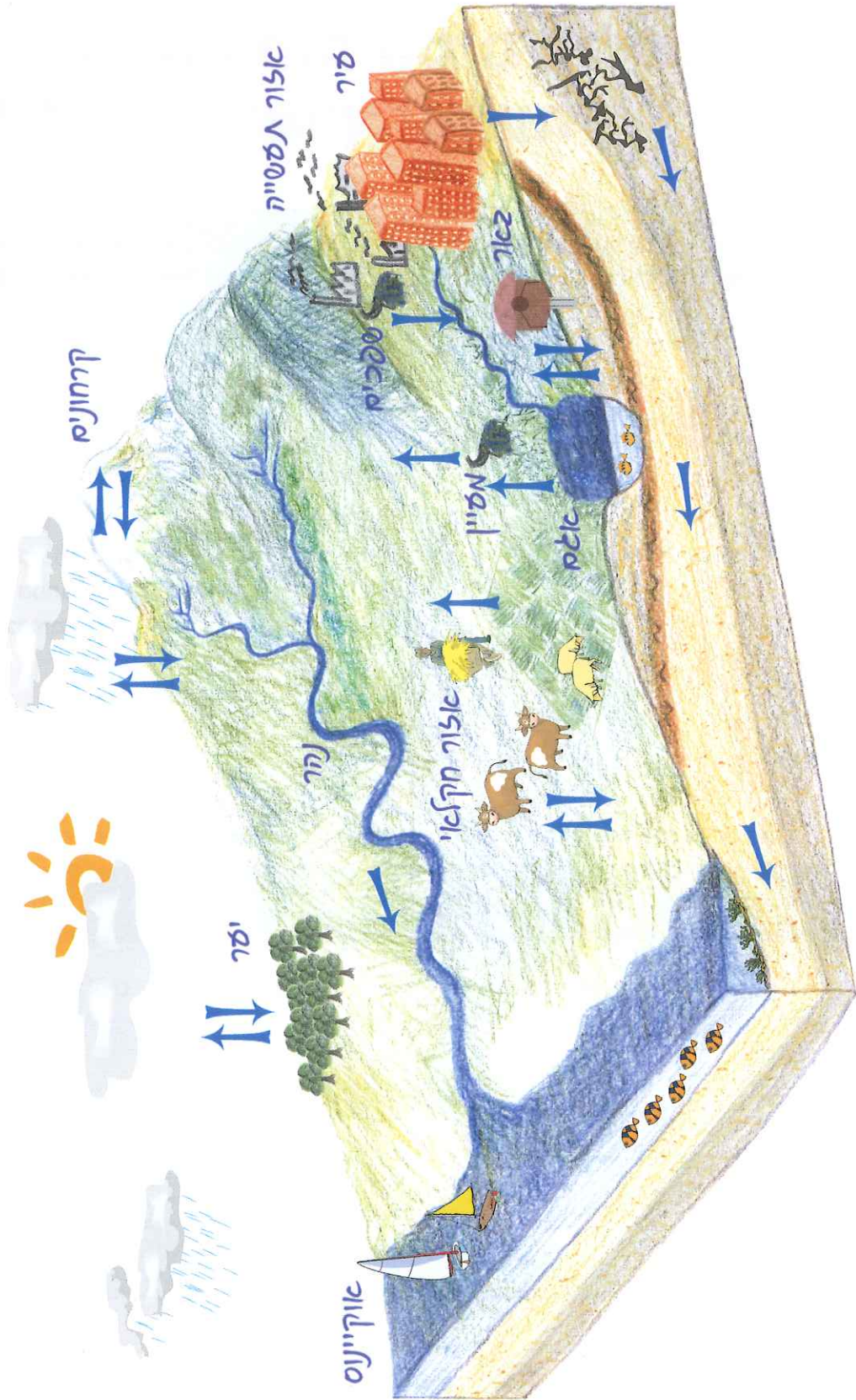
### בחזרה למחזור המים בטבע

1. בעמוד הבא מופיע איור המתאר את מחזור המים בטבע. בין האתרים ישנם חצים. כתבו ליד כל חץ את שם התהליך המחבר בין שני האתרים. היעזרו ברשימת התהליכים הבאה:

המסה	הובלה בנגר תחתי	קיפאון
התאדות	ירידת משקעים	חלחול
התעבות	התכה	הובלה בנגר עילי

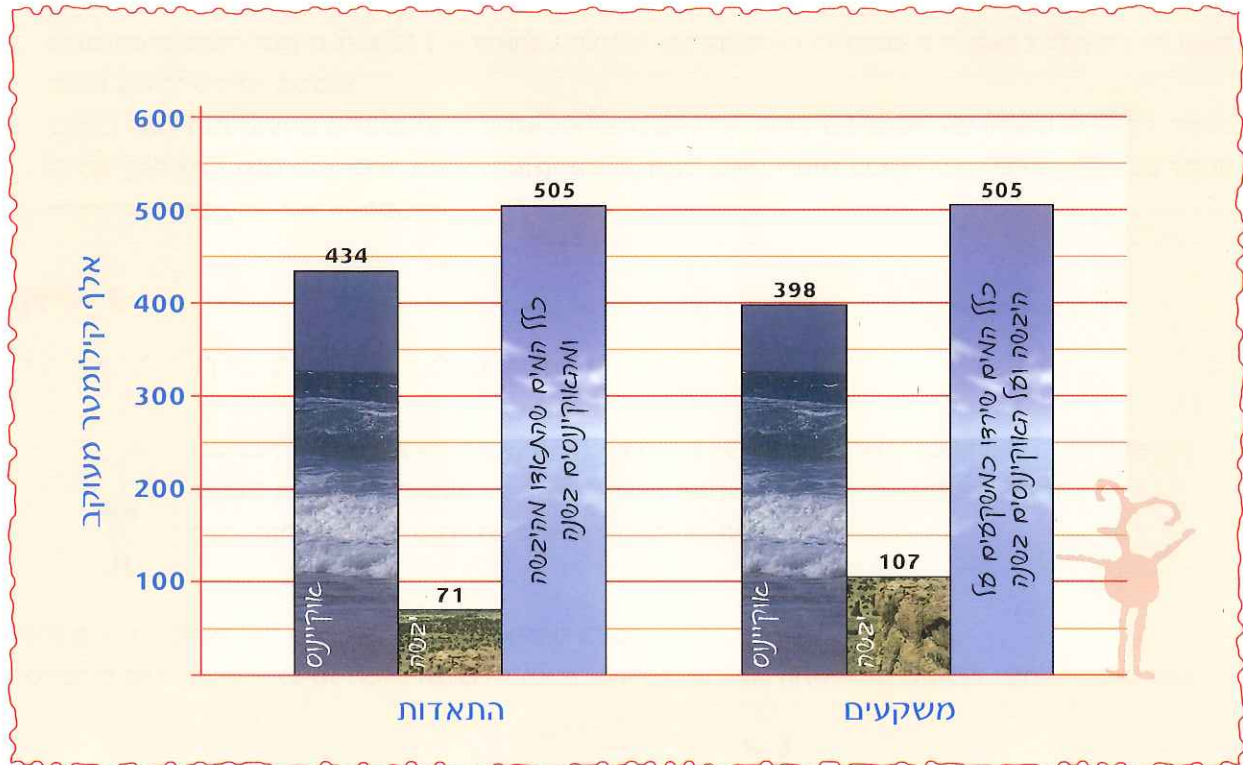
2. כתבו לפחות שלושה מעברים המתרחשים במעבר מאתר לאתר במסעם של המים בכדור הארץ.

שם החומר שעובר	מאתר א	לאתר ב	באמצעות התהליך
בולמה: המינרל קלציט	סלס הג'יר	המים זמנרכט N' התקום	המסה



## שיווי משקל במחזור המים בטבע

לפניכם גרף המתאר את כמויות המים המתאדים ואת כמויות המים היורדים כמשקעים מדי שנה בכדור הארץ. התבוננו בגרף וענו על השאלות:



גרף: שיווי משקל במחזור המים בטבע\*.

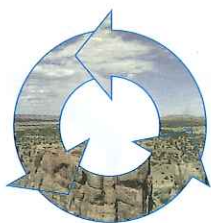
\* הנתונים בגרף מתוך Press, F and Siever, R. (2000). Understanding Earth. W. H. Freeman and Company. New York.



1. כתבו שלוש מסקנות (לפחות), אשר אפשר לדעתכם להסיק מן הגרף.
2. הקיפו בעיגול את התשובה המתאימה.

- א. כמות המים במחזור המים בטבע אינה קבועה. נכון / לא נכון
- ב. האוקיינוסים מאדים כמות רבה יותר של מים בהשוואה לכמות המשקעים שהם קולטים. נכון / לא נכון
- ג. כמות המשקעים היורדת על היבשה שווה תמיד לכמות המים המתנדפים ממנה. נכון / לא נכון
- ד. במחזור המים כמות המים הכללית המתאדה בשנה שווה לכמות המשקעים שיורדת בשנה. נכון / לא נכון

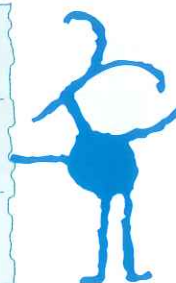




### א. מאזן המים ביבשה (קרום כדור הארץ):

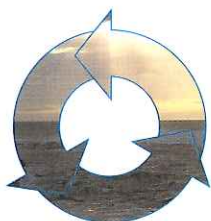
1. העתיקו לטבלה כמה מים נכנסים אל היבשה וכמה מים יוצאים ממנה.

כמות המים שעוברת בתהליך באלף קילומטר רבוע	התהליך שבאמצעותו עוברים המים מאתר לאתר
	ירידת משקעים
	התאדות מפני הקרקע
	הכמות שנשארה



2. מה קורה למים שאינם מתאדים מפני כדור הארץ חזרה אל האטמוספירה?

3. ציינו שתי תופעות המהוות עדות למעברים של מים. ביבשה (בהם מים לא עולים אל האטמוספירה).



### ב. מאזן המים באוקיינוס

1. העתיקו לטבלה כמה מים נכנסים אל האוקיינוס וכמה יוצאים ממנו.

כמות המים שעוברת בתהליך באלף קילומטר רבוע	התהליך שבאמצעותו עוברים המים מאתר לאתר
	ירידת משקעים
	התאדות מפני האוקיינוס
	הכמות שנשארה



2. מה קורה למים שאינם יורדים כמשקעים בחזרה אל האוקיינוס?

# מעבר מים: מהאוקיינוס לאטמוספירה

פזמון 1:

כיצד מתאדים המים בטבע?



בפעילות זו נערוך ניסוי הדמיה לבחינת מנגנון התאדות המים מהאוקיינוסים (המלוחים) והתעבותם לאדי מים מתוקים (עננים). כמו כן, נבחן במה דומה ההדמיה לתהליכים בטבע ובמה היא שונה מהם.

**כלים וחומרים:** כוס קלקר המכילה 30 סמ"ק מים; כפית מלח; מעמד המחזיק מנורה של 110W לפחות; 2 זכוכיות ששון.



- הניחו זכוכית ששון אחת במקרר, רצוי במקפיא.
  - שפכו לכוס קלקר 30 סמ"ק מים והוסיפו למים כפית מלח, ערבבו היטב וטעמו את המים.
  - כסו את הכוס בזכוכית הששון השנייה.
  - האירו את הכוס באמצעות מנורה במשך 25 דקות לפחות.
- ה. לאחר 25 דקות כבו את המנורה והניחו את זכוכית הששון הקרה (ששהתה במקפיא) מעל לכוס (במקום הזכוכית החמה) בזהירות!!! אספו את אדי המים שהתעבו באצבעותיכם וטעמו אותם.



1. סכמו במשפטים למטה את התהליך שבו צפיתם:

- חימום של המים המלוחים בכלי גרמה ל \_\_\_\_\_ המים לנוע בקצב מהיר יותר.
- מולקולות המים עזבו את פני הנוזל כ \_\_\_\_\_.
- המלחים המומסים בתמיסת המים לא \_\_\_\_\_ ולכן נותרו בכלי.
- הזכוכית המכסה הקרה גרמה ל \_\_\_\_\_ האוויר בסביבת אדי המים.
- המים \_\_\_\_\_ והפכו לטיפות של מים \_\_\_\_\_.



2. מה נשאר בכוס לדעתכם לאחר שהמים התאדו?

3. קשרו בין מרכיבי הניסוי לבין התופעה הטבעית שהוא מדמה (כתבו אות ומספר בהתאמה).

### התופעות הטבעיות

א. קרני השמש

ב. עליית אדי המים לשכבת אוויר קרה יותר

ג. גרעיני התגבשות של אדי המים

ד. אוקיינוס

ה. מי הענן

### מרכיבי ניסוי ההדמיה

1. תמיסת מים מלוחים בכוס

2. מים מתוקים

3. לא קיים בהדמיה

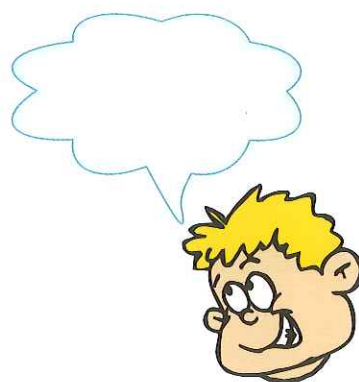
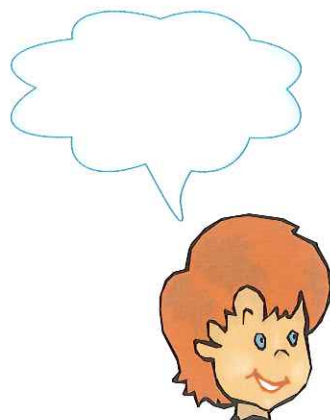
4. חימום הכלי

5. צלחת קרה

בפעילות זו למדנו כיצד מים מתאדים מהאוקיינוס אל האטמוספירה של כדור הארץ. באחד מבתי הספר טענו תלמידים שענן הנוצר מעל הכינרת שונה בהרכבו ובטעמו מענן הנוצר מעל ים המלח.

1. מה דעתכם על סוגיה זו?

2. דונו בקבוצה בטענה זו וכתבו את מסקנתה המנומקת של הקבוצה בנוגע לסוגיה זו.

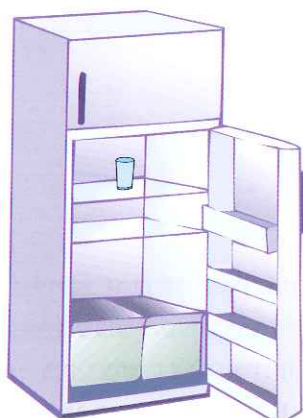


## האם המים מתאדים גם בקור ?

בפעילות הקודמת עשינו הדמיה של התאדות מים מן האוקיינוס. למידת ההתאדות מן האוקיינוס יש השפעה רבה על תהליך יצירת העננים ועל האקלים בכדור הארץ. בפעילות זו נבחן מהו שיעור ההתאדות באוקיינוסים ובימות המקיפים מדינות שבהן הטמפרטורות בחורף נמוכות מאוד.



**כלים וחומרים:** כלי הדמיה לטמפרטורה השוררת במקרר שבבית; 2 כוסות כימיות בנפח 100 סמ"ק; מדבקה; עיפרון; מי ברז; **סבלנות.**



### מהלך הניסוי:

1. מלאו כל אחת מן הכוסות ב-100 סמ"ק תמיסת מי ברז.
2. הדביקו מדבקה על כל אחת מן הכוסות.
3. האם לדעתכם שיעור ההתאדות יהיה שונה בשתי הכוסות?
4. הניחו אחת מהן במקרר בבית ואת האחרת הניחו מחוץ למקרר למשך שבועיים.
5. הקפידו לסמן בעיפרון על גבי המדבקה את ירידת מפלס שהתאדה כל יומיים.
6. כתבו את ירידת מפלס המים במילימטר בכל אחת מן הכוסות.

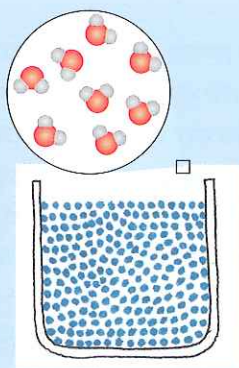
14 יום	12 יום	10 יום	8 יום	6 יום	4 יום	2 יום	במקרר מחוץ למקרר	שיעור ההתאדות במילימטר



- א. הכינו גרף המתאר את שיעור ההתאדות של המים במקרר ומחוץ לו וכתלות בטמפרטורה, באמצעות תוכנת המחשב Excel.
- ב. נסו לתאר את התהליך שהתרחש בניסוי באמצעות שימוש במרכיבי החשיבה המדעית: תצפית, מסקנה, מידע נוסף והשערה. התייחסו למושגים כגון חלקיקים, תנועה, שטח פנים, גז, נוזל, טמפרטורה ואוויר.
- ג. קראו את הקטע "חושבים מדע" המופיע בעמוד 21 וענו על השאלות הבאות:
1. מהי שאלת המחקר בניסוי זה?
  2. מהו לדעתכם המשתנה המשפיע (הבלתי תלוי) בניסוי זה? ומהו והמשתנה המושפע (התלוי)?
  3. מה השינוי שעשיתם בניסוי זה בכוסות המים כדי לענות על שאלת המחקר?
  4. מי מבין שתי הכוסות היא כוס הבקרה?
  5. מדוע לדעתכם לא העלינו על גרף משותף את התוצאה שהתקבלה בניסוי בקבוצות השונות?
- רמז: ניסוי זה נערך בבית.



אלו מביינכם שלמדו את יחידת הלימוד "מבנה החומר - ריק וחלקיקים" (מסדרת מטמו"ן), נעזרו ב"משקפי קסם" כדי לדמיין את השינוי במצב הצבירה של המים. אם היו ברשותכם "משקפי קסם" שבעזרתם רואים את המים משנים את מצב הצבירה שלהם, כיצד לדעתכם אפשר היה לתאר את המתרחש בזמן ההתאדות?



התאדות של נוזל היא התפזרות מולקולות חומר ממצב שבו הם צבורים בצפיפות רבה (נוזל) למצב שבו הם מפוזרים עם רווחים גדולים ביניהם (גז). מאחר שהתפזרות זו אפשרית רק אם יש תנועה, ההתאדות חייבת להתחיל מתנועת מולקולות בנוזל. חימום יכול לגרום להגדלת מהירות תנועת המולקולות. בגלל החימום, חלקיקי הנוזל הצפופים נעים יותר ויותר מהר. כתוצאה מתנועה זו, חלק מן המולקולות ניתקות משטח פני הנוזל ומתאדות. אמנם גם בטמפרטורות נמוכות מאוד המולקולות נעות, אלא שתנועתם אטית יחסית.

## כוחות המשיכה הפועלים בין חלקיקי המים

1. באיזה מצב צבירה יימשכו מולקולות המים זו אל זו בכוח רב יותר, אם המים במצב צבירה נוזל או אם הם במצב צבירה גז? הסבירו.

30 מולקולות מים במצב צבירה גזי	30 מולקולות מים במצב צבירה נוזלי

2. נסו לתאר בשני ציורים 30 חלקיקי מים: באחד - כשהם במצב של נוזל ובאחר - כשהם במצב של גז.
3. מדוע לדעתכם מתאדים רק המים המצויים ב"פני" הנוזל (האזור הנמצא במגע עם האוויר)?



במצב צבירה גז, כוחות המשיכה בין מולקולות המים חלשים מאוד. בנוזלים ובמוצקים השפעת כוחות המשיכה היא ממשית. מולקולות המים המצויות בעומק הנוזל אינן יכולות לעזוב אותו, כי לכל כיוון שינועו הן יתנגשו במולקולות מים אחרות. לעומתן, למולקולות מים המצויות ב"שטח הפנים", האזור הנמצא במגע עם האוויר, קל יותר להינתק מיתר חלקיקי הנוזל מכיוון שיש מסביבן פחות מולקולות מים אחרות. אם מולקולת מים עוזבת את הנוזל ונעה ברווחים שבין מולקולות האוויר, היא הופכת לחלק מתערובת הגזים של האוויר. מולקולות מים אלו נדחפו בהתנגשויות בין המולקולות החוצה משטח הפנים של הנוזל, הן נקראות **אדי מים** ותורמות ללחות שבאוויר.

לחות: אחוז מולקולות המים במצב גז יחסית לכלל מולקולות האוויר.

## ממה עשויים העננים?

### צפייה מודרכת בסרט

בפעילויות האחרונות גילינו כי העובדה שרוב המים בכדור הארץ מתאדים מן האוקיינוס וחוזרים אליו כמשקעים, קשורה לעובדה ששני שלישים משטחו של כדור הארץ מכוסה באוקיינוסים. ניסינו לברר כיצד תהליך ההתאדות מהאוקיינוס אל האטמוספירה משפיע על תכונות המים במחזור המים בטבע. בפעילות זו נבחן ממה עשויים עננים.



### שלב א - צפייה ראשונה

צפו בעיון בסרט 'עננים ומשקעים' מתוך הסדרה "מדע האטמוספירה", בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה וענו במחברותיכם על השאלות הבאות:

1. אילו מהתהליכים המוזכרים בסרט מתרחשים במחזור המים בטבע?
2. אילו מושגים מובנים לכם מידע קודם?
3. אילו מושגים בסרט אינם מובנים לכם?



### שלב ב - צפייה שנייה

1. צפו שוב בקטע הסרט וכתבו ארבע תצפיות וארבע מסקנות הנובעות מהן בנוגע לתכונות המיוחדות של העננים כפי שמוצג בסרט.
2. כתבו שתי עובדות מדעיות מעניינות שלמדתם מהצפייה בסרט.
3. בסרט מתואר רחף של טיפות מי אוקיינוס בשל הרוח. לאחר התאדות המים מטיפות אלו חלקיקי המלח שלא התאדו מהווים גרעיני התגבשות בעננים. באחת הכיתות טענו תלמידים, בעקבות צפייה בסרט, שנוכחות של גרעיני התגבשות בעננים מעידה שייתכן שהמים באוקיינוס מתאדים עם המלחים. הציעו שתי הצעות אשר באמצעותן תשכנעו תלמידים אלו לאמץ את התפיסה המדעית כי המים מתאדים ללא המלחים.
4. בחרו באחת מחמש הדרכים הבאות לארגון הידע שרכשתם בפרק זה, לגבי התכונות המיוחדות של עננים:
  - א. סיפור; ב. ציור; ג. מצגת Power Point; ד. שיר ראפ; ה. מפת מושגים.
 היעזרו ברשימת המושגים המוזכרים בסרט: חלקיקים מיקרוסקופיים, עננים, תנועה, עשן, זיהום תעשייתי, "טיפונות ענן", אדים, נקודות התעבות, גרעיני התגבשות, טמפרטורה, ערפל, טמפרטורה של נקודת הטל, התאדות, התעבות, אוויר, נוזל, גז, מוצק, שלג, משקעים, קרח, אוויר חם, אוויר קר, אגם, רוח, גבישי מלח שמקורם באוקיינוס, הר, בני אדם.

# הצמחים כמובילי מים אל האטמוספירה:



בפרקים הקודמים התעמקנו במעברי חומר (מים) ממערכת מי התהום (בגיאוספירה) אל האוקיינוסים (הידרוספירה). ובמעבר מים מהאוקיינוס אל האוויר (האטמוספירה). בפרק זה נתמקד בקשר שבין המים לביוספירה. ננסה להבין מהו המנגנון המאפשר מעבר של מים משורשי העצים עד לצמרות וכיצד משפיע מעבר זה על שאר המערכות בכדור הארץ.

## פדיוני 1:

### האם צמחים מאבדים מים?



#### כלים וחומרים:

3 משורות ממוספרות (1, 2, 3) בנפח 50 סמ"ק כל אחת, המסומנות בקו אופקי בגובה 2 סנטימטרים מתחת לפתח המשורה; פקק אחד מחורר; פקק אחד אטום; גבעול עם עלים; פלסטלינה; טוש לסימון.

#### מהלך הניסוי:

- מלאו את שלוש המשורות במים עד לקו המסומן.
- סגרו את משורה 1 בפקק ללא חורר.
- סגרו את משורה 2 בפקק עם חורר. השחילו דרך החור את הגבעול ואטמו בעזרת פלסטלינה את הרווח שבין הגבעול ושולי החור.
- השאירו את משורה 3 ללא פקק.
- שקלו כל אחת מהמערכות "צמח + משורה" בתחילת הניסוי ולאחר 5 ימים. כתבו את ממצאיכם בטבלה.
- מדדו את גובה פני המים במשורות. מדי יומיים, בשעה קבועה, במשך שישה ימים, וסכמו את ממצאיכם בטבלה המופיעה בעמוד הבא.



1. תארו מה קרה בכל אחת מהמשורות?
2. מהי לדעתכם שאלת המחקר בניסוי זה?
3. איזו מבין המבחנות היא משורת הבקרה?
4. מהו התפקיד של משורת הבקרה?

משורה 3 בלי פקק	משורה 2 סגורה בפקק, עם צמח	משורה 1 סגורה בפקק, ללא צמח	זמן
			משקל בתחילת הניסוי (גרמים)
			ירידת המפלס לאחר יומיים (מילימטרים)
			ירידת המפלס לאחר 4 ימים (מילימטרים)
			ירידת המפלס לאחר 6 ימים (מילימטרים)
			משקל בסוף הניסוי (גרמים)



1. מהן מסקנותיכם בעקבות הניסוי?
2. מדוע לדעתכם נותרו המים במשורה עם הפקק?
3. לאן נעלמו לדעתכם המים במשורה עם הפקק והצמח?
4. לאן נעלמו לדעתכם המים במשורה ללא הפקק וללא הצמח?
5. דיות (טרנספירציה) הוא תהליך אשר באמצעותו מתאדים מים אל האטמוספירה משטח הפנים של העלה. כיצד לדעתכם קשור תהליך זה לתוצאות הניסוי שערכתם?



התאימו באמצעות חצים את המשפטים המתארים את מבחנות הניסוי (מרכיבי הניסוי) לגורם שבודקת כל מבחנה (מה הם בודקים).

### מה הם בודקים?

- א. האם צמחים מובילים מים אל האטמוספירה.
- ב. בניסוי זה התבקשנו לוודא שהמבחנות עם הצמח ועם הפקק יהיו אטומות לגמרי.
- ג. ביצענו ניסוי זה פעם אחת בלבד, לכן אמינותו לוקה בחסר.
- ד. מבחנה ללא צמח עם פקק בוחנת אם מים עשויים להיעלם מהמערכת גם ללא צמח.
- ה. מפלס המים במבחנה כמדד למעבר המים מהמבחנה אל האטמוספירה.
- ו. מבחנה ללא פקק וללא צמח בוחנת אם ייתכן מעבר מים בתהליך התאדות אל האטמוספירה.
- ז. נוכחות צמח במבחנה.

### מרכיבי הניסוי

- 1. בקרה א
- 2. שאלת מחקר
- 3. משתנה משפיע (בלתי תלוי)
- 4. גורמים המשפיעים על אמינות התצפית
- 5. המשתנה המושפע (התלוי)
- 6. בקרה ב
- 7. מספר תצפיות (חזרות לכל ניסוי)

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-earth/blueplanet/>



היכנסו לאתר האינטרנט של היחידה "כוכב הלכת הכחול" המופיע למעלה. לחצו על "פעילויות לתלמיד". לחצו על "לומדים בגלישה" בפעילות "מעברי חומר במחזור המים בטבע". התבוננו באנימציה המופיעה בפעילות. ענו על השאלות הבאות:

1. מה הם התהליכים המיוצגים באנימציה המופיעים במחזור המים בטבע?
2. נסו לאתר תהליכים המתרחשים ביותר מאתר אחד.
3. תארו את המעגלים של מעברי החומר (מים) המתרחשים במחזור המים ומופיעים באנימציה.



## מהיכן מאבדים הצמחים מים?

בתהליך הדיות (טרנספירציה) פולטים הצמחים אדי מים אל האטמוספירה, דרך פתחים בעלים הנקראים פיוניות. הפיוניות הן נקבוביות זעירות המצויות בדרך כלל בשכבה החיצונית של העלים, ודרךן נפלטים המים מהצמח. הפיוניות נפתחות ונסגרות בהתאם למאזן המים בצמח. בפעילות זו ננסה לאתר אותן.

**כלים וחומרים:** עלים של יהודי נודד; לק ציפורניים שקוף; מלקטת; טפי; זכוכית נושאת ומכסה; מיקרוסקופ.



### חלק א:

בעבודה זו נעתיק פיוניות בעזרת לק ציפורניים באופן הבא:

1. על צדו התחתון של העלה מרחו שכבה דקה ואחידה של לק ציפורניים ותנו לה להתייבש כ-5 דקות.
2. בעזרת מלקטת משכו בעדינות את שכבת הלק ופרסו אותה על טיפת מים מעל זכוכית נושאת.
3. כסו בזכוכית מכסה והתבוננו בה באמצעות מיקרוסקופ בהגדלה קטנה, בינונית וגדולה.
3. חפשו בתכשיר אזור ובו פתחים זעירים. שימו לב, שמשני צדי הפתח מצויים תאים סוגרים. תאים אלו פותחים את פתח הפיוניות כשיש שפע של מים וסוגרים אותו בעת מחסור.

**הערה:** לעתים נלכדת בועת אוויר בפתח הפיונית ומבחינים בכתם שחור. כתם זה אינו קשור לפיונית.

### 4. תצפית:

- א. ציירו את הפיוניות כפי שהן מתגלות לעיניכם בהגדלה הגדולה במיקרוסקופ האור.
- ב. ציינו את שיעור ההגדלה לצד הציור.
- ג. תנו כותרת לציור הפיוניות שראיתם במיקרוסקופ.



### חלק ב:

1. טפטפו מעט מים על גבי עלה של הצמח "יהודי נודד". תארו את המתרחש באמצעות המונחים תצפית ומסקנה.  
**מידע נוסף:** רקמת העלה מכוסה בקוטיקולה ובשעווה שהם חומרים שמנוניים הדוחים מים.

2. **השערה:** האם לדעתכם יש קשר בין התצפית שערכתם זה עתה לבין נוכחות הפיוניות ברקמת העלה? הסבירו.



## מהיכן קולט הצמח מים?

עד כה הכרנו רק חלק מהמנגנון המאפשר מעבר של מים משורשי הצמחים עד לצמרותיהם. ראינו שלפיוניות תפקיד חשוב, דרכן נפלטים המים מהצמח בתהליך הדיות. בפעילות זו נבחן היכן קולט הצמח את המים החסרים לו למאזן המים.

**כלים וחומרים:** נבטים צעירים של חיטה שהונבטו על גבי חרסים; צלחת פטרי; נייר שחור; בינוקולר; מיקרוסקופ אור; מרקר לסימון; מתילן כחול; זכוכיות נושאות; זכוכיות מכסות; כלי עם מים; טפי; נייר סופג; סכין חיתוך.

### מהלך הפעילות:

#### א. התבוננות נבט מבעד לבינוקולר.

הניחו את הנבט על רקע כהה, האירו עליו בתאורה עילית והתבוננו בו מבעד לבינוקולר. ציירו אותו וציינו את שמות חלקיו (ציינו גם את שם התכשיר וההגדלה). שימו לב, השערות הקטנות המופיעות על השורשים מכונות יונקות. היונקות הן בליטות של תאי השכבה החיצונית של השורש הצעיר.

1. איזה מבנה מאפיין את היונקות?
2. נסו להעריך את מספר היונקות בקצה שורש אחד: **עשרות, מאות או אלפים.**

#### ב. התבוננות נבט מבעד למיקרוסקופ אור.

1. טפטפו על גבי זכוכית נושאת נקייה טיפה אחת של מתילן כחול. חתכו את קצה הנבט העשיר ביונקות (1-2 מילימטרים בלבד), הניחו בתמיסה שעל גבי הזכוכית נושאת וכסו בזכוכית מכסה. את עודף הצבע ספגו בעזרת נייר סופג. בדיכום כעת תכשיר צבוע של קצה שורש של נבט חיטה.
2. התבוננו בתכשיר מבעד להגדלה הקטנה במיקרוסקופ אור. העבירו להגדלה בינונית וציירו את שאתם רואים. שימו לב!! על הציור להיות גדול ומפורט ככל האפשר. ציינו את שם התכשיר וההגדלה לצד הציור שציירתם.
3. האם הבחנתם בגרעינים של תאים בתכשיר המיקרוסקופי שהתבוננתם בו?
4. מכמה תאים מורכבת לדעתכם יונקת בודדת?
5. נסו לשער: כיצד תורמות היונקות להתאמת מבנה השורש לקליטת מים?
6. אזור היונקות נודד כלפי מטה במהלך התארכותו של השורש. כיצד לדעתכם מסייעת נדידה זו לצמח?



היונקות דקיקות ועדינות מאוד. מספרן הרב מאפשר להן לקלוט מים ביעילות מכיוון ששטח המגע שלהן עם הקרקע גדול. היונקות צומחות בין חלקיקי הקרקע וצומחות לכיוון המים המצויים בקרקע. המים חודרים אל היונקות דרך הדפנות שלהן, שהן דקות במיוחד, ומבעד לקרומי התאים העוטפים את היונקות. דרך היונקות נקלטים גם המינרלים (מלחים) המומסים במים שבקרקע.

יונקות נמצאות **אך ורק** סמוך לקצוות השורשים ולא לאורך כל השורש. דרך החלקים האחרים של השורש חודרים מים בכמות קטנה יותר מאחר שהשורש מכוסה בשכבת תאים עבה ללא יונקות. כאשר השורש מסתעף ומתארך, הקצוות מתארכים, מתפשטים ומעמיקים בקרקע, ויונקות חדשות נוצרות כל העת קרוב לקצות השורש החדשים. במקביל ליצירת יונקות חדשות בסמוך לקצה המתארך, מתות היונקות המבוגרות באזורים המתבגרים של הצמח.

**פזיאוג 4:**

## כיצד מגיעים המים מהשורש אל העלים?

בפעילויות הקודמות למדנו שהיונקות בשורש הן אזור קליטת המים בצמח, ואילו דרך הפיוניות המצויות בשטח הפנים של העלה נפלטים המים בתהליך הדיות. בפעילות זו נבחן מהו המנגנון בצמח המאפשר את עליית המים בגבעול מהשורשים עד לצמרות הגבוהות.



**כלים וחומרים:** ענף ציפורן לבנה או כריזנטמה; 2 משורות; נייר סינון; פתקיות סימון; גומייה; צבע מאכל.



### מהלך הניסוי:

1. צקו לכל אחת מן המשורות שלפניכם, 15 סמ"ק מים צבועים באדום.
2. הכניסו את ענף הציפורן הלבנה לתוך הכוס.
3. גזרו מלבן מנייר הסינון באורך 15 סנטימטר ורוחב 10 סנטימטר. גזרו פסים בשליש העליון של המלבן וגלגלו את נייר הסינון, כך שהפסים יופנו כלפי חוץ בדומה לעלי כותרת של פרח.
4. הכניסו את נייר הסינון המגולגל למשורה השנייה.

### הציבו את המשורות בשמש לחצי שעה.

1. הסבירו את תוצאות הניסוי. השתמשו במרכיבי החשיבה המדעית: תצפית, מסקנה, מידע נוסף והשערה.
2. חתכו את גבעול צמח הציפורן לאורך ולרוחב. מה כיוון צינורות ההובלה, אורכי או רוחבי?
3. מה לדעתכם גרם למים לעלות כלפי מעלה?
4. האם המים עולים רק בצמח חי?
5. מה אפשר ללמוד מתצפית זו על המנגנון המאפשר את עליית המים בצמחים?

## כיצד עולים המים בגבעול הצמחי? - ניסוי הדמיה

בפעילות הקודמת ראינו כי מים עולים לאורך הצמח מהשורש עד לעלים בצמרות העצים. בפעילות זו ננסה להבין מה שומר על רצף עמוד המים היכול להגיע עד עשרות מטרים במערכת ההובלה של עצים גבוהים. ננסה להבין זאת על רקע ידע שכבר צברנו בפעילויות הקודמות.

**כלים וחומרים:** 50 סמ"ק גבס; צינור זכוכית צר (קוטר של כ-0.5 מ"מ); כוס כימית; צבע מאכל; מעמד; מהדק; 2 כוסות פלסטיק קטנות.



### מהלך הניסוי:

- שפכו את הגבס לכוס פלסטיק. הוסיפו בהדרגה מעט מים, וערבבו היטב עד שתיווצר תערובת נוזלית סמיכה.
- שפכו את תערובת הגבס לכוס פלסטיק קטנה עד מחצית מגובהה.
- מלאו את הצינורית במים. הקפידו שלא ייכנסו בועות אוויר ושהצינורית תהיה מלאה במים עד הקצה.
- הכניסו לתוך הגבס את צינורית הזכוכית כך שתטבול בתוך הגבס לפחות סנטימטר אחד. שימו לב שהמים בצינורית לא נשפכו. החזיקו את הצינורית יציבה בתוך הגבס כ-40 דקות עד שהגבס יתקשה.
- לאחר שהגבס יתקשה, שברו את כוס הפלסטיק והוציאו את הגבס עם הצינורית המלאה במים. סתמו באצבע את קצה הצינורית והפכו אותה לתוך כוס כימית המכילה תמיסת מים עם צבע מאכל.
- שחררו את האצבע מהצינורית כך שהצינורית תישאר טבולה במים. הדקו את הגבס אל המעמד כמתואר באיור.
- הניחו בסמוך למודל שבניתם מנורה וכוונו אותה לעבר הגבס.



צפו במודל שבניתם ותארו את המתרחש.

סקנה



1. מהי **מסקנתכם** מתוצאות הניסוי?
2. שערו מהם הגורמים היכולים להשפיע על עליית המים בצינורית?
3. אם היו ברשותכם "משקפי קסם" שבעזרתם הייתם יכולים לראות את חלקיקי המים וחלקיקי הזכוכית. כיצד הייתם מדמיינים את התהליך שהתרחש בצינורית? נסו לתאר את התופעה בציור.

אינרסיה



כוחות המשיכה בין החלקיקים הם כנראה הסיבה להיצמדות ולהתחברות של חלקיקי המים זה לזה. כוחות משיכה אלו אחראים **כנראה** גם להיצמדות טיפת המים לדופן צינורות ההובלה בצמח. עלייתו של נוזל בצינור חלול דק או בחלל צר נקראת **נימיות**.  
**אך שימו לב!** המים בצמח אינם עולים לצמרות בכוחות נימיים. ההבדל בריכוז המים לאורך עמודת המים בצמח, נוצר מאיבוד מים דרך העלה בתהליך ה**דיות** הוא שגורם לעליית המים בצמח עד לצמרות.



התאימו בין מרכיבי הניסוי לבין התופעה הטבעית שאותה הוא מדמה. התאימו אות למספר.

### התופעות הטבעיות

- א. מים
- ב. התאים המרכיבים את צינורות ההובלה בגבעולי הצמח
- ג. העלה
- ד. קרני השמש
- ה. פיוניות
- ו. צינורות ההובלה בגבעולי הצמח

### מרכיבי ניסוי ההדמיה

- 1. צינור הזכוכית
- 2. פטריית הגבס
- 3. הנקבוביות שבתוך הגבס
- 4. תאורה מלאכותית
- 5. לא קיים בהדמיה
- 6. מים

## נימיות בקרקע

בפעילות הקודמת התוודענו לאחת התכונות ההופכות את המים לנוזל החיים – נוכחות של כוחות משיכה הקיימים בין חלקיקי המים. כוחות משיכה אלו באים לידי ביטוי בשני היבטים האחראיים לתופעה המכונה **נימיות** והם:

1. כוחות משיכה בין חלקיקי המים.
  2. כוחות משיכה בין חלקיקי המים לבין משטחים מוצקים המאפשרים היצמדות החלקיקים לדפנות של צינוריות דקיקות.
- בפעילות זו נתמקד בהכרת תופעת הנימיות בקרקע ובהבנת חשיבותה.



תופעת הנימיות באה לידי ביטוי ביכולת המים ליצור רצף עמוד מים העולה כלפי מעלה - בצינוריות דקיקות ודרך סדקים וחללים זעירים - כנגד כוח הכובד. תופעה זו, הקשורה כזכור לתכונות המים, מאפשרת מעבר מים ביצורים חיים ב**ביוספירה** (עולם החי בכדור הארץ), אולם תופעת הנימיות מתרחשת גם ב**גיאוספירה** (עולם הסלע בכדור הארץ). כפי שנראה בפעילות הבאה.

נסו לשער כיצד מצליחים הצמחים לקלוט מים מן הקרקע גם זמן רב לאחר ירידת הגשם?



בפעילות זו ננסה לענות באופן חלקי על השאלה, כיצד הצמחים מצליחים לקלוט מים מן הקרקע גם חודשים לאחר ירידת הגשם.

**כלים וחומרים:** צלחת פטרי; נייר לבן סופג; קרקע; מים.

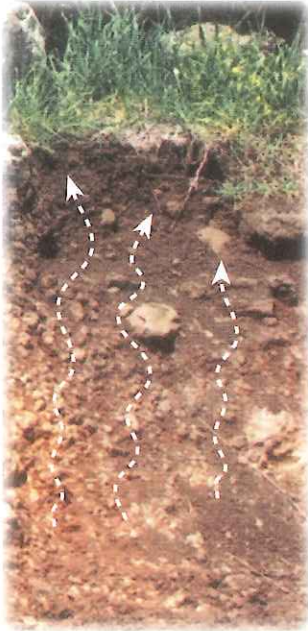
### מהלך הניסוי:

- א. הניחו את הנייר בתוך צלחת הפטרי.
- ב. הרטיבו את הנייר היטב.
- ג. מלאו את הצלחת בקרקע חולית יבשה והמתינו כ-10 דקות.





1. איזה שינוי חל ברמת הרטיבות של הקרקע לאחר כ-10 דקות?
2. איזה שינוי חל ברמת הרטיבות של הקרקע לאחר כ-30 דקות?



כיוון זרימת המים בקרקע  
בהאיזון הנימוז



מהן מסקנותיכם מהתצפית שערכתם?

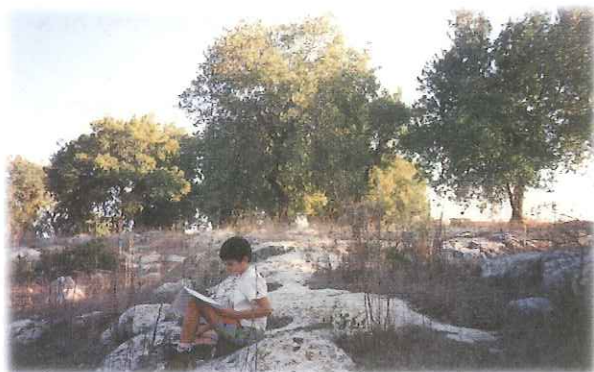


כיצד לדעתכם עברו המים מהנייר אל הקרקע?



תופעת הנימיות מתרחשת גם בקרקע. במידה רבה אחראית תופעה זו לייבוש הקרקע, בגלל עליית המים אל פני הקרקע בתהליך הנימיות והתאדותם מפני השטח אל האטמוספירה. השם נימיות רומז על המנגנון: למים יש תאחיזה (כוח של אחיזה) לגרגרי הקרקע. המים מטפסים ועולים לאורך חללים זעירים בקרקע היוצרים מעין נימים (צינוריות דקות).

## כיצד משפיע תהליך הדיות על מערכת מי התהום?



נחל ארז האלונים



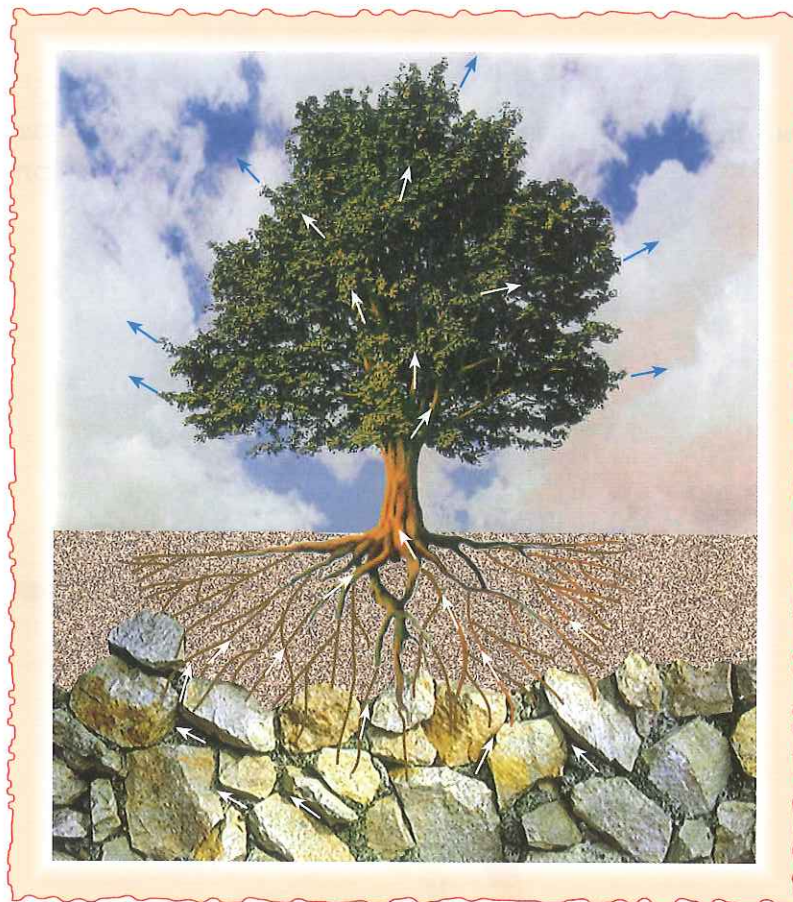
יער האלונים המצוי ליד שפרעם הוא יחידת נוף ייחודית ומוקד לטיוולים משפחתיים בחיק הטבע בשביל אלפי ישראלים. מחקר שערך ניר הר מהפקולטה לחקלאות שברחובות בחן את כמות המים המתאדים משטח העלים של עצי האלון אל האטמוספירה מדי יום. המחקר הראה כי מכל דונם של עצי אלון (1000 מטר מרובע) מתאדים מדי יום כ-500 ליטר מים אל האטמוספירה.

1. כדי להבין את המשמעות של 500 ליטר מים ליום, בואו ונערוך השוואה מעניינת:
  - א. בדקו בחשבון המים את צריכת המים החודשית בטופס חשבון המים של משפחותיכם וכתבו כמה ליטר מים אתם צורכים מדי חודש. (שימו לב! 1 קו"ב = 1000 ליטר).
  - בדרך כלל חשבון המים מתייחס לחודשיים לכן יש לחלק את הכמות לשניים.
  - לדוגמה: בחשבון שלמטה צריכת המים לחודשים יולי-אוגוסט הייתה 59 קו"ב, ולכן לחודש אחד - 29.5.
- ב. חשבו לכמה משפחות מספיקה כמות המים המתאדה בחודש אחד מכל שטח יער האלונים ששטחו כ-1000 דונם.

<b>קבלה למשלם</b>		עיריית רחובות אגף המיסים וחשבונות המים	
חסוך במים - חבל על כל טיפה		84000 מס ר"ג	
כתובת הנכס			
שם וכתובת המשלם			
שכונה	מיקוד		
מס חשבון משלם			
חשבון חקופתי עבור מיסים ומים			
15030161000	85	מגורים א א	111 290 3702 1
סדר הליכה	חדרים	גודל	אזור נוש חלקה ס. נכס
15237028280		3802900002	07-08/99 09-10/99
תוספת לצריכה		מס זיהוי מים	מס נכס תקופת מים תקופת מיסים
צריכה משותפת	59	124	35 42150 14 3
	צריכה ביתית	קריאה נוכחית	קריאה קודמת תאריך קריאה הקצבה
			מס מד מים מונה מהות
			קוד 1 - הערכה



2. סמנו באיור שלמטה את חלקי האיור המייצגים את מערכות כדור הארץ הבאות: הביוספירה (היצורים החיים), הגיאוספירה (הקרקע והסלעים), האטמוספירה (מעטפת האוויר), ההידרוספירה (מים).



3. כיצד משפיעה התאדות המים מעץ האלון על מערכות כדור הארץ השונות: הביוספירה, הגיאוספירה, האטמוספירה, וההידרוספירה?



פדיון ב-Excel

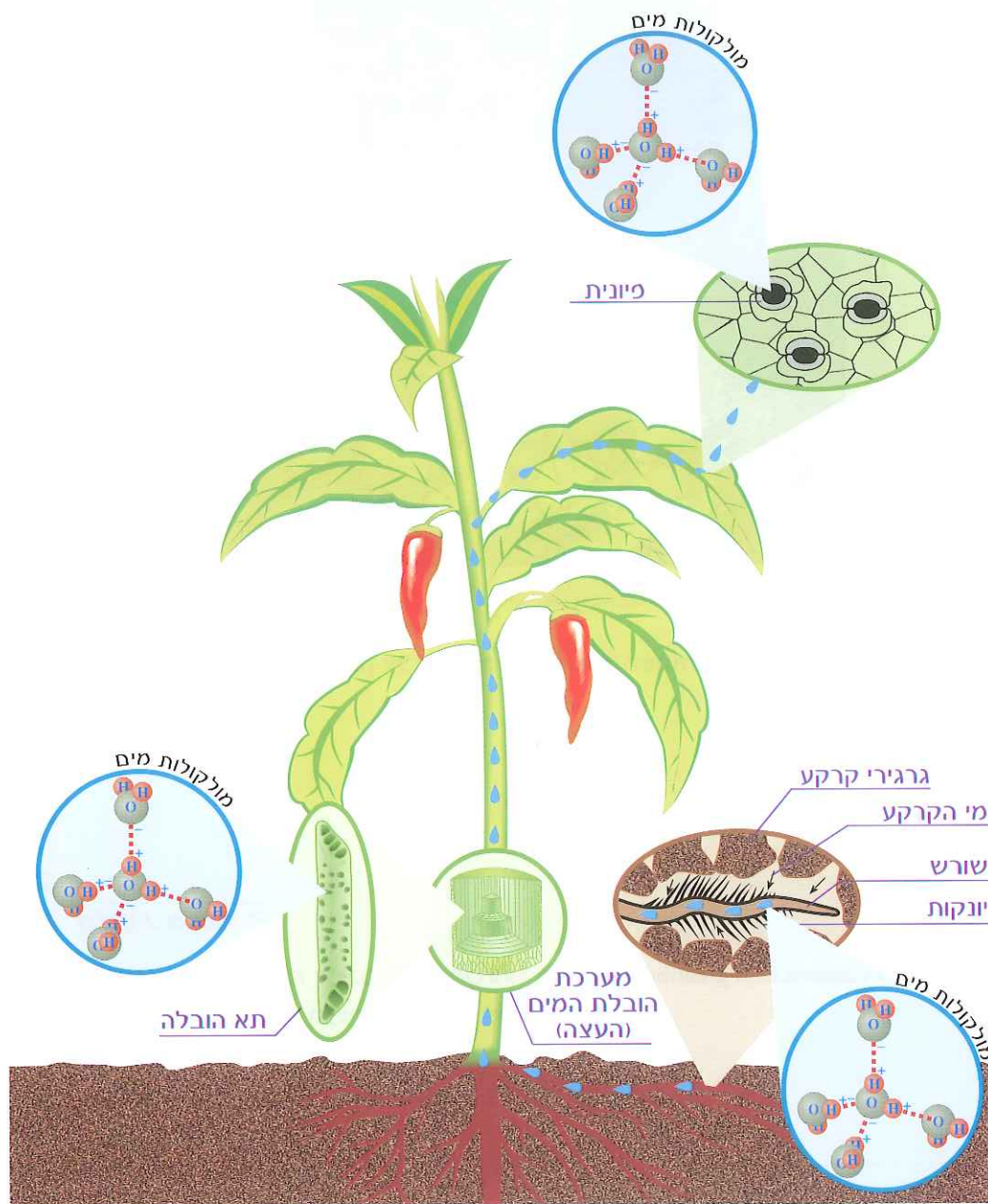
היכנסו לאתר האינטרנט של היחידה "כוכב הלכת הכחול" <http://stwww.weizmann.ac.il/g-earth/blueplanet/> היכנסו לפעילויות ב-Excel ועשו את הפעילות "תכנון גינה".

- כיצד משפיעים הנתונים הבאים על המשימה תכנון גינה חסכונית במים:
1. שיעור הדיות של צמחים שונים.
  2. האזור הגאוגרפי בו ממוקמת הגינה.
  3. העונה במהלך השנה.

## פעילות סיכום - הצמחים כמובילי מים אל האטמוספירה

### חלק א: ארגון ידע - הצמח כמוביל מים אל האטמוספירה

1. לפניכם ציור של צמח בקרקע. נסו לתאר את תנועת המים מהקרקע דרך הצמח אל האטמוספירה. הציגו את התהליכים שלמדתם בפרק זה על גבי הציור.



2. מהן מסקנותיכם העיקריות לגבי הנושא "הצמח כמוביל מים אל האטמוספירה", בעקבות שבע הפעילויות האחרונות?

3. ארגנו את הידע שלכם באופן הבא: בראש הטבלה שלפניכם מופיעים מושגים אשר נלמדו בניסויים שערכתם בפרק זה (שמות הניסויים מופיעים בטור הימני). לגבי כל ניסוי סמנו  $\checkmark$  מתחת למושג אשר נלמד בניסוי זה.

ניסוי	מושגים	דיות	נימיות	פיוניות	קליטת מים	צינורות הובלה	יונקות	התאדות
	האם צמחים מאבדים מים?							
	מאין מאבדים הצמחים מים?							
	מהיכן קולט הצמח מים?							
	כיצד מגיעים המים מהשורש אל העלים?							
	כיצד עולים המים בגבעול הצמח?							
	נימיות בקרקע							
	כיצד משפיע תהליך הדיות על מערכת מי התהום?							

### חלק ב: מתבוננים בתמונה

התבוננו בתמונת השער של פרק זה ונסו להעריך את גובה העצים ביער המופיע בתמונה. תארו בציור או במספר משפטים את המנגנון המאפשר את עליית המים בעצים ביערות הגשם מן השורשים עד לצמרות בגובה של עשרות מטרים. חשוב! התייחסו בתיאורכם למידע שצברתם בפעילויות בפרק זה.

### חלק ג: ניתוח קטעי מידע

קראו את קטעי המידע שבעמודים הבאים ורשמו מתחת לכל קטע תצפית ומסקנה מהניסויים שביצעתם בפרק זה אשר תומכים במידע המופיע בקטע. ראו דוגמה.

#### האם צמחים מאבדים מים?

כל עצם המצוי באוויר מאבד מים: רצפה רטובה, כביסה לחה, שלוליות, אדמה מושקית, בעלי חיים, צמחים ועוד. איבוד מים זה מתרחש בגלל תהליך התנדפות המים החשופים לאוויר והפיכתם לגז או לאדי מים. איבוד מים לאוויר בצורת אדי מים מעצמים נקרא **אייד**, ומצמחים נקרא **דיות**. קצב איבוד המים תלוי בגורמים רבים, ביניהם שטח הפנים המוצג לאוויר. אתם בוודאי יודעים שכביסה פרוסה מתייבשת מהר יותר מכביסה שאינה פרוסה. תהליך הדיות מוביל כמויות עצומות של מים מהצמחים אל האטמוספירה. מחקר שערך ניר הר מהפקולטה לחקלאות שברחובות, בחן כאמור את כמות המים המתאדים משטח העלים של עצי האלון אל האטמוספירה מדי יום.



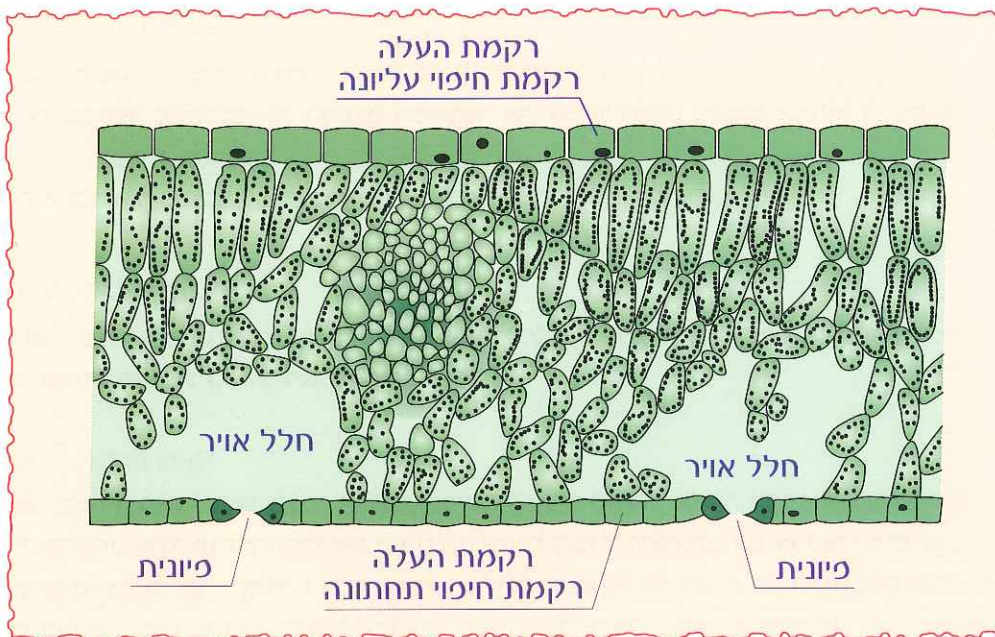
המחקר של ניר הר הראה כי מכל דונם של עצי אלון (1000 מטר מרובע) מתאדים מדי יום כ- 500 ליטר מים אל האטמוספירה.  
**תצפית:** בפעילות "האם צמחים מאבדים מים" ראינו שמשקל המשורה + הצמח לאחר 6 ימים היה נמוך בהשוואה למשקלם ביום הראשון לניסוי.  
**מסקנה:** בצמחים מתרחש תהליך של איבוד מים אל האטמוספירה.

### מהיכן מאבדים הצמחים מים?

הצמחים, כמו כל היצורים הרב-תאיים עטופים מבחוץ ברקמת חיפוי המורכבת מתאים. כאשר מתבוננים מבעד למיקרוסקופ אור ברקמת החיפוי של עלים או של גבעולים, אפשר לעתים לזהות תאים גדולים יחסית היוצרים מבנים שצורתם דומה לצורת פה ומכאן שמן: פיוניות, מלשון פה זעיר.  
 הפיוניות מובילות לחללי אוויר גדולים התופסים לעתים חלק גדול מנפחו הפנימי של העלה. כך שלמעשה, שטח המגע בין רקמת העלה ובין האוויר הוא גדול בהרבה משטחו החיצוני של העלה.  
 הפיונית מורכבת משני תאים גדולים, המכונים **תאים סוגרים** והם למעשה משמשים כ"שפתיים" שלהן. בשעות החום הצמח עלול לאבד מים ולכן התאים מתוחים וישרים והפיונית סגורה. כאשר הצמח אינו בסכנת איבוד מים, התאים הסוגרים נפוחים ומקבלים צורה של שתי בננות שביניהן רווח ואז הפיונית פתוחה.

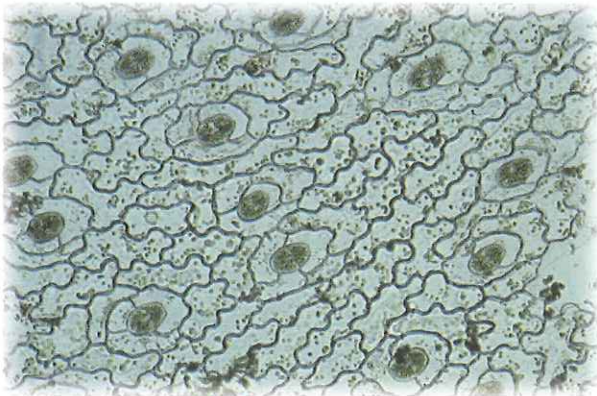
תצפית:

מסקנה:



זאה באג

## לשם מה זקוקים הצמחים לפתחים זעירים ברקמת החיפוי שלהם?



פיוניות בקלח האופיו של זאה שרף  
פיז בלוקוסקופ אוו (הגדלה פי 160).

רקמת הצמח הגלויה לאור מכוסה קוטיקולה הבנויה מקוטיין ומשעווה, שהם חומרים שמנוניים הדוחים מים. לכן מעל 90% מהמים שמאבד הצמח במשך היום יוצאים דרך הפיוניות ופחות מ-10% מתאדים ישירות מרקמת העלה. דרך הפיוניות נעשה מעבר גזים בין הצמח לסביבתו. דרך הפיוניות קולט הצמח מהאוויר פחמן דו-חמצני וחמצן ופולט אדי מים. פתחי הפיוניות מובילים למעשה לחללי אוויר המצויים ברקמת העלה או הגבעול, אשר בהם נעשה תהליך של חילוף הגזים. כאשר הפיוניות סגורות חילוף הגזים מצטמצם. בדרך זו יכול הצמח לווסת את חילוף הגזים עם סביבתו הנעשה דרך הפיוניות.

תצפית:

מסקנה:

## האם פתיחת הפיוניות עלולה להזיק לצמח?

הצמחים מאבדים כמויות גדולות של מים דרך הפיוניות. איבוד המים עלול להביא לסכנה של איבוד ייתר של מים וקריסת מערכות ההובלה בצמח. בצמחים רבים נמצאים מנגנוני התאמה לשמירה על משק המים בצמח. גודל פתח הפיוניות משתנה במהלך היממה. ברוב הצמחים הפיוניות פתוחות באור וסגורות בחושך, אך יש צמחים שפיוניותיהם אינן נסגרות כלל. בשעות הערב והבוקר, כאשר התאים הסוגרים קולטים מים מתאי רקמת החיפוי המצויים לצדם, הם מגדילים את נפחם והפיונית נפתחת. באותו אופן, כאשר התאים הסוגרים מאבדים מים, בשעות הצהריים, נפחם קטן והפיונית נסגרת.

בצמחים רבים כגון תירס, תפוח ועגבנייה, מספר הפיוניות בצד העליון החשוף לשמש קטן בהרבה ממספר הפיוניות המצוי בצדו התחתון של העלה. מנגנון זה מאפשר את פתיחת הפיוניות תוך איבוד מים מזערי.

תצפית:

מסקנה:

## מהיכן מגיעים המים לצמח?

תפקידו העיקרי של השורש הוא קליטת מים ומלחים המומסים בהם.

בצמחים רבים, ממערכת השורשים מסתעפים שורשים צדדיים קטנים ורבים שמגדילים את האורך הכללי של השורש ואת שטח פניו. שטח פנים ענקי זה של מערכת השורשים בא במגע עם חלקיקי הקרקע ועם התמיסה שביניהם.

השורש יונק את המים בעיקר באזור היונקות. היונקות הדקיקות והארוכות גדלות בין גרגרי הקרקע, לופתות אותם ו"יונקות" את המים שסביבם ואת המלחים המומסים בהם.

תמיסה זו עוברת דרך התאים ודרך הדפנות והחללים הבין-תאיים שבשורש, לתוך צינורות העצה ומשם עולה לכל חלקי הצמח.

תצפית:

מסקנה:

## מי מוביל את המים בצמח?

מערכת ההובלה בצמח מורכבת משתי תת-מערכות חשובות שלהן תפקידים שונים:

א. השיפה - מערכת הובלת חומרי המזון בצמח. העלים הירוקים מייצרים גלוקוז מסיס בתהליך הפוטוסינתזה. הגלוקוז הנוצר בעלים עובר דרך רקמת השיפה שבגבעול לאיברי צריכה ואגירה כגון פירות, שורשים וניצני צמיחה. יש צמחים ששורשיהם התמחו באגירת חומרי תשמורת כגון הגזר והצנון. את תהליך הפוטוסינתזה והובלת חומרי המזון בצמח תבחנו לעומק בהמשך לימודיכם.

ב. היצה - מערכת הובלת המים בצמח. מערכת היצה משמשת להובלת מים ומלחים מהשורש לשאר חלקי הצמח. הובלת המים מתרחשת במערכת של תאים מתים שנותרו מהם רק הדפנות הקשיחים ובמקום כל תא שמת נוצר חלל חופשי להובלה של מים. תאים אלו ארוכים ומחודדים, ומכילים נקבים רבים המאפשרים מעבר מים בין התאים השכנים.

תצפית:

מסקנה:

## מדוע עולים המים כלפי מעלה?

שני גורמים מסייעים לתנועת המים למעלה:

1. **תהליך הדיות** - בחללי האוויר המצויים בעלים הופכים המים לאדי מים ומתאדים לסביבה בתהליך הדיות. התוצאה היא שבעלים נוצר באופן קבוע ריכוז נמוך של מים בהשוואה לשורשים. אפשר לדמות את המים העולים לרכבת ארוכה שכל קרון שלה הוא מולקולת מים. כאשר מולקולות מים מתאדות מהעלים, כוח הדיות מושך את ה"רכבת", המים שבצינורות נמשכים דרך מערכת ההובלה כלפי מעלה ובמקום כל מולקולה שיצאה מלמעלה, נכנסת מולקולת מים אחרת מלמטה. וכך נקלטות מולקולות מים אחרות דרך השורשים. ללא תהליך הדיות לא היה מתאפשר מעבר המים מהשורשים אל צמרות העצים. מהירות הובלת המים בצמחים שונה בצמחים שונים. בעץ אקליפטוס שגובהו 50 מטרים נמדדה מהירות של 20-45 מטר בשעה.

2. **כוחות תאחיזה בין מולקולות המים** - רציפות עמוד המים המושגת באמצעות כוחות התאחיזה שבין מולקולות המים לבין עצמן. המים נקלטים בצמח דרך היונקות המצויות בשורשים, עוברים במערכת ההובלה ויוצרים זרם רצוף לאורך הצמח עד לעלים שבצמרות. כוחות התאחיזה שבין מולקולות המים והכוחות המצמידים את המים לדפנות הצינורות מונעים שבירת עמוד המים וחדירת אוויר למערכת. חדירת אוויר תגרום לקריסת עמוד המים ותמנע הגעת המים לצמרות.

תצפית:

מסקנה:

