



כיצד מגלים פְּלַנֵטָה שְׁחָגָה סביב כוכב רחוק?

Brett M. Morris*

המחלקה לאסטרונומיה, אוניברסיטת וושינגטון, סיאטל, וושינגטון, ארצות הברית

סוקר צעיר

RIK
גיל: 13



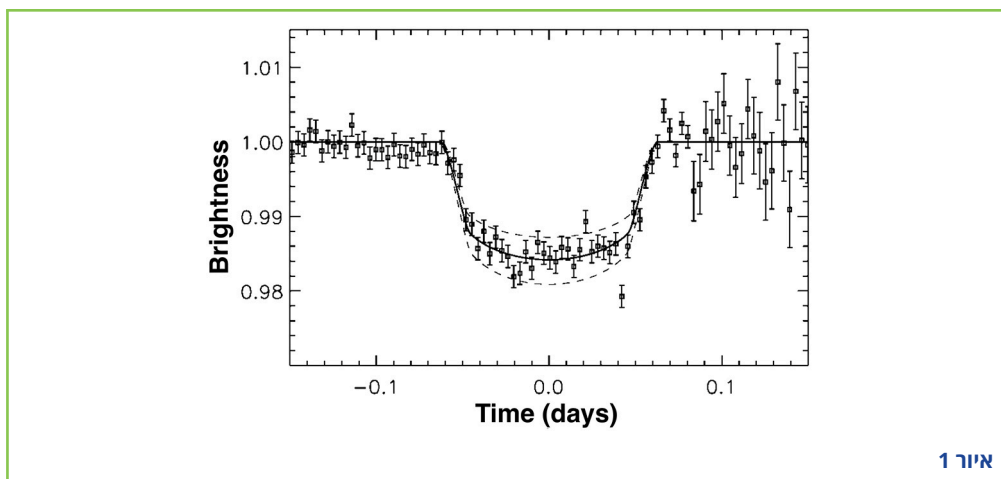
לאחרונה התגלו אלפי פלנטות שמקיפות כוכבים רחוקים. אנו קוראים לפלנטות הרחוקות האלה אֶקְזוֹפְלַנְטוֹת (או כוכבי לַכֶּת חוץ-שֶׁמֶשִׁים). מרבית האקזופלנטות נמצאו על-ידי התבוננות בשינויים קטנטנים בבהירות של כוכבים. כאשר אקזופלנטות עוברות בין הכוכב שלהן לבין כדור הארץ הן חוסמות חלק קטן מאור הכוכב, מה שגורם לירידה קלה בבהירות של הכוכב. אירועי מְעָבֵר כאלה של אקזופלנטות גילו שהפלנטות הנפוצות ביותר שחגות סביב כוכבים דמויי-שמש הן קצת יותר גדולות מכדור הארץ, וקצת יותר קטנות מנפטון – שלא כמו אף פלנטה במערכת השמש שלנו.

מדוע כל כך קשה למצוא פלנטות שחגות סביב כוכבים רחוקים?

במשך אלפי שנים ידענו על קיומן של פלנטות אשר חגות סביב השמש במערכת השמש שלנו, אולם רק בשנת 1995 נמצאה פלנטה שחגה סביב כוכב דמוי-שמש רחוק. מציאת פלנטות שחגות סביב כוכבים רחוקים היא קשה מאחר שהפלנטות הן הרבה יותר עמומות מהכוכבים שהן חגות סביבם, וגם הכוכבים וגם הפלנטות רחוקים מאוד מאיתנו. זה קצת כמו לנסות למצוא בלילה זבוב שעף ליד אורות של מכונית ממרחק של 150 קילומטרים! אז איך אנו אמורים למצוא עולמות אחרים?

איור 1

האיור הזה מציג מדידות כפונקציה של הזמן עבור הכוכב HD 209458. אתם יכולים לראות שהבהירות של הכוכב ירדה במשך זמן מה מתחת לבהירות הרגילה שלו (כלומר מתחת לרמת בהירות של 1.0), לפני שחזרה לבהירות רגילה. הירידה בבהירות היא אירוע המעבר שהתרחש מאחר שאקזופלנטה בגודל של כוכב צדק, שחגה סביב HD 209458 חסמה חלק מאור הכוכב [1].
brightness = בהירות.



ליקוי אחד קטן מוביל לפריצת דרך גדולה

פריצת דרך התרחשה בשנת 2000, כאשר אסטרונומים כיוונו את הטלסקופים שלהם לכוכב שנקרא HD 209458. HD 209458 הוא קצת יותר גדול וחם מהשמש, והוא ממוקם במרחק של כ-150 שנות אור מאיתנו בקבוצת הכוכבים פֶּגְסוּס. האסטרונומים מדדו את הבהירות של הכוכב בזירות רבה – עם דיוק מספיק גבוה כדי לזהות שינויים שקטנים מ-1% בבהירותו של הכוכב. הם מדדו את הבהירות של הכוכב בִּשְׁנֵי ערבים שונים, ומצאו שהכוכב נעשה עמום יותר בערך ב-1.5% במשך 3 שעות לפני שהוא חזר לבהירות הרגילה שלו [1].

השינוי הקטנטן הזה בבהירות, שאותו אפשר לראות באיור 1, היה תגלית ענקית מאחר שהוא נגרם על-ידי פלנטה שעברה בין כדור הארץ לבין HD 209458. כשהפלנטה חסמה את אור הכוכב מ-HD 209458 האסטרונומים בכדור הארץ מדדו כמות מעט קטנה יותר מהרגיל של אור כוכב. כמות אור הכוכב החסרה אומרת לאסטרונומים כמה גדולה הפלנטה. אם הפלנטה גדולה מאד היא חוסמת הרבה מאור הכוכב, ואם הפלנטה קטנה יותר, כמו כדור הארץ, היא חוסמת רק חלק קטן מאוד מאור הכוכב. כאשר פלנטה עוברת לפני כוכב וחוסמת את האור שלו אנו קוראים לאירוע הזה **מעבר**.

כמות האור שהייתה חסרה מ-HD 209458 (1.5%) הייתה חייבת להיגרם על-ידי פלנטה גדולה יותר מכוכב צֶדֶק – כוכב הלכת הגדול ביותר במערכת השמש שלנו. הפלנטה הזו מְכֵנָה HD 209458 b. האות b שבסוף השם מציינת את העובדה שזו הייתה הפלנטה הראשונה שהתגלתה במערכת (אם פלנטות נוספות יתגלו מאוחר יותר סביב לאותו הכוכב יינתנו להן אותיות הסיומת c, d וכן הלאה). אף על פי שהגודל שלו דומה לזה של צדק, b HD 209458 שונה מאד מצדק. צדק מסתובב סביב השמש במרחק גדול פי 5 מהמרחק שבין כדור הארץ לשמש, בעוד ש-HD 209458b מסתובב סביב הכוכב שלו במרחק קטן פי 21 ממרחק הסיבוב של כדור הארץ. מאחר ש-HD 209458b HD 209458b קרוב כל כך לכוכב שלו, הוא חם באופן יוצא דופן – בסביבות $1,200^{\circ}$ מעלות צלזיוס! כמו צדק, הפלנטה הזו היא "ענק גזים", מה שאומר שאין לה מעטפת מוצקה. בלי מעטפת מוצקה ובטמפרטורות גבוהות כאלה b HD 209458 אינו מהווה מקום טוב לחיפוש של חיים.

שנת אור (Light year)

המרחק שאותו עובר האור במשך שנה אחת.

מעבר (Transit)

כאשר פלנטה חוסמת את אורו של כוכב.

מציאת אלפי כוכבים

עכשיו אנו יודעים כיצד לגלות פלנטה אחת – אנו מודדים את הבהירות של כוכבים בזהירות רבה במשך זמן מה, ואם הבהירות יורדת במשך כמה שעות במהלך אירוע מעבר, ייתכן שגילינו פלנטה! אולם מאז שנת 2000 התגלו אלפי פלנטות. כיצד אסטרונומים מצאו כל כך הרבה פלנטות?

מרבית הפלנטות שהתגלו עד כה נמצאו על-ידי **טלסקופ החלל קפלר**, אשר צפה ב-150,000 כוכבים במשך 4 שנים, וביצע בכל חצי שעה מדידות מדויקות של בהירות. יותר מ-2,000 כוכבים הראו אירועי מעבר במדידות הבהירות, וגילו את נוכחותו של "גן חיות" שלם של פלנטות שגודלן נע בין פלנטות קטנות כמו כוכב חמה, עד פלנטות גדולות יותר מצדק, וכל מה שביניהן [2].

הפתעת כוכב הביניים

אחת ההפתעות הגדולות ביותר שטלסקופ החלל של קפלר גילה הייתה שהגודל השכיח ביותר של הפלנטות הוא בין הגודל של כדור הארץ לגודל של נפטון. כדור הארץ הוא הפלנטה הסלעית הגדולה ביותר במערכת השמש, ונפטון הוא פלנטת הגז הקטנה ביותר במערכת השמש. אין במערכת השמש שלנו פלנטות שגודלן בין גודל כדור הארץ לבין גודלו של נפטון, ולמרות זאת מרבית הפלנטות שנמצאו על-ידי טלסקופ קפלר נופלות בטווח הגדלים הזה. אסטרונומים עובדים קשה בימים אלה כדי להבין את אופי העולמות האלה בעלי גודל הביניים [3]. האם הם פלנטות גז כמו מיני-נפטונים, או אולי הם פלנטות גדולות וסלעיות כמו סופר-כדורי ארץ?

לא חם מדי ולא קר מדי – בדיוק בטמפרטורה הנכונה!

אתם עשויים לתהות: "האם אנו יכולים לחיות על אחת מהפלנטות האלה?" אסטרונומים מנסים לענות על השאלה הזו. ביתר פירוט, הם רוצים לדעת האם כל פלנטה יכולה להכיל מים נוזליים על המעטפת שלה. בכל מקום בכדור הארץ שבו אפשר למצוא מים נוזליים אפשר גם למצוא חיים, כך שאנו מתחילים את חיפוש החיים שלנו בין האקזופלנטות על-ידי חיפוש פלנטות שיכולות להכיל מים נוזליים על פני השטח שלהן. חלק מהפלנטות, כמו HD 209458 b, חמות מדי כדי להכיל מים נוזליים, בעוד שפלנטות אחרות קרות מדי. אנו מחפשים פלנטות שיושבות בתוך מה שמכונה "Goldilocks zone", ממש באמצע הסקלה, אזור שאותו אנו מכנים "אזור ישיב".

אזור ישיב

(Habitable zone)

אזור מסביב לכוכב, על פני המעטפת של פלנטה סלעית, שבו לא חם מדי ולא קר מדי ומים יכולים להיות נוזליים.

שני כוכבי לכת שחגים באזור הישיב סביב לכוכב המארח שלהם הם Kepler-62 e ו-Kepler-62 f [4, 5]. הפלנטות האלה חגות סביב כוכב שהוא פחות מאסיבי ב-30% מהשמש שלנו, והוא ממוקם במרחק של 1,200 שנות אור הרחק מאיתנו. שתי הפלנטות מעט גדולות יותר מכדור הארץ. אסטרונומים מקווים להשתמש בטלסקופ החלל James Webb שישוגר בקרוב כדי למדוד את המסות של העולמות האלה, שדומים לכדור הארץ בגודלם, כדי להבין אם הם סלעיים או גזיים, ולכן אם יש או אין להם פני שטח קשיחים (ואולי גם מים), ואם הם יכולים לאכלס צורות חיים כמו אלה שאנו מכירים.

צידי פלנטות חדשים

ישנן מגוון משימות מלהיבות שמתוכננות על-ידי (NASA סוכנות החלל של ארצות הברית) ו-ESA (סוכנות החלל האירופית) אשר יגלו ויחקרו אקזופלנטות שמקושרות לאירועי מעבר, כולל משימות שמכנות PLATO, TESS ו-CHEOPS. ככל שנגלה יותר ויותר פלנטות כך נצטרך עוד אסטרונומים כמוכם שסייעו לנו להבין אלה פלנטות הן מבטיחות יותר עבור אירוח חיים עליהן.

מקורות

1. Charbonneau, D., Brown, T. M., Latham, D. W., and Mayor, M. 2000. Detection of planetary transits across a sun-like star. *Astrophys. J.* 529:L45. doi: 10.1086/312457
2. Akeson, R. L., Chen, X., Ciardi, D., Good, J., Harbut, M., Jackson, E., et al. 2013. The NASA exoplanet archive: data and tools for exoplanet research. *Publ. Astron. Soc. Pac.* 125:989. doi: 10.1086/672273
3. Rogers, L. A. 2015. Most 1.6 earth-radius planets are not rocky. *Astrophys. J.* 801:41. doi: 10.1088/0004-637X/801/1/41
4. Borucki, W. J., Agol, E., Fressin, F., Kaltenegger, L., Rowe, J., Isaacson, H., et al. 2013. Kepler-62: a five-planet system with planets of 1.4 and 1.6 earth radii in the habitable zone. *Science* 340:587–90. doi: 10.1126/science.1234702
5. Shields, A. L., Barnes, R., Agol, E., Charnay, B., Bitz, C., and Meadows, V. S. 2016. The effect of orbital configuration on the possible climates and habitability of Kepler-62f. *Astrobiology* 16:443–64. doi: 10.1089/ast.2015.1353

פורסם אונליין: 31 במאי 2019

נערך על ידי: Majken Brahe Ellegaard Christensen, Astronomicca, Denmark

ציטוט: Morris BM (2019) כיצד מגלים פלנטה שחגה סביב כוכב רחוק? *Front. Young Minds* 6:74. doi: 10.3389/frym.2018.00074-he

תורגם והותאם:

Morris BM (2019) How to discover a planet orbiting a distant star. *Front. Young Minds* 6:74. doi: 10.3389/frym.2018.00074

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

COPYRIGHT © 2018 © 2019 Morris. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.



סוקר צעיר

RIK, גיל: 13

קוראים לי ריק ואני בן 13-2 (5X3). כנראה שזה מגלה לכם שאני "חָנוּן" של מתמטיקה. חלק מהדברים הנוספים שאני אוהב לעשות הם לנגן על גיטרה, לשחק כדורגל ולשחק בתיאטרון.

הכותב

BRETT M. MORRIS

אני דוקטורנט באוניברסיטת וושינגטון שחוקר אסטרונומיה ואסטרוביולוגיה. לפני כן למדתי אסטרונומיה ופיזיקה באוניברסיטת מרילנד, וגדלתי בלונג איילנד שבניו-יורק. תמיד רציתי להיות אסטרונום, ואני כבר כמעט נָשֵׂם! [* morrisbrettm@gmail.com](mailto:morrisbrettm@gmail.com)

Hebrew version
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ער.)
[متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس](#)
Bloomfield Science Museum Jerusalem

