

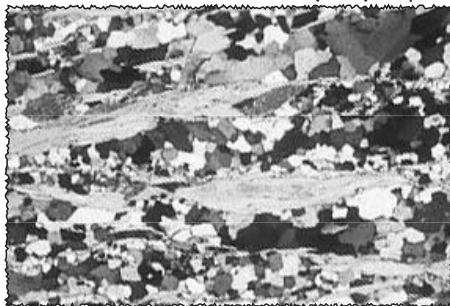
13. גם סלעים מושפעים מחום ולחץ... - תהליכי התמרה

א. שינויים במבנה הסלע

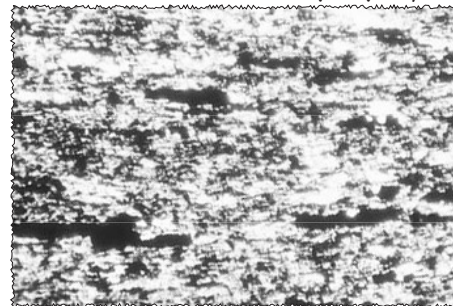


1. התבוננו בשני הסלעים שעל השולחן, ובאיורים הבאים (האיורים מייצגים חתכים דקים של סלעים אלה כפי שהם נראים מבעד למיקרוסקופ). **במה דומים שני הסלעים זה לזה?**
תשובה: שני הסלעים שולפניכם הם בעלי מבנה גבישי. נסו למצוא דמיון בסיסות הכלבישים בשני הסלעים.

חגך מיקרוסקופי של סלע בי (הצלצה פי 4)



חגך מיקרוסקופי של סלע אי (הצלצה פי 4)



סלעים בעלי גבישים המסודרים בכיווניות אחידה נקראים סלעים מותמרים. בהמשך הפעילות ננסה להבין מדוע הם נקראים כך, אך לפי שעה ננסה להיעזר בהגדרה הבאה כדי לזהות את שני סוגי הסלעים שבחנתם.
הגדרה:
סלע מותמר בעל גבישים שגודלם עשיריות המילימטר (בינוני גביש) נקרא שִׁיסֵט,
וסלע מותמר בעל גבישים הגדולים ממילימטר (גס גביש), נקרא גִּנִּיס.



2. היעזרו בתצפיותיכם בסלעים ובהגדרה שלמעלה כדי לזהות את שני הסלעים:
סלע אי (איור למעלה) הוא: **שיסט / גנייס.**
סלע בי (איור למעלה) הוא: **שיסט / גנייס.**

כדי להבין את התהליך שיצר את שני הסלעים הללו, ננסה להשוות אותם לסלע אחר המוכר לכם.



3. בקשו מהמורה את הסלע הנוסף, וזהו אותו (תוכלו להיעזר בכרטיסי הזיהוי).

שם הסלע הנוסף:



4. ודאי שמתם לב לכך שהסלע הנוסף שקיבלתם דומה מאוד לסלע הגנייס.

ערכו השוואה בין שני סלעים אלה בעזרת הטבלה הבאה:

שם הסלע: _____ (סלע ב')	שם הסלע: _____ (הסלע שזה עתה קיבלתם)	
		צבע:
		גודל חלקינים: (גודלים או קטנים)
		צורת סידור החלקינים: נופלים בצורה אקראית או מסודרים בכיוון אחיד



5. סלע הגנייס אותו חקרתם בפעילות זו נוצר בתהליך מסוים שפעל על סלעי גרניט.

נסו לשער כיצד מרחש גליון זה, ובאיזה אזור של כדור הארץ הייגא מצפים שהוא יקרה.

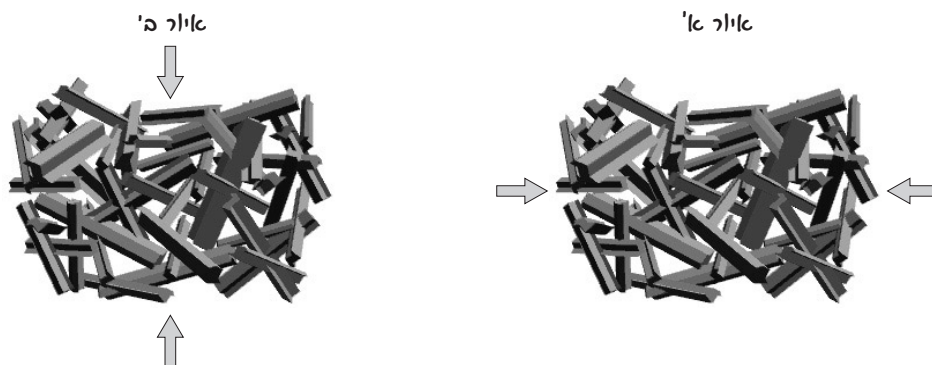


באמצע המאה ה-19 העלה גיאולוג ושמו סורְבִּי (Sorby) השערה כי סלעים שבהם מצויים גבישים בכיוונית אחידה (כגון אלה שבחנו) נוצרו כתוצאה מלחץ גבוה שפעל עליהם. סורְבִּי ביסס את השערתו על סמך הניסוי הבא:

הוא הכין תערובת של גבישי מלח וגבישי מינרלי מיקה (כגון הביטיט) והפעיל עליה לחץ באמצעות מלחציים. תוצאות הניסוי מתוארות באיור משמאל.



6. נסו לקבוע מה היו כיווני הלחצים שיצרו את הכיווניות של הגבישים המוצגים באיור למעלה (הקיפו בעיגול את האיור שבו מופיעים החצים בכיוון הנכון).



7. היעזרו בתשובתכם לסעיף הקודם לשם השלמת המשפט הבא:

כאשר מופלג אחר גבוה על סף, הפבישים מסגדים בו נקיים הליגול **מוקביל/ניצב** אכיוון הליגול.

מהם תהליכי התמרה ומהם סלעים מותמרים?

ראינו, אם כן, כי לחץ גבוה עשוי לגרום לשינוי במבנה המקורי של סלעים ולשנות את סידור הגבישים שלהם - מפיזור אקראי לסידור בכיוונית אחידה. שינוי כזה מכונה **התמרה** (מטמורפוזזה), וסלעים שעברו שינוי כזה (כגון השיסט והגנייס) מכונים **סלעים מותמרים** (סלעים מטמורפיים).
תהליכי ההתמרה של לחץ וטמפרטורה גבוהים מתרחשים בעומק קרום כדור הארץ (עומק של עשרות ק"מ). כל תהליך ההתמרה מתרחש במצב מוצק, בלי התכה של סלעים למגמה.



8. אם אכן סלעים מותמרים נוצרים בעומק של עשרות ק"מ, כיצד זה ייתכן שישנם מקומות (כגון הרי אילת) שבהם ניתן למצוא אותם על פני השטח?

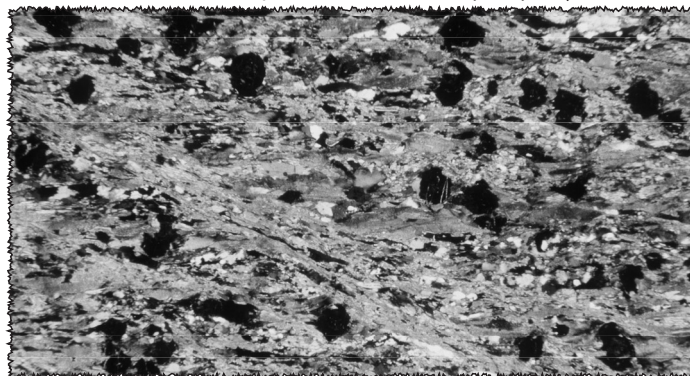
ב. שינויים בהרכב המינרלוגי של הסלע

בעמודים הקודמים ראינו כיצד ניתן ללמוד על תהליכי התמרה בעזרת תצפיות במבנה הסלע. עתה נראה מה ניתן ללמוד על תהליכים אלה בעזרת היכרות עם ההרכב המינרלוגי של הסלע. **לצורך כך, בקשו מהמורה דוגמת סלע המכילה את המינרל גֶרַנט.**

מהו מינרל הגֶרַנט?

הגרנט הוא מינרל הנחשב לאבן-חן. לגבישי הגרנט צורת משושה (ראו את האיור למטה), והם מצויים בגוונים שונים (מאדום ועד שחור). דוגמאות הגרנט שבערכה הן בדרך כלל שחורות וקטנות מ-2 מ"מ וערכן הכספי אפסי, אך ניתן למצוא בטבע גם דוגמאות המגיעות עד לכמה ס"מ, ואשר ערכן הכספי רב. בהמשך הפעילות נראה מה ניתן ללמוד מהימצאו של מינרל מרשים זה בתוך הסלע, אך לפי שעה, נסו לזהותו בסלע שלפניכם.

חגן מיקרוסקופי של סלע המכיל גרנט (הצלף פי 5)



1. הסלע המכיל את המינרל גרנט הוא סלע שאתם מכירים. השלימו את המשפטים הבאים:

סלע המכיל אבן מינרל גרנט הוא:

הגבישים בסלע מסודרים ב

בשנות ה-40 הקים גיאולוג אמריקאי ושמו טאטל (Tuttle) מעבדה משוכללת ובה מכשיר היכול ליצור בו-זמנית טמפרטורות ולחצים גבוהים. למכשיר זה הכניס תערובות שונות של מינרלים הנמצאים בסלעים מגמטיים ובסלעי משקע. טאטל מצא שבהתאם ללחץ, לטמפרטורה ולהרכב המינרלים הראשוני, נוצרים מינרלים חדשים שלא היו בתערובת המקורית. מינרלים אלה נקראים **מינרלים מותמרים**. חשוב לציין כי תהליך ההתמרה כולו מתרחש במצב מוצק. על פי ניסויים כגון אלה נמצא שהמינרל גֶרְנֵט נוצר בטמפרטורה ולחץ גבוהים.



2. מהן אם כן שתי התצפיות המעידות על כך שהסלע שלפניכם עבר התמרה?

גֶרְנֵט א':

גֶרְנֵט ב':



3. מה ניתן ללמוד מהניסוי של טאטל לגבי סוגי הסלעים שיכולים להפוך לסלעים מותמרים? איזו סוגי סלעים יכולים אפוא סלעי מקור לסלעים מותמרים?



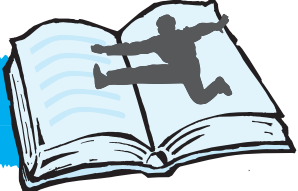
4. בפעילות 3 (הקשר בין תכונות הסלע להרכבו) ראינו כי מינרלים הם תרכובות. עתה ראינו כי בתהליך ההתמרה נוצרים מינרלים חדשים (תרכובות חדשות). מה ניתן ללמוד מכך על טיבו של תהליך זה של יצירת מינרלים חדשים? (הקיפו את התשובה הנכונה)
 - א. התהליך הוא תהליך מכאני.
 - ב. התהליך כולל התגבשות איטית של מינרלים מתוך מַגְמָה.
 - ג. התהליך כולל תהליכי פירוק והרכבה כימיים.
 - ד. התהליך כולל השקעה של מינרלים חדשים מתוך תמיסה מימית.



5. ראינו כי סלעים עוברים התמרה בתנאים של לחץ וטמפרטורה גבוהים. מה יקרה לסלעים מותמרים אם נטמפרטורה גבוהה? איזה סוג של סלעים חדשים תלויים אפוא בלחץ גבוה?

6. כיום אנו יודעים כי סלע השיסט אותו חקרתם (עם המינרל גֶרָנִיט או בלעדיו) נוצר (באזור אילת) על ידי תהליכי התמרה שפעלו על סלעי חרסית. כמו כן אנו יודעים כי החרסית היא סלע משקע (סלע הנוצר על פני השטח ולא בעומק קרום כדור הארץ). נסו לתאר את תהליכי גלגול החומרים שגרמו לסלע החרסית ליהפך לסלע שיסט ולאחר מכן להיחשף שוב על פני השטח. בתשובתכם היעזרו במילים הבאות: *גריט, סלע משקע, פני השטח, גיאויכים פנימיים, עומק קרום כדור הארץ, גיאויכי המרה, סלע שיסט, המרה וחשיפה.*


 סכמו את הפעילות בעזרת משימה פסיכאטית של עמודים פבאים.


 גשו לפעילות פסיכאטית בנושא מחזור חומרי כדור הארץ, של עמוד 142.

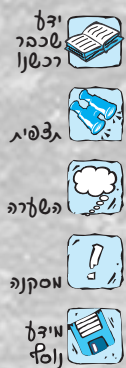
בעמודים הבאים תמצאו שלוש משימות לסיכום תהליך ההתמרה. כל המשימות מתייחסות לתהליך החשיבה המדעית שנערך בפעילות (אופן הסקת המסקנות מהתצפית ומהמידע הנוסף). השלימו משימה אחת בלבד.

סיכום א' - תהליכי התמרה

- השלימו את המילים החסרות בפסקה הבאה:
בפעילות זו בחנו שני סלעים: שיסט וגנייס. ראינו כי לשני הסלעים מבנה _____, ובשניהם הגבישים מסודרים ב _____.
מהניסוי של סורבי (Sorby) למדנו כי כאשר מופעל לחץ על סלעים, הגבישים שבהם מסתדרים בכיוונית אחידה ב _____ לכיוון הלחץ המופעל עליהם.
לפיכך הסקנו כי הסלעים שיסט וגנייס נוצרו בתנאים של _____ גבוה, כנראה ב _____ קרום כדור הארץ.
ראינו כי ישנם סלעי שיסט שניתן למצוא בהם גרנט, שהוא מינרל _____ . הסקנו מכך שתהליך ההתמרה כולל בנוסף על השינויים המכאניים גם שינויים _____.
- סכמו את תהליך החשיבה המדעית שתואר בפסקה למעלה, באופן הבא:

- | | |
|-------|------------|
| _____ | ג'פייג א': |
| _____ | ג'פייג ב': |
| _____ | מידע נוסף: |
| _____ | מסקנה א': |
| _____ | פלטרה א': |
| _____ | ג'פייג ג': |
| _____ | מסקנה ב': |

סיכום ב' - תהליכי התמרה



- קראו את המשפטים הבאים, והחליטו לגבי כל אחד אם הוא בבחינת ידע שכבר רכשתם, תצפית, מסקנה, השערה או מידע נוסף שעלה מן הפעילות **נא לחץ על האלמנט הנכון**.
- הגבישים בסלעים שיסט וגנייס מסודרים בכיוונית אחידה.
 - בניסוי של סורבי, לחץ שהופעל על תערובת גבישי מלח ומינרלי מיקה גרם לשינוי בסידור הגבישים.
 - כאשר לחץ גבוה מופעל על סלע, הגבישים מסתדרים בו בניצב לכיוון הלחץ.
 - ראינו מינרל גרנט בתוך סלע שיסט.
 - מינרל הגרנט הוא מינרל מותמר - מינרל שלא היה בסלע המקור ונוצר בתהליך ההתמרה.
 - מינרלים מותמרים נוצרים בתהליך של פירוק והרכבה כימיים.

סיכום ג' - תהליכי התמרה

1. ערכו רשימה של תצפיות, השערות, שאלות, מסקנות, ידע שרכשנו בפעילויות קודמות, ומידע נוסף שהועלו בפעילות (ראו דוגמה בעמוד 35).



2. תארו במילים ו/או הציגו בצורה גרפית את מסלול החשיבה המדעית בפעילות (ראו דוגמה בעמוד 35).

אזור אינאר גרפי
של מסלול החשיבה

אזור אינאר טקסטי
של מסלול החשיבה
