

אוסף מטאוריטים





על האוסף מטאוריטים

בתערוכה זו מוצגים מטאוריטים מהאוסף הפרטי של מארק גורדון, אסטרונום חובב. מטאוריטים הם עצמים עשויים סלע או מתכת שהגיעו לפני השטח של כדור הארץ (או כל כוכב לכת אחר) מהחלל. מקורם של רוב המטאוריטים הוא משברי שביטים או אסטרואידים, גופים קטנים במערכת השמש, בגדלים שונים, החל ממטר אחד ועד לקוטר של כאלף ק"מ.

עצמים אלה, בעודם שטים בחלל, מכונים מטאורואידים. כשמטאורואיד חודר לאטמוספירה של כדור הארץ או של פלנטה אחרת, הוא מכונה מטאור (ויש המכנים את המטאורים בשם "כוכבים נופלים"). שובל האור הנמשך אחריו הוא תוצאה של הכניסה המהירה לאטמוספירה, היוצרת חיכוך עז, התחממות ושריפה. מטאורואידים הפוגעים בקרקע מכונים מטאוריטים.

נהוג לחלק את המטאוריטים לשלוש קבוצות גדולות, על פי החומרים שמהם נוצרו:

מטאוריטים סלעיים stony meteorites

מטאוריטים סלעיים-ברזליים Stony-iron meteorites

מטאוריטים ברזליים iron meteorites

רוב המטאוריטים שנמצאו על פני כדור הארץ הם פּוֹנְדְּרִיטִים, מקבוצת המטאוריטים הסלעיים. הפּוֹנְדְּרִיטִים הם מטאוריטים שמקורם באסטרואידים קדומים. הם עשויים סלעים ומכילים גרגרים עגולים המכונים פּוֹנְדְּרולות.





רוב המטאוריטים על פני כדור הארץ הם כונדריטים (יותר מ-80%).

קבוצת מטאוריטים סלעיים אחרת היא קבוצת מטאוריטים א-כונדריטים – מטאוריטים סלעיים שאינם מכילים פונדרולות. ההערכה היא שרק 8% מהמטאוריטים שנמצאו על פני כדור הארץ הם א-כונדריטים. בקבוצה זו כלולים מטאוריטים שהגיעו מהירח וממאדים.

מטאוריטים סלעיים ברזליים הם מטאוריטים שתכולת הברזל והתרכובות הצורניות (סיליקאטיות) שבהם היא כמעט שווה. המדובר בקבוצת מטאוריטים נדירה למדי המחולקת לשתי תתי קבוצות: מסוסידיטים Mesosiderite ו-פלסיטים Pallasites. הפלסיטים הם מטאוריטים שבהם התרכובות הצורניות מוטמעות בתוך הברזל (בעיקר אוליבין Olivine), והמסוסידיטים הם מטאוריטים שעברו תהליך התלכדות עם סלעים מקומיים, תהליך הקרוי ברקציה.

מטאוריטים ברזליים הם מטאוריטים המכילים כמות רבה של תרכובות ברזל וניקל. הברזל במטאוריטים אלה מקורו באסטרואידים מראשית ימיה של מערכת השמש, לפני כחמישה מיליארדי שנים. בפרוסות שנחתכו ממטאוריטים מברזל נוכל לראות דגמים סימטריים הקרויים "תבניות ויידמנסטטן" **Widmanstätten patterns**. דגמים סימטריים אלה הם תוצר של התגבשויות ברזל-ניקל, והם מצויים במטאוריטים מברזל ובמטאוריטים סלעיים-ברזליים (פלסיטים).





ביוגרפיה קצרה של מארק גורדון

מארק גורדון נולד ב- 10/8/1951, בשיקגו. הוא סיים את לימודי התיכון שלו בשנת 1969 בלוס אנג'לס, ובין השנים 1970-1971 למד אסטרונומיה באוניברסיטת UCLA שבלוס אנג'לס. בין השנים 1971-1975 למד בביה"ס להנדסה ניוארק שבניו ג'רזי, ועם סיום לימודיו, לימד במשך שנתיים קורסים בפלנטריום היידן Hayden, בניו יורק, אחד המרכזים האסטרונומיים המפורסמים בעולם.

בשנת 1978 שב מארק ללוס אנג'לס והחל לעבוד במצפה הכוכבים גריפית', תחילה בתור מוכר ספרים בחנות, וכעבור שלושה חודשים התקבל למשרת פיקוח כולל של המצפה. במהלך עבודתו כמפקח הראשי של המצפה, הוא העביר הדרכות אסטרונומיות לאסטרונוטים של נאס"א לפני יציאתם למשימות במעבורת החלל, וכן היה האדם הראשון שנפגש איתם לצורך תדרכים, לאחר נחיתתם במדבר מוהבי. בתקופה זו הוא קיבל כמה מטאוריטים מעמית לעבודה, אספן מטאוריטים בעצמו, וכך נולד הרעיון להתחיל את האוסף.

בשנת 1983 עלה לישראל, ושימש כעוזר וטרינר בקיבוץ שמרת שבגליל המערבי. בשנת 2003 עבר להתגורר בירושלים, שם פגש את מלכה, אשתו.

מארק חבר באגודה הישראלית לאסטרונומיה ובמשך שנים רבות הוא חבר ב- American Meteor Association ובאיגוד הבין-לאומי Astronomical League.

כונדריטים מהסהרה המערבית

כונדריטים אלה בעלי תכולת ברזל קטנה שנמצאו בסהרה המערבית. עד כה, התגלו 290 מטאוריטים בסהרה המערבית, רבים מהם כונדריטים מסוגים שונים. בכונדריט זה אפשר לראות שהשכבה החיצונית כהה יותר עקב החום העז עם הכניסה לאטמוספירה. במבט מקרוב אפשר לראות רסיסי ברזל וכן את הכונדרולות העגולות.

פיסות וחפצי אמנות שנחרתו מהמטאוריט מאַלְטַאי, סין

מטאוריט זה התגלה בשנת 1888 במחוז אַלְטַאי שבצפון סין, קרוב לגבול עם מונגוליה. זהו מטאוריט ברזל, שמסתו הכוללת הייתה כ-74 טונות. לא ידוע מתי נפל המטאוריט על כדור הארץ, אך ידוע שהוא לא נפל בנפילה ישרה, אלא בקפיצות מעל האטמוספירה עד להתפוררותו הסופית, בדומה להקפצת אבן קטנה על שלולית עמוקה. במהלך הקפיצות הללו, שנמשכו לאורך יותר מ-400 ק"מ, נשברו פיסות מהמטאוריט, ונפלו במקומות שונים על פני האדמה.

ההערכה המקובלת היא שהמטאוריט נפל במהלך 2.58 מיליוני השנים האחרונות.

פריטים 5-2 גולפו, לבקשתו של מארק, מפיסות של המטאוריט: שלד של דג, לוחות הברית, גרזן וסכין. הסכין הוא עותק של סכין שנמצאה בקברו של תות'ענח'אמון, מלך מצרי מהמאה ה-14 לפנה"ס. הסכין שנמצאה הייתה סכין שנחרשה מברזל שמקורו במטאוריט קדום.

הפריטים שמספרם 6 הם פיסות שנפרסו מגוש גדול יותר של המטאוריט. בפרוסות אלה נוכל לראות תבניות ווידמנסטטן **Widmanstätten patterns**.

חתיכות מהמטאוריט סְרִיצ'וּ, קניה

מטאוריט זה הוא פְּלֶקְסִיט. הוא התגלה בשנת 2016 בידי שני אחים שחיפשו אחר עדר הגמלים שלהם בחולות סְרִיצ'וּ שבמחוז אִיסִיולו שבמזרח קניה. מאז ועד היום ממשיכים התושבים המקומיים למצוא גושים של המטאוריט בגדלים שונים.

מסתו המשוערת של המטאוריט הייתה כ-2,800 ק"ג. מטאוריט זה מכיל אוליבין, קבוצת מינרלים העשירים במגנזיום ובברזל, שצבעם ירוק או כתום (אפשר לראותם מבעד לזכוכית המגדלת). ככל הנראה מקורו של המטאוריט במעטפת של כוכב לכת סלעי ששכן בין צדק לבין מאדים. אפשרות אחרת היא שמדובר באסטרואיד שהיה גדול דיו כדי לפתח מבנה פנימי מורכב המכיל מעטפת סלעית וגלעין מתכתי.

טְקֵטִיטִים, מולדוביטים

הטקטיטים והמולדוביטים הם פיסות זכוכית שנוצרו באופן טבעי כתוצאה מהתכה של חול לאחר התפוצצות של מטאורים באוויר. הפריטים שמספרם 8, הטקטיטים, מכונים גם "זכוכית מְדָבֶר לובית". מקורם בחול מאזורים סלעיים, ולכן צבעם שחור.

מקורם של המולדוביטים הוא באזורים חוליים, וצבעם נקבע על פי הרכב החומרים שבחול. הפריטים שמספרם 9 נמצאו בצ'כיה, פריט מספר 10 נמצא בסין ופריט מספר 11 התגלה בשטח רוסיה.

קניון דִּיאָבֶלוֹ, אריזונה

השברים שלפניכם הם שרידים של מטאוריט ברזל מסוג אֶקְטֶהֶדְרִיט, שמסתו המוערכת הייתה כשלושים טונות, והוא נפל על כדור הארץ לפני כ-50,000 שנים. נפילתו השאירה מכתש אדיר ממדים במרכז אריזונה של ימינו. רוב המטאוריט התאדה מעוצמת הפגיעה, אך שרידים מעטים נותרו ברחבי המכתש. רק בשנת 1891 הועלתה הסברה שהמכתש נוצר כתוצאה מפגיעת מטאוריט. מאז ועד ימינו עדיין מתגלים שרידים של המטאוריט בשטח המכתש. הפריטים המוצגים כאן נאספו בידי מארק גורדון בשנת 1978.

פריט 13 הוא דגם (מוקטן) של מכתש ברנגר, או בשמו הידוע מכתש המטאוריט. קוטרו של מכתש זה הוא 1.2 ק"מ ועומקו הוא כ-180 מטרים.

מטאוריטים ברזליים

קָמְפּוֹ דֶּל סֵילוֹ Campo del Cielo (שְׂדֵה השמיים), ארגנטינה

שברי המטאוריטים כאן הם מטאוריטים מברזל, סִידְרִיטים, שנמצאו בארגנטינה, כאלף ק"מ צפון־מערבית לבואנוס איירס. הפריטים הראשונים התגלו בשנת 1576. השם הספרדי הוא תרגום משפת הילידים האמריקניים, שסיפרו שגושי הברזל באזור נפלו מהשמיים. בשטח כולו מצויים 26 מכתשים בגדלים שונים, כתוצאה מהתפוצצות המטאור באוויר לשברים קטנים יותר. החוקרים משערים שהמסה המקורית של המטאור הייתה כ-50 טונות. בבדיקות פחמן 14 התגלה שהמטאוריט נפל לפני כ-4,200 עד 4,700 שנים (בסביבות 2,200 – 2,700 לפנה"ס). גילו מוערך ב-4.5 מיליארד שנים, כלומר מטאוריט זה נוצר באותה תקופה שבה נוצרה מערכת השמש שלנו.

המטאוריט מנְּתָאן, סין

מטאוריט ברזל עשיר בניקל שהתגלה בשנת 1958. יש המעריכים שזה מטאוריט שנפילתו תועדה בתעודות מסין משנת 1516, אך המדענים מתקשים להוכיח קשר בין השרידים שנמצאו לבין האירוע. מטאוריט זה התפוצץ באוויר, ושרידיו פוזרו בשטח שאורכו 28 ק"מ ורוחבו 8 ק"מ בסביבות העיר נְּתָאן שבסין. על פי ההערכות, מסתו של המטאוריט השלם הייתה כ-9.5 טונות.

בְּרִקְצִיָּה

הפריטים במדף זה הם סלעים המכונים בְּרִקְצִיָּה breccia, סלע שנוצר משברים של מינרלים או סלעים שעברו תהליך של התלכדות כתוצאה מאירוע טראומטי.

מקורם של פריטים שמספרם 16 הוא הירח. פגיעת מטאוריט בקרקע הירח הביאה להתנתקות של סלעים ואדמה מקרקע הירח. היות שהמהירות הנדרשת לעצם כדי לצאת מכוח המשיכה של הירח היא רק 2.38 ק"מ לשנייה (מהירות המילוט), הרסיסים שהועפו בעקבות פגיעת המטאוריט בירח נזרקו לחלל, נלכדו בכוח המשיכה של כדור הארץ והוטחו בעוצמה בקרקע. ההטחה הביאה ליצירת ברקציה, להתלכדות שברי הסלעים והמינרלים מהירח עם סלעים ומינרלים מכדור הארץ.

פריט 17 הוא ברקציה שנוצרה כתוצאה מפגיעת מטאוריט בכדור הארץ.

מטאוריט ממאדים שמקורו באַמְגָּלָה, הסהרה המערבית

פריט 18, שסימנו Amgala 001 הוא החדש ביותר באוסף: הוא התגלה בשנת 2022, ורק בחודש יולי 2023 הוא אושר כמטאוריט רשמי על-ידי אגודת המטאוריטים the Meteoritical Society. מקורו של המטאוריט בכוכב הלכת מאדים וסיווגו המדעי נקרא שְׁרָגוּטִיט. ההערכות הן שהשְׁרָגוּטִיטים התגבשו בתקופה מאוחרת יחסית, לא יותר מ-180 מיליון שנים. מסתו המשוערת של המטאוריט השלם הייתה 34.67 ק"ג, והוא הכיל בתוכו תרכובות אוליבין נדירות. נכון לעכשיו, טרם נערכו בדיקות לקביעת גילו של המטאוריט.

שברים מהמטאוריט מצ'ליבינסק, רוסיה

ב-15 בפברואר, 2013, נראה כדור אש גדול מעל שמי המחוזות צ'ליבינסק, טיימן, קורגן ו-יקטרינבורג, באזור הרי אורל שבמרכז הפדרציה הרוסית. כדור האש נכנס לאטמוספירה של כדור הארץ במהירות עצומה של 65,000 קמ"ש והתפוצץ בעודו באוויר, מעל העיירה צ'ליבינסק. מעוצמת הפיצוץ התנפצו חלונות רבים בעיירה צ'ליבינסק ובערים סמוכות, ומאות אנשים נפצעו מנזקי ההדף. שברים רבים של המטאוריט נפלו בסביבה, החל מרסיסים וכלה בגושים שמשקלם גדול ממאה ק"ג. המטאוריט היה פונדריט, שקוטרו היה כמעט 19 מטרים ומשקלו עלה על 12 טונות.

כונדריט מאובן מאלג'יר

כונדריט זה, NWA 296 נמצא במדבר אלג'יר בשנת 2005. מסתו המשוערת של המטאוריט הייתה כ- 3 טונות, ורסיסיו נפוצו בשטחי אלג'יר, במרוקו ובסהרה המערבית. בבדיקות התברר שרכיביו של מטאוריט זה לא עברו את התהליכים הגיאולוגיים הצפויים בכונדריטים בעלי מאפיינים זהים, כלומר מדובר במטאוריט מאובן המשמר מאפיינים עתיקים ביותר. ככל הנראה, המטאוריט נפל על כדור הארץ לפני כ-23 אלף שנים.

המטאוריט מאבו מוחרק, מצרים

כונדריט קטן שייחודו טמון בכך שהוא המטאוריט היחיד שנמצא בקרבה רבה (יחסית) למדינת ישראל. המטאוריט נמצא באזור אבו מוחרק, כמאה ק"מ מערבית לנילוס, בשנת 1997. מסתו של המטאוריט השלם הייתה כ-4.5 ק"ג. מארק גורדון, בעל האוסף, הזמין מטאוריט זה במיוחד לצורך התערוכה.

המטאוריט מפוקנג, סין

מטאוריט זה נמצא בשנת 2000 בעיירה פוקנג שבסין. זהו פֶּלְסִיט (מטאוריט ברזלי-סלעי) המכיל כמויות גדולות של התרכובת אוליבין. מסתו המשוערת של המטאוריט הייתה 1,000 ק"ג.

המטאוריט ממואונְיֹנְלוֹסְטָה, פינלנד - שבדיה

מטאוריט זה הוא אחד המטאוריטים העתיקים ביותר שנמצאו על פני כדור הארץ. שמו ניתן לו על שם מקום נפילתו – מדרום לכפר מואונְיֹנְלוֹסְטָה, שעל הגבול בין פינלנד לבין שבדיה, לפני כ-800,000 שנים. זהו מטאוריט ברזל שמסתו הייתה כ-230 ק"ג, המכיל ניקל וכן שלושה יסודות נדירים על פני כדור הארץ: גֶרְמָנְיִים, אִירִיֶדְיִים ו-גְלִיִּים.

מטאוריטים מצפון אפריקה

מְסוֹסִידְרִיט מצפון אפריקה

פריט זה, NWA 14867, הוא מְסוֹסִידְרִיט שנקנה מסוחר מטאוריטים במרוקו בינואר 2022. מסוֹסִידְרִיטים הם מטאוריטים ברזליים-סלעיים שהפכו לְבְּרִקְצִיָה. פריט זה מכיל כ-60% תרכובות סיליקטיות וכ-40% תרכובות מתכתיות. משקלו המשוער של המטאוריט היה 1530 גרם.

אָגוֹדְל, מרוקו

מטאוריט ברזל שנמצא בשנת 2000 במרוקו, בין הכפרים אָגוֹדְל ו-אָמִילְצִ'יל שבהרי האטלס. ההערכה היא שמסתו הכוללת של המטאוריט הייתה כ-100 ק"ג. במהלך החיפושים נמצא גוש גדול במשקל 60 ק"ג ומאות רסיסים קטנים שהתפזרו על פני שטח נרחב.

גֶבֶל קִמִּיל, מצרים

מטאוריט ברזל עשיר בניקל שנמצא במכתש קִמִּיל שבמצרים, על הגבול עם סודאן. מכתש קִמִּיל הוא מכתש פגיעה שנמצא בשנת 2008 על ידי צוות חוקרים מאיטליה וממצרים. שנתיים לאחר מכן נמצאו רסיסיו של המטאוריט, שמסתו הכוללת מוערכת בכ-1,600 ק"ג. ככל הנראה המטאוריט פגע בכדור הארץ לפני כ-5,000 שנה.

כונדריט ממרוקו

כונדריט NWA1958 בעל תכולת ברזל נמוכה שנמצא במרוקו בשנת 2003. מסתו המשוערת של המטאוריט השלם הייתה 244 גרם.