

כיצד כדור הארץ ממחזר?

Christine Newville^{1*}, Donna L. Whitney¹, Patricia Kang¹, Natalie H. Raia¹ | Katherine F. Fornash²

¹המחלקה למדעי כדור הארץ והסביבה, אוניברסיטת מינסוטה, מיניאפוליס, מינסוטה, ארה"ב

²המחלקה למדעי הגיאולוגיה, אוניברסיטת אוהיו, את'נס, אוהיו, ארה"ב

סוקרים צעירים

HEIDI

גיל: 14



MAYA

גיל: 13



מְחַזֵר אינו מיועד רק לפלסטיק. האם ידעתם שכדור הארץ ממחזר? מְחַזֵר מתרחש כיוון שהחלק החיצוני של כוכב הַלְּקֵת שלנו עשוי חתיכות סלעים גדולות שזזות. כמה מהחתיכות הללו, הנקראות 'לוחות טֶקְטוֹנִיים', שוקעות אל עומק כדור הארץ. ככל שהן שוקעות עמוק יותר, כך מופעלים על הלוחות יותר לחץ ויותר חום. תהליך זה גורם לתגובות כימיות, לרבות הַתְּכָה של המינרלים המרכיבים את הסלעים. יסודות ומים הלכודים בתוך המינרלים המותכים משתחררים ומתפרצים מתוך הרי געש, וכך חוזרים אל פני השטח. הנה כך כדור הארץ מְחַזֵר! במאמר זה, נציג מחקר חדש על מינרל בשם לוסוֹנִיט. מינרל זה נוצר רק בלוחות השוקעים לעומק כדור הארץ. הלוֹסוֹנִיט חזר אל פני כדור הארץ במקומות ספורים, שבהם אנו יכולים לאסוף ולבדוק אותו. הרֶכֶב היסודות שנמצאים בתוך מינרל הלוֹסוֹנִיט עוזר לנו להבין את החלק העמוק של מערכת המְחַזֵר של כדור הארץ.

איך כדור הארץ ממחזר יסודות?

ייתכן שהסלעים המרכיבים את כדור הארץ שלנו נראים עתיקים ובלתי-ניתנים להשמדה. עם זה בהינתן מספיק זמן, הם יכולים להשתנות ולהתפרק. סלעים הם כמו עוגיות שוקולד

צ'יפס. עוגיות (וסלעים) עשויים מכל מיני מרכיבים. עוגייה מכילה שבבי שוקולד, סוכר, קמח ומלח. אפשר להשוות את המרכיבים הללו למינרלים שמרכיבים את הסלעים. המינרלים עשויים מיסודות. חשבו על זה כך: יסודות (כמו חמצן, פחמן, נתרן), מרכיבים מינרלים (קמח, סוכר, מלח, שבבי שוקולד), אשר מרכיבים סלעים (עוגיות שוקולד צ'יפס). המינרלים הנמצאים בסלעים משתנים כשמחממים אותם, כפי שבצק העוגייה משתנה כאשר אופים אותו. שינויים אחרים מתרחשים כאשר נוצרת תגובה בין מינרלים לבין מים חמים, או כשהמינרלים נמצאים בתנאים של לחץ גבוה. בטבע, השינוי הזה נקרא **מְטַמּוֹרְפִיזְם** (הֶתְמָרָה). אם הייתם יכולים להסתכל על מינרל במשך מיליוני או מיליארדי שנים, הייתם רואים את השינויים הללו. אולם, תזדקקו ליותר מאשר זמן. קשה לראות את מערכת המחזור של כדור הארץ, כיוון שתהליך זה מתרחש עמוק מתחת לפני האדמה. כדי לצפות בו, תצטרכו להיות מסוגלים להתבונן מתחת לאוקיינוסים, אל תוך האדמה, כיוון שרבים מהשינויים הללו מתרחשים בפנים כדור הארץ.

מְטַמּוֹרְפִיזְם (Metamorphism)

שינוי במינרלים של סלע מוצק, במרקמו או בהרכבו. תהליך זה עשוי להתרחש בשל שינוי לחץ או טמפרטורה, או כניסה של מים או נוזלים אחרים.

לוח טֶקְטוֹנִי (Tectonic Plate)

חתיכה עבה של סלע מוצק שצפה על פני המעטפת של כדור הארץ. עובי הלוחות הטקטוניים המרכיבים את היבשות והאוקיינוסים של כדור הארץ הוא בין 15 ק"מ.

בְּקָע (Rift)

פער קווי בקרום הימי או היבשתי, בְּמִקוֹם שבו הלוחות הטקטוניים מתרחקים.

הַפְּתָה (Subduction)

התהליך שבו לוח טקטוני אחד שוקע מתחת לאחר.

לוֹסוֹנִיט (Lawsonite)

מינרל מטמורפי שנוצר באזורי הפחתה. הוא מכיל כמויות גבוהות של מים, ושל היסודות סידן, אלומיניום, סיליקון וחמצן, וכמויות קטנות של יסודות אחרים.

המחזור מתרחש משום שכוכב הלכת שלנו נמצא בתנועה. כדור הארץ מכוסה בחתיכות גדולות שזזות, המכונות **לוחות טֶקְטוֹנִיִּים** (לפעמים הם נקראים פשוט 'לוחות'). הקרום שעליו נמצאים היבשות והאוקיינוסים הוא החלק העליון של הלוחות הללו. הלוחות יכולים לזוז זה לכיוון זה, או להתרחק זה מזה. שני סוגי התזוזה הללו מניעים את מערכת המחזור של כדור הארץ. איך זה קורה? כאשר הלוחות מתרחקים, הִמְרוּחַ, שנקרא **בְּקָע**, מתמלא בסלעים חמים ובלִבָּה שעולים מלמטה. כאשר שני לוחות זזים זה כלפי זה, הלוח הישן והדחוס יותר ישקע תחת הלוח האחר. תופעה זו נקראת **הַפְּתָה**. מחזור היווצרות הלוחות (בבקעים) וההֶרְס שלהם (בהפחתה) מחִדֵּש את היצע המינרלים, המים והחומרים החיוניים האחרים של כדור הארץ. אלו תהליכים שמתרחשים לאורך מיליוני שנים, לכן בני אדם אף פעם אינם יכולים לראות את תהליך המחזור מתחילתו ועד סופו.

אפשר לחשוב על תהליך ההפחתה כעל 'מפעל', כיוון שובמסגרתו חומרים לא מעובדים (מינרלים) נכנסים, כדור הארץ 'עובד' עליהם, ואז יוצא משהו אחר (**איור 1**) [1, 2]. התהליך מתחיל מתחת לאוקיינוסים, שם החומר הלא-מעובד של ה'מפעל' נוצר בבקעים שבלוח. בבקע נוצר סלע חדש שמתווסף אל הלוח. כאשר הלוח הופך לבסוף ישן ודחוס, הוא שוקע בתהליך ההפחתה אל תוך כדור הארץ, למקום שבו המינרלים נקברים ומתחממים (עוברים מטמורפוזת), עד שהם מתפרקים. כאשר המינרלים מתפרקים, הם משחררים מים ויסודות אחרים שהיו כלואים בתוכם. חלק מהמינרלים הנמצאים בתוך הסלעים עוברים תהליך של התכה. התוצרים הללו של ה'מפעל' עושים את דרכם חזרה אל פני כדור הארץ כסלע מותך וכגזים.

אחת הדרכים לחקור את תהליך המחזור של כדור הארץ היא לנתח את הִלְבָּה ואת הגזים המתפרצים מתוך הרי געש. דרך נוספת היא למצוא סלעים ששקעו, ואז עלו חזרה אל פני כדור הארץ. הסלעים הללו 'חמקו' מהתכה ומתהליכי פירוק נוספים. המינרלים הנמצאים בתוכם מכילים רמזים לתהליך המחזור. אנו יכולים לנתח מינרלים שעדיין מכילים מים ויסודות אחרים. אחד המינרלים שעוזרים לנו לחקור את 'מפעל' ההפחתה הוא **לוֹסוֹנִיט**. זהו מינרל עשיר במים הנוצר רק בסלעים שעברו את תהליך ההפחתה.

איור 1

מאפייניו של אזור הפחתה.

לוח טקטוני בעל שכבה עליונה של משקעים ושל קרום ימי, שוקע תחת לוח טקטוני אחר. כשהסלעים השוקעים מתחממים, מתייצבים מינרלים חדשים. אחד מהמינרלים החדשים הללו הוא הלוסוניט העשיר במים. ישנם מינרלים עשירים במים שמתפרקים באזורי הפחתה ומשחררים מים. תהליך זה גורם להתכה במעטפת הסלעים החמה שמעל. הסלע המותך עולה, מתפרץ מתוך הרי געש, ומשחרר גזים אל תוך האטמוספירה. אז, היסודות הנמצאים בחומרים הללו חוזרים אל האוקיינוס ואל הקרום הימי, והמעגל חוזר על עצמו.

מקרא (חלק ימני): איך מי הים מגיעים אל תוך הסלעים? Seafloor = קרקעית הים; Hot mantle = מעטפת חמה;

Tectonic plate with oceanic crust = לוח טקטוני עם קרום ימי;

Hydration at ocean ridge = היִדְרָצְיָה (מיים) – הוספת מולקולה/ מולקולות מים לתרכובת כימית) בִּרְכָס תת-ימי;

Ocean = אוקיינוס;

Sediments = משקעים;

Upper mantle = מעטפת עליונה;

Hot mixing mantle = מעטפת חמה מתערבלת;

Increasing heat = חום גובר.

מקרא (חלק שמאלי): איך המים יוצאים מהסלעים? Fluids = נוזלים;

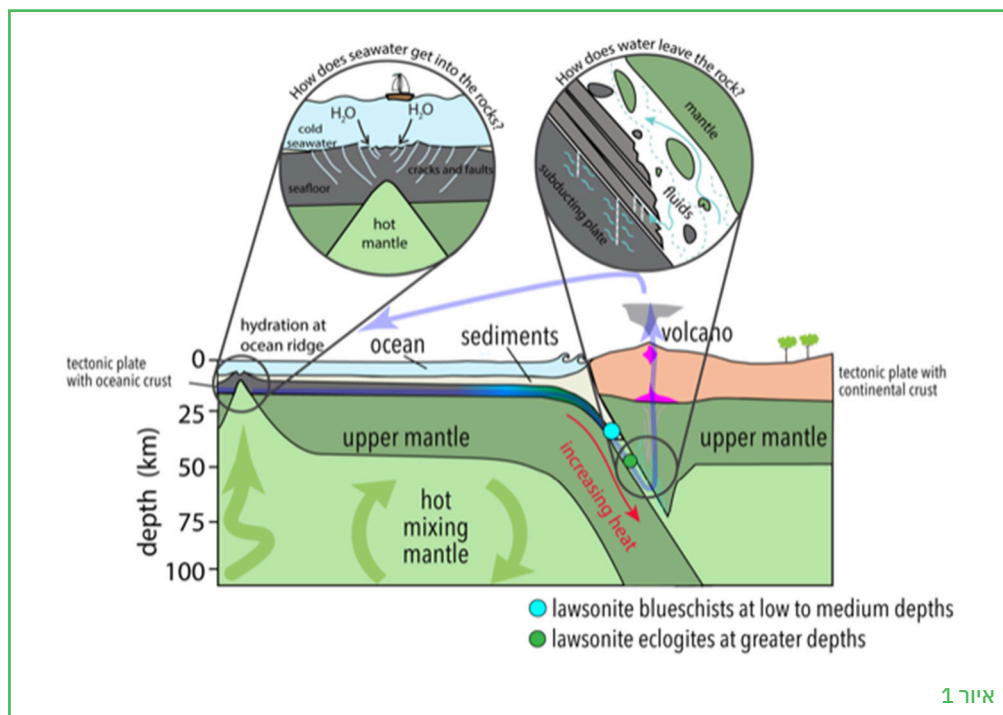
Subducting plate = לוח שוקע;

Volcano = הר געש;

Tectonic plate with continental crust = לוח טקטוני עם קרום יבשתי;

Lawsonite blueschists at low to medium depths = צִפְחוֹת כחולות של לוסוניט בעומקים רדודים עד בינוניים;

Lawsonite eclogites at greater depths = אֶקְלוֹגִיט לוסוניט בעומקים גדולים יותר.



איור 1

חוקרים את הלוסוניט כדי ללמוד על תהליך המְחזור של כדור הארץ

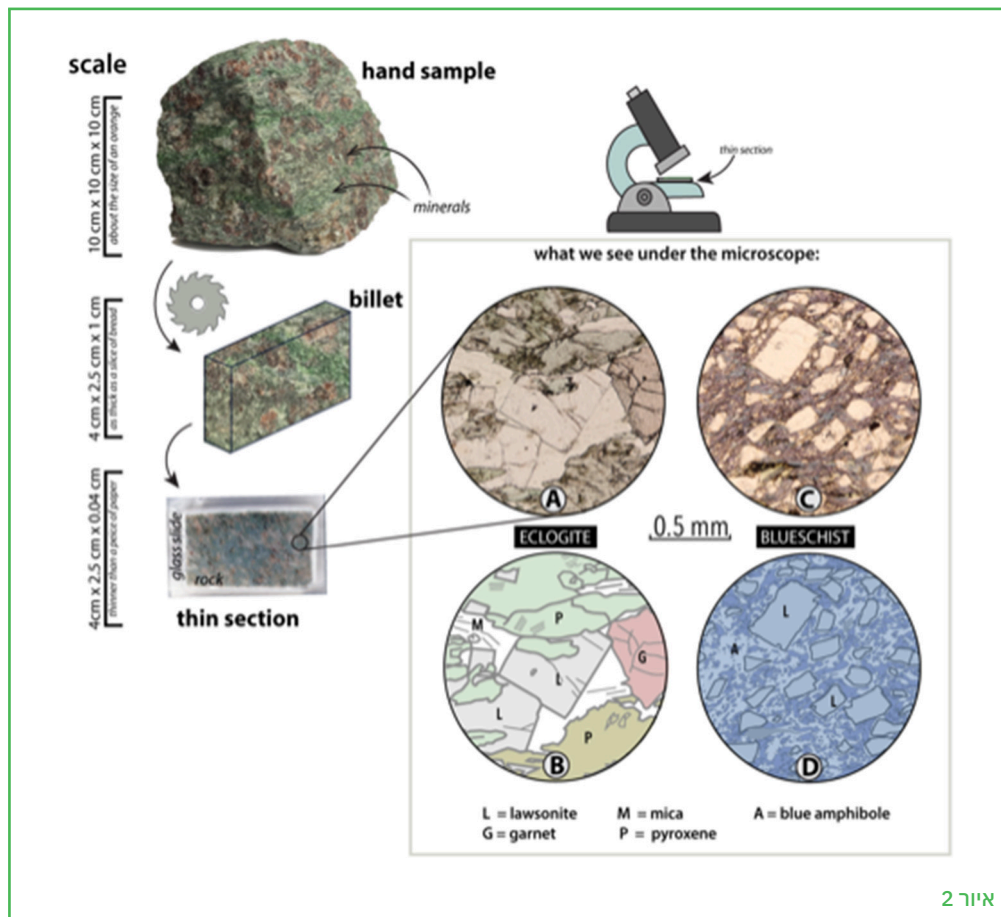
סלעים שנוצרו לאחרונה בבקעים בעומק האוקיינוס עוברים תגובה כימית עם מי-הים החמים, ויוצרים מינרלים חדשים המכילים מים. מאוחר יותר, כאשר המינרלים הללו שוקעים בתהליך הפחתה, הם משתתפים בתגובות כימיות נוספות. כך נוצר לוסוניט עשיר במים במהלך הפחתה (איור 1). לוסוניט הוא חשוב, מפני שהוא מכיל מים רבים ויסודות חשובים אחרים, בכלל זה כמויות מזעריות של אַנְגִיִּים (מתכת רדיואקטיבית) ושל עופְרָת. כל אחד מהיסודות הללו חיוני למחזור בכדור הארץ, אפילו בכמויות קטנות. הלוסוניט נושא את היסודות הללו בין עשרות למאות קילומטרים אל תוך כדור הארץ. כאשר לוסוניט מגיב כימית למינרלים אחרים ומתחיל להתפרק, הוא משחרר מים ויסודות אחרים. מים הם המרכיב הנדרש להתכת הסלעים הרוותחים, שנמצאים מעל ללוח השוקע. שלב זה מאתחל את השלב הבא בתהליך המְחזור של היסודות, כאשר מְגֵמָה (סלע מותך לוחט) מעבירה יסודות ומים מְפִנים כדור הארץ אל פני השטח. כיוון שללוסוניט תרומה חשובה לתהליך המְחזור של כדור הארץ, אנו יכולים לחקור אותו כדי להבין כיצד החלקים העמוקים של 'המפעל' עובדים.

לגיאולוגים עדיין אין יֵדַע רב על אודות לוסוניט, כיוון שהוא נמצא במצב יציב רק בלוחות שוקעים. אין עוד מקום בעולם שבו מתקיים השילוב הנכון בין לחץ לבין טמפרטורה, הנדרש כדי לייצב את הלוסוניט. כמו כן, לוסוניט מתפרק בקלות ויוצר מינרלים אחרים. לכן, למרות שהוא קיים בשפע בלוחות השוקעים במעמקי האדמה, כמעט שאיננו רואים אותו בסלעים על פני כדור הארץ [3, 4]. זה טוב לכדור הארץ, אך לא לגיאולוגים שרוצים לחקור חומר זה! למרבה המזל, לוסוניט אכן נמצא בסלעים מסוימים, לכן ביכולתנו לדגום ולחקור אותו. הוא מצוי בעיקר בסלעים המגיעים מלוחות ששקעו לעומקים רדודים או בינוניים בכדור הארץ. הסלעים הללו נקראים 'צִפְחוֹת כחולות', מפני שהם מכילים מינרל כחול ייחודי (איור 2).

לוסוניט יכול להימצא גם בסלעים שנקראים 'אֶקְלוֹגִיט', הנוצרים בעומקים גדולים הרבה יותר (איור 2). ישנם פחות מקומות בעולם שבהם ניתן למצוא לוסוניט בסלעים העמוקים [5] בהם טורקיה, קורסיקה (צרפת), קולומביה הבריטית (קנדה), הרפובליקה הדומיניקנית, גואטמלה, אוסטרליה והרי האַלְפִים. כמו כן ישנו מקום מעניין באריזונה (ארה"ב), שבו ניתן למצוא פיסות של אבן אקלוגיט עם לוסוניט שמוצָאָן מלוח ששקע, אשר התפרצו מהר געש שכיום אינו פעיל עוד.

איור 2

חקירת אבנים. כדי לחקור אבנים, גיאולוגים מנסים דוגמאות סלעים לחתיכות מלבניות הנקראות 'מְטִילִים' (Billet). אנו מדביקים את המטיל לזכוכית נושאת, מלטשים אותו ומבריקים אותו עד שפרוסת האבן היא כה דקה (Thin section), שהאור יכול לעבור דרך המינרלים. באיור מוצגות כמה אבנים המכילות לוסוניט, כפי שהן מופיעות במבט במיקרוסקופ. (A) צילום של אקלוגיט; (B) צילום של אקלוגיט; (C) צילום של אקלוגיט; (D) איור של צפְּקָה כחולה; (D) איור של צפְּקָה כחולה. במקרא תוכלו למצוא רשימה של המינרלים השונים הנמצאים באבנים אלו. מקרא: L = לוסוניט, G = גַּרְנֵט (נַפֶּךְ), M = נַצִּיץ, P = פִּירֹקְסֵן, A = אֶמְפִּיבּוֹל כחול.



איור 2

מה אנו יכולים ללמוד מהרכב הלוסוניט?

כשהלוסוניט נוצר, הוא 'יורש' את היסודות מהסלע שבו הוא גדל. עם זה לוסוניט יכול גם לשנות את הרכבו בתהליך הגדילה שלו. כתוצאה מכך, חלק אחד של קריסטל הלוסוניט עשוי להכיל כמויות שונות של יסודות מסוימים לעומת החלק האחר. תופעה זו נקראת **איזור**. בדומה לטבעות של עץ שגדלות על גזעו במהלך חייו, איזור של מינרלים מספק תיעוד על אודות תגובות כימיות, נוזלים ויסודות, המעורבים בתהליך המחזור. לדוגמה, אזורים שנוצרים כתוצאה מכמויות שונות של היסוד כרום בקריסטל לוסוניט עשויים להצביע על כך שנוזל המכיל כרום מומס נמצא בתגובה כימית עם קריסטל הלוסוניט בזמנים מסוימים, ולא בזמנים אחרים (איור 3). אנו יכולים לנסות להבין היכן נמצאים מקורות אפשריים של כרום בעומק מפעל המחזור של כדור הארץ, למשל בסלע לוחט ודחוס שנקרא **המעטפת**, שנמצא ישירות מעל ללוח השקוע.

איזור (Zoning)

שינוי בהרכב הקריסטל של מינרל, הנובע משינויים בתנאים במהלך גדילתו.

מעטפת (Mantle)

נפח גדול של סלע חם ודחוס הנמצא בין קרום כדור הארץ לבין הליבה העשירה בברזל של הכוכב שלנו.

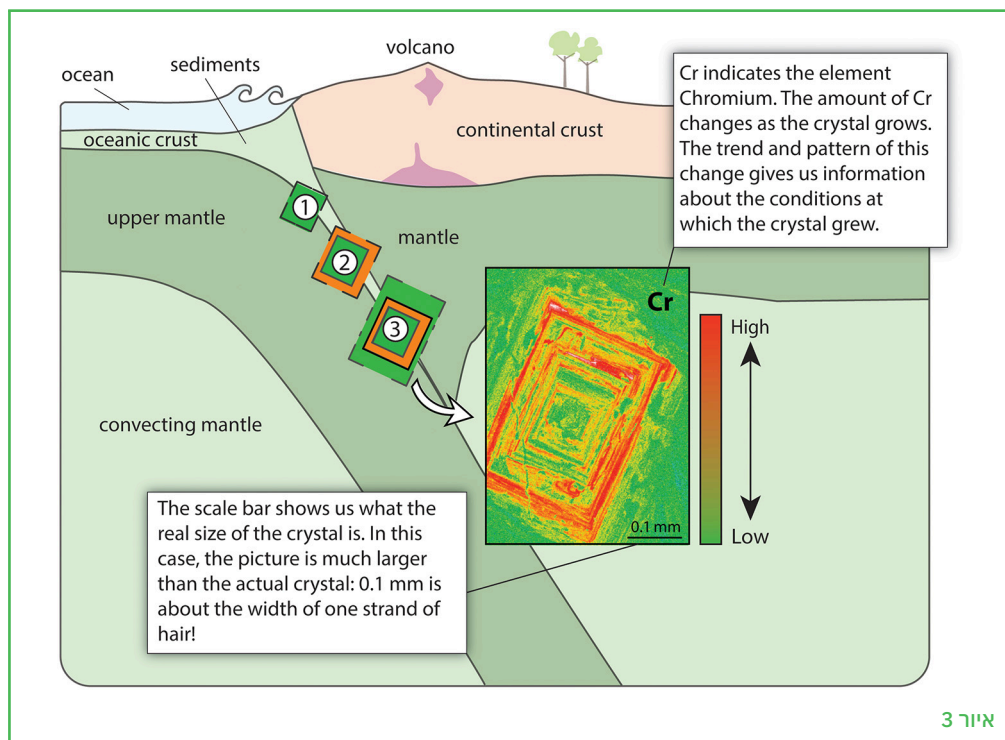
איור 3

גדילת קריסטל של לוסוניט בתהליך ההפחתה. בשלב 1,

קריסטל גדל מהיסודות שסביבו. בשלב 2, היסודות הזמינים להזנת הקריסטל הגדל השתנו, משום שהסלע נמצא בעומק ובטמפרטורה שונים. נוזלים מסייעים לתנועת היסודות לתוך הסלע או מחוץ לו. בשלב 3, הקריסטל ממשיך לגדול בעומק רב יותר, ומתעד את סביבתו המשתנה. תמונת הצבע הכוזב, שהתקבלה באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני, מציגה שינויים ביסוד כרום (Cr) בקריסטל של לוסוניט. הצבע האדום מביע על כמויות גבוהות יותר של כרום, והירוק מביע על כמויות נמוכות יותר (התמונה צֶבֶדָה מ-5).

מקרא: (ריבוע מֶלֶל שמאלי): סרגל קנה המידה מראָה לנו מהו הגודל האמיתי של הקריסטל. במקרה זה, התמונה גדולה בהרבה מהקריסטל כפי שהוא באמת. 0.1 מ"מ הוא בערך רוחבה של שְׁעָרָה אחת! (ריבוע מֶלֶל ימני): Cr הוא סמל היסוד כרום. כמות הכרום משתנה ככל שהקריסטל גדל. מגמת הגדילה ודפוס השינוי הזה מספקים לנו מידע על אודות התנאים שבהם הקריסטל גדל.

- Ocean = אוקיינוס;
- Oceanic crust = קרום ימי;
- Sediments = משקעים;
- Upper mantle = מעטפת עליונה;
- Convecting mantle = מעטפת מתערבלת;
- Volcano = הר געש;
- Continental crust = קרום יבשתי.



איור 3

מדוע כמות הכרום השתנתה בזמן שהקריסטל גדל?

גיאוכימאים עדיין אינם יודעים את התשובה לשאלה זו. רעיון אחד הוא שפעילות של נוזל נעות דרך הסלע כאשר מתרחשת רעידת אדמה במעמקי כדור הארץ. אם זה נכון, הרכבו של הלוסוניט והאיזור שלו מהווים תיעוד לתהליכים כימיים ופיזיקליים דרמטיים שאירעו בכדור הארץ בעבר.

סיכום

החיים על פני כדור הארץ מתאפשרים הודות למחזור של מים ושל יסודות דרך מערכת הלוחות הטקטוניים. כאשר לוחות שוקעים, יסודות מפני השטח של כדור הארץ נעים לעומקו בתוך מינרלים. כשהמינרלים הללו מתפרקים, היסודות שהשתחררו מהם עושים את דרכם אל פני כדור הארץ באמצעות המִגְמָה והגזים המתפרצים מתוך הרי געש. חשוב לחקור את הרכבם של מינרלים, דוגמת לוסוניט, כיוון שאנו יכולים ללמוד עוד על אודות תהליך המחזור המתרחש במעמקי האדמה, במקומות שבהם איננו יכולים לראותו ישירות.

הדרך שבה כדור הארץ ממחזר משפיעה על הרכב הסלעים בכדור הארץ, האוויר והאוקיינוס. אם כדור הארץ היה ממחזר מהר או לאט יותר – או כלל לא – הוא היה נראה אחרת לגמרי. מאותה הסיבה, הרכבם של המינרלים הנמצאים בשכבה המוצקה החיצונית ביותר של כדור הארץ, המכונה 'קרום', היה שונה, כתלות בתהליך המחזור. מינרלים אלו, בצורתם הלא-מעובדת, משמשים לטכנולוגיה, רפואה, חקלאות ולמגוון יישומים אחרים. לדוגמה, משתמשים במינרל כמו נחושת לייצור מטבעות וחוטי חשמל. בדיוק כפי שוויטמינים, סידן וברזל הם חומרי הזנה חשובים עבור הגוף, וגם עבור גדילה של

צמחים. לא משנה היכן אתם נמצאים בעת קריאת מאמר זה – אתם משתמשים במינרלים ומוקפים בהם, כתוצאה מתהליך המחזור הבלתי-פוסק של כדור הארץ.

מאמר המקור

Whitney, D. L., Fornash, K. F., Kang, P., Ghent, E. D., Martin, L., Okay, A.I., et al. 2020. Lawsonite composition and zoning as tracers of subduction processes: a global review. *Lithos* 370–1:105636. doi: 10.1016/j.lithos.2020.105636

מקורות

1. Hacker, B. R., Abers, G. A., and Peacock, S. M. 2003. Subduction factory–1. Theoretical mineralogy, densities, seismic wave speeds, and H₂O contents. *J Geophys Res Solid Earth*. 108:2029. doi: 10.1029/2001JB001127
2. van Keken, P. E., Hacker, B. R., Syracuse, E. M., and Abers, G. A. 2011. Subduction factory–4. Depth-dependent flux of H₂O from subducting slabs worldwide. *J Geophys Res Solid Earth* 115:B01401. doi: 10.1029/2010JB007922
3. Zack, T., Rivers, T., Brumm, R., and Kronz, A. 2004. Cold subduction of oceanic crust: implications from a lawsonite eclogite from the dominican Republic. *Euro J Mineral*. 16:909–16. doi: 10.1127/0935-1221/2004/0016-0909
4. Whitney, D. L., and Davis, P. B. 2006. Why is lawsonite eclogite so rare? Metamorphism and preservation of lawsonite eclogite, Sivrihisar, Turkey. *Geology*. 34:473–6. doi: 10.1130/G22259.1
5. Whitney, D. L., Fornash, K. F., Kang, P., Ghent, E. D., Martin, L., Okay, A.I., et al. 2020. Lawsonite composition and zoning as tracers of subduction processes: a global review. *Lithos* 370–1:105636. doi: 10.1016/j.lithos.2020.105636

פורסם אונליין: 06 במרץ 2025

נערך על ידי: Noemie Ott

מנחים מדעיים: Marta Malinowska

ציטוט: Newville C, Whitney DL, Kang P, Raia NH | Fornash KF (2025) כיצד כדור הארץ ממחזר? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.599596-he

תורגם והתאם מ: Newville C, Whitney DL, Kang P, Raia NH and Fornash KF (2021) How the Earth Recycles. Front. Young Minds 9:599596. doi: 10.3389/frym.2021.599596

הצרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © Newville, Whitney, Kang, Raia | Fornash 2025. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

HEIDI, גיל: 14

שלום, שמי Heidi! אני תלמידה מצטיינת בבית הספר שלי, ואוהבת ללמוד דברים חדשים. אני נהנית לבלות עם משפחתי ועם החתול שלי.



MAYA, גיל: 13

שלום, קוראים לי Maya, אוהבת לעסוק בענפי ספורט שונים כמו כדורעף, גולף, שחייה ועוד. אני גם אוהבת מתמטיקה ומדע. תמיד הייתי טובה בשני המקצועות האלה, ואני מוצאת ששניהם מרתקים. נהנית לבלות עם המשפחה שלי, עם חבריי ועם החתול האהוב שלי.



הכותבים

CHRISTINE NEWVILLE

אני תלמידת תואר שני באוניברסיטת מינסוטה. כעת אני לומדת על עיוותים בסלעים. סקרנית לגבי הדרך שבה קפלים, דפוסי התכה ומרקמי המינרלים, מתעדים היבטים מובחנים של עיוות בסלע. נוסף על גיאולוגיה, הדבר האהוב עליי הוא להיות מעורבת בהנגשת המדע לציבור, כדי למצוא דרכים להביא את המדע הנוכחי אל הקהילות שלנו. בזמני הפנוי, אני אוהבת לקרוא מדע בדיוני. newvi017@umn.edu*



DONNA L. WHITNEY

אני פרופסורית במחלקה למדעי כדור הארץ והסביבה באוניברסיטת מינסוטה. תחום ההוראה והמחקר שלי מתרכז בצורה שבה טקטוניקת הלוחות שינתה את כדור הארץ לאורך לוח הזמנים הגיאולוגי. אני מתעניינת במיוחד בניחות סלעים מטמורפיים, כדי להבין את התהליכים הכימיים והפיזיקליים המתרחשים בעומק הקרום בזמן תהליכים טקטוניים. למשל, בשעת היווצרות הרים וקריסתם, או כאשר הלוחות הטקטוניים משוקעים, ופיסות מהם חוזרות אל פני כדור הארץ. אני אוהבת לעבוד בשטח, לחקור סלעים ולאסוף אותם, ואז להביאם חזרה למעבדה כדי לנתח את הרכב המינרלים, המבנה שלהם וגילם.



PATRICIA KANG

אני דוקטורנטית באוניברסיטת מינסוטה, החוקרת מינרלים בסלעים מטמורפיים שבעבר היו שקועים בעומק, והוחזרו אל פני כדור הארץ. תחומי העניין המחקריים שלי הם ביישום של ניתוח בקנה מידה מיקרוסקופי, כדי לעקוב אחר יחסי גומלין בין סלעים לנוזלים, המתועדים בהרכב המינרלים. אני אוהבת לבלות זמן במעבדה ולצלם תמונות בקנה מידה מיקרוסקופי של סלעים, אשר מציגות מאפיינים מעניינים שלא ניתן לראות ללא מיקרוסקופ, כמו בועות אדים זעירות וכיסי מים הלכודים בתוך המינרלים.



**NATALIE H. RAIA**

אני דוקטורנטית באוניברסיטת מינסוטה החוקרת סלעים שנדחפו אל עומק כדור הארץ והוחזרו על ידי תהליכי הלוחות הטקטוניים. מתעניינת במיוחד בתנועה ובהרכב הכימי של נוזלים בעומקים הגדולים הללו בתוך כדור הארץ, ונהנית לנסות לפענח את סיפורי הסלעים כשאני חוקרת אותם בשטח ובמעבדה. כשאני חוקרת סלעים, אני נהנית ללמוד על תחום המוזיאונים – כיצד לנהל אֶסְפִּים מדעיים, ליצור תערוכות ולְעַנֵּן את הציבור במטרה להביא לקדמת הבמה את המחקר המלהיב שבו עוסקים המדענים מדי יום.

**KATHERINE F. FORNASH**

אני עוזרת פרופסור במחלקה למדעי הגיאולוגיה באוניברסיטת אוהיו. המחקר שלי מתמקד בהבנת התהליכים הגיאולוגיים המתרחשים באזורי התכנסות של לוחות טקטוניים, שהם המקומות על כדור הארץ שבהם שני לוחות טקטוניים מתנגשים. כדי לחקור את התהליכים הללו, אני בוחנת את הכימיה ואת המבנים של סלעים ומינרלים המשתנים בלחץ גבוה, אשר מגיעים מאזורי הפחתה עתיקים ברחבי העולם.

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK



קרן משפחת
שעשוע
Shashua Family Foundation