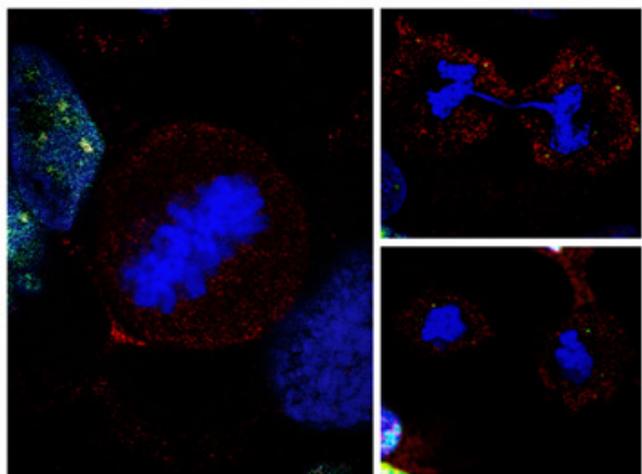




והזוכים בתחרות "כימיה בקליק!" בשנת תשפ"ד הם...

דנה שחייני¹

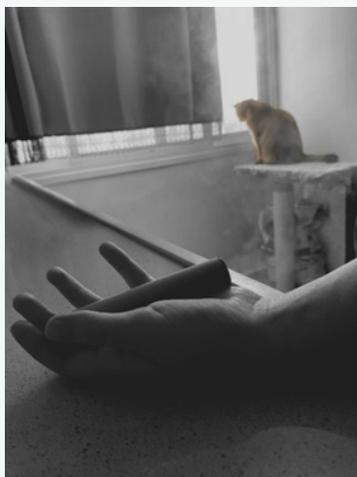
התחרות "כימיה בקליק!" היא תחרות תצלומים וקולאז'ים שמזמינה תלמידי כימיה בכיתות ט' עד יב' מכל רחבי הארץ לחקור תופעות כימיות מעולמם ולתת להן ביטוי חזותי אישי. התלמידים מתבקשים לבחור תופעה כימית אשר מעניינת אותם במיוחד, לחשוב כיצד ניתן לצלם או להכין קולאז' אשר מעביר את בצורה חזותית את התופעה ולהגיש עבודה כתובה בנושא יחד עם התצלום (ראו כתבתן של ד"ר דנה שחייני וד"ר דבורה מרצ'יק על "כימיה בקליק!" בגליון 40). בתחרות הראשונה של **כימיה בקליק**, שהתקיימה בשנת הלימודים תשפ"ג, נרשמו לשלב הראשון כ-200 קבוצות, ועלו לגמר 33 מהן. בשנה שעברה, בצל המלחמה, נרשמו רק 85 קבוצות, בהובלת שבעה-עשר מורים משישה-עשר בתי ספר שונים. את העבודות המתחרות שפטו ארבע שופטות, וכל עבודה נשפטה לפחות על ידי שלוש מהן (חלק מהעבודות עברו שיפוט של כל ארבע השופטות).



במקום השלישי:

הצורות של קוד החיים

שמות התלמידים: עומר חלבי, עידו שאלתיאל, אמיל ירייב
שם המורה: מיכל גבעון
כיתה ובית הספר: כיתה י"ב, תיכון גבעת שמואל



במקום השני:

וויפ: אידוי קטלני

שמות התלמידים: שרה רווה, יארוסלבה אבדייב
שם המורה: ירון קדמי
כיתה ובית הספר: כיתה י', בית הספר הרב-תחומי למדעים ואומנויות, חדרה



1 מנהלת תחרות התצלומים והקולאז'ים "כימיה בקליק!" במרכז הארצי למורי הכימיה במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע



במקום הראשון:

סודות מלוחים של המעמקים הזוללים

שמות התלמידות: ליה אטז'נוב ואמילי קפוסטין

שם המורה: יעל חורב

כיתה ובית ספר: כיתה י"א 6, אורט ערד



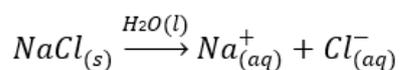
בסביבה מימית חומצית כמו אבן גיר או גבס. הם עלולים להוות סיכונים רציניים לתשתיות, לכבישים ולבניינים מכיוון שהם עלולים לגרום לקריסות פתאומיות ובלתי צפויות. הבולענים קשורים לאזורים הידועים בטופוגרפיה הקרסטית. היווצרות בולענים יכולה להיות מופעלת על ידי אירועים טבעיים כמו גשמים כבדים ורעידות אדמה או מלאכותיים כלומר פעילויות אנושיות כמו כרייה, בנייה והזרמת מים אל תוך הקרקע. ישנם המון מקומות בעולם בהם נוצרים בולענים - ים המלח, וונצואלה, מקסיקו, קהיר, עומאן ועוד. בכולם מהווים הבולענים סכנה.

כיצד נוצר בולען בים המלח?

היווצרות הבולענים נגרמת מירידה דראסטית במפלס ים המלח. ירידה זו גורמת לירידת מפלס מי התהום. כתוצאה מכך ישנו מגע בין מי התהום לשכבת המלח בקרקע ומתחיל תהליך המסת המלח במי התהום. ברגע בו הומס מספיק מלח כדי להחליש את יציבות הקרקע קורסת התקרה של החלל, השכבות הבלתי מלוכדות מעליה נופלות אל תוך החלל הנוצר ומשאירות בולען על פני השטח (ציור 1).

הכימיה של תהליך ההמסה

כאשר מלח (נתרן כלורי או $\text{NaCl}_{(s)}$) מומס במים, הסריג היוני של גביש המלח הופך ליונים ממוימים של נתרן (Na^+) וכלוריד (Cl^-), לפי התגובה:



העבודות שקיבלו את הניקוד הגבוה ביותר והגיעו לשלושת המקומות הראשונים בתחרות הן: אמילי וליה, שזכו במקום הראשון, מספרות על התהליך שעברו:

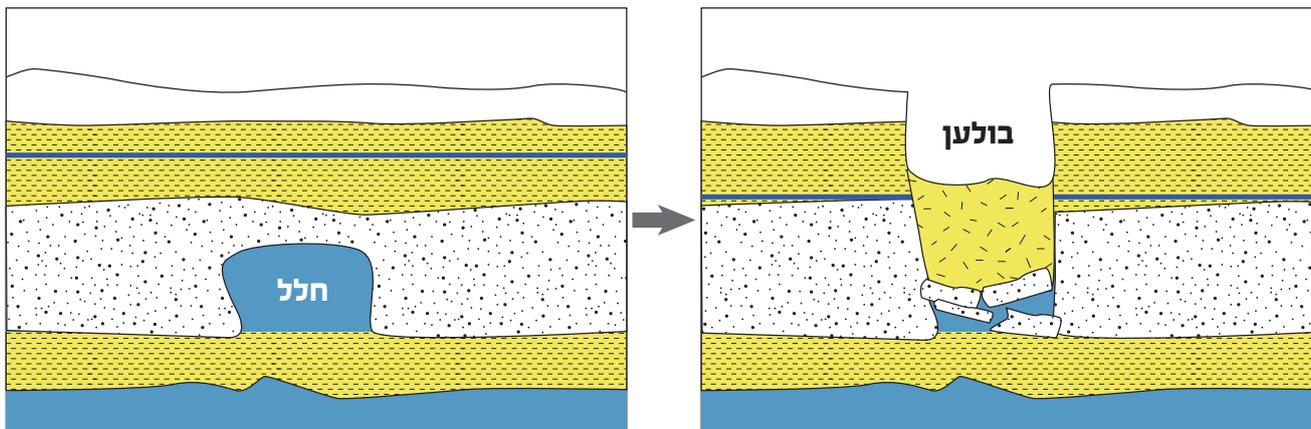
"החלטנו לגשת לתחרות כי המורה שלנו לכימיה, יעל, אהבה עבודה שעשינו בנושא דומה והציעה לנו להשתתף. בחרנו לכתוב את העבודה על בולענים מכיוון שהנושא ממש עניין אותנו. אנחנו גרות ליד ים המלח וזאת תופעה ששמענו עליה המון, רצינו לבדוק איך היא מתרחשת וגם היה לנו רעיון מגניב לקולאז'. היה ממש מעניין לחקור על הנושא והיה קשה לתמצת את העבודה לדף אחד - בהתחלה רק ארגון המידע היה בהיקף של 15 דפים. ממש התרגשנו לזכות, לא האמנו שהעבודה שלנו באמת זכתה. היה ממש כיף להשתתף בתחרות, ממש הופתענו ולא חשבנו שזה באמת יקרה, אנחנו מאוד מודות לזכות שנתנה לנו להשתתף."

נושא העבודה: הבולענים בים המלח

"הקולאז' שלנו מציג שילוב של 6 בולענים שונים אותם צילמנו באזור ים המלח. הדגשנו את חומרת הבעיה הרבה על ידי השוואה בין האדם הנראה זעיר בתמונה התחתונה לעומת הבולען הענק. בנוסף הוא מציג את השוני בבולענים, היופי שבהם והעוצמה המפחידה."

מהו בולען?

בולען הוא שקע או חור באדמה הנגרם כתוצאה מצורה כלשהי של קריסה של שכבת פני השטח. בולענים נוצרים בדרך כלל כאשר מים ממיסים סלע ויוצרים חלל שבסופו של דבר תקרתו קורסת. בולענים נמצאים בדרך כלל באזורים עם סלע מסיס במים כמו מרבצי מלח (חומרים קלי תמס במים) או סלעים מסיסים



ציור 1: היווצרות בולען בעקבות המסת שכבת המלח. בצהוב - חרסית, בלבן - שכבת המלח, קו כחול - מפלס מי התהום.

יותר מומס בממס וכל הוספת מומס נוספת גורמת למשקע של אותו המומס. מכיון שבמי תהום ריכוז המלחים נמוך, כמות המלח שמתמוססת בהם גדולה בהרבה מזו שמתמוססת במי ים המלח שבהם ריכוז המלחים גבוה מלכתחילה (הכמות המומסת עד להגעה לרוויה תלויה בריכוז המלחים ההתחלתי במים).

השפעה על הסביבה

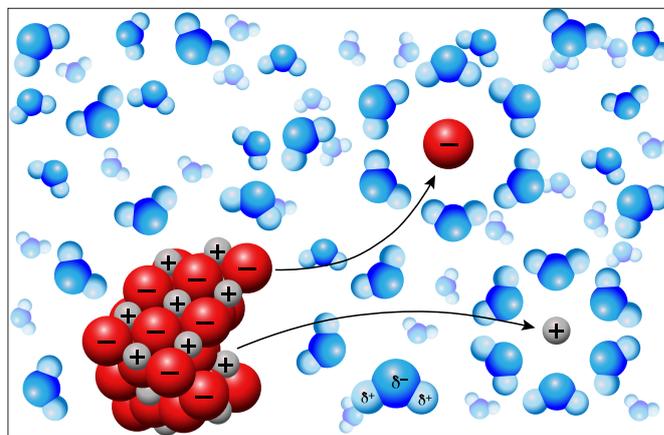
ביום המלח בעשור האחרון נוצרו מעל ל-1000 בולענים שסיכנו חיים, רכוש, שיבשו אתרי פיתוח ובניה. עומקם כ-20 מטר וקוטרם כ-25 מטר. משנות ה-80 רק גובר הקצב של היווצרות הבולענים. נכון לאמצע שנת 2018, עמד מספרם על יותר מ-6,000, ומספרם גדל בקצב של כמה מאות בשנה. מפלס ים המלח צפוי לרדת, וכתוצאה מכך ירד גם מפלס מי התהום ולכן קצב הופעת הבולענים עתיד להיות מואץ. כדי להתמודד עם בעיה זו הובא הרעיון של "תעלת הימים" - תעלה שתוביל מים מ"ים סוף" או מהים התיכון ותגרום להעלאת מפלס ים המלח. פתרון זה הוא יקר מאוד וכרוך בשינויים סביבתיים רבים אחרים אשר עלולים להשפיע לרעה. פתרון אחר הוא כיסוי של אזורי הבולענים ביריעות אך זהו פתרון חלקי, אשר פותר את בעיית הבולענים רק בקרבת החוף. פתרון נוסף הוא שאיבה של מי התהום המתוקים לפני הגעתם לאזור הבולענים, כך תמנע המסת שכבת המלח בהם. אך האמצעים לביצוע פתרון זה יקרים, מסובכים ודורשים הכרות עם השטח. חוקרים רבים עובדים וחוקרים על הבולענים כדי למצוא פתרון יעיל לקושי החיים באזור הבולענים ולהאצת הופעת הבולענים.

מקורות

לצפייה ברשימת המקורות למאמר זה יש להכנס [לקישור](#).

ברמת החלקיקים, אטומי החמצן בעלי מטען יחסי שלילי במולקולות המים (בגלל היותם יותר אלקטרושליליים מאטומי המימן) נמשכים ליוני הנתרן הטעונים חיובית. אטומי המימן בעלי מטען יחסי חיובי במולקולות המים (בגלל היותם פחות אלקטרושליליים מאטומי החמצן) נמשכים ליוני הכלוריד הטעונים שלילית. משיכה זו גורמת למולקולות המים לפרק את הקשר היוני הקיים בין יוני הנתרן ליוני הכלוריד בחומר היוני המוצק, להקיף את היונים ולהפרידם ליונים בודדים. כך מופרדים יוני הנתרן ויוני הכלוריד מגביש המלח ומוקפים במולקולות מים - החומר מומס והיונים ממויימים כפי שניתן לראות במודל בצירוף 2.

ככל שמוסיפים וממסים יותר מלח, משתחררים יותר יונים שמוקפים במולקולות מים. תהליך זה נמשך עד שהתמיסה מגיעה לרוויה, ואז לא יוכל עוד מלח להתמוסס במים מבלי ליצור משקעים מוצקים. רוויה היא המצב שבו לא ניתן להמיס



ציור 2: תהליך המסה של $\text{NaCl}_{(s)}$ ברמה המיקרוסקופית.