

שמי הלילה של ישראל

ספטמבר-אוקטובר 2006

בדומה לחודשי תחילת הקיץ, גם כעת ניתן להבחין בפס האפור החוצה את מפת השמיים שלנו כמעט לכל קוטרה. פס כהה זה מסמן את אזור מישור הגלקסיה שלנו (כאשר אנו צופים בה למעשה edge-on, מבפנים), שבו ריכוז גבוה יותר של כוכבים ושאר גופים קורנים (כגון ערפיליות וצבירים). בלילה נקי מעננות, ממקום פתוח וחשוך במיוחד, ולאחר שעיינינו התרגלו לחשכה במשך דקות אחדות, אפשר להסתכל מעלה ולהבחין בפס יפהפה זה. הפס משתרע מאזור קבוצת קסיופיאה בצפון ועד קבוצות קשת ועקרב בדרום, ובדיוק במרכזו – אזור משולש הקיץ המוכר לנו כבר היטב (ראו פירוט במדור זה, גיליון 95). בתרבויות שונות נתפש פס אור זה כשביל שבו מרחפות הנשמות אל גן-העדן; או כנחש עצום-ממדים, או כנהר שמימי עצום, עמוד השדרה של הלילה... ולחלופין פשוט כשביל של חלב. דימוי עמוד השדרה מעניין, ומייצג נאמנה את המראה כפי שהוא מתקבל בתמונות ארוכות-חשיפה, אז מבחינים באזורים כהים לאורך הפס, המזכירים את החללים שבין חוליות עמוד השדרה. חללים אלו אינם אזורים נטולי כוכבים, אלא אזורים שמצויים בהם ענני גז ואבק בקדמת התמונה, המסתירים (בולעים) את הקרינה משדות הכוכבים שברקע. נסקור בקצרה את שמי סוף הקיץ ותחילת הסתיו, כרגיל – בלוויית מפת השמיים שלנו, המתאימה בדיוק לצופה מקו הרחוב של ישראל ובזמנים המצוינים. כמו כן נתייחס בקיצור לקטלוג מסיה המפורסם, שגופים הנכללים בו אנו מזכירים למעשה בכל מדור (מספרים שלפניהם הקידומת "M"); נוסף על כך, במסגרת "פינה פיזיקלית", נסביר מהו כושר הפרדה וכיצד הוא מחושב – מידע שהוא רלוונטי אם ברצוננו להבין כיצד אפשר לצפות בגופים שהזווית המפרידה ביניהם קטנה מאוד, למשל כוכבים כפולים.

שמי סוף הקיץ ותחילת הסתיו

ב-23 בספטמבר, יום שוויון הסתיו (Vernal equinox), שבו משך היום והלילה שווים), מתחילה באופן רשמי עונת הסתיו. לקראת סוף ספטמבר יש לנו הזדמנות אחרונה לצפות בצדק (תמונה 1) טרם שקיעתו, ביחד עם קבוצת מאזניים, באופק המערבי. מנגד, שבתאי, שממנו נפרדנו בסוף האביב, שב אל שמי הבוקר ממש לפני הזריחה, על רקע כוכבי קבוצת אריה, בעודו עולה יותר ויותר גבוה בשמיים (ומתרחק מהשמש) ככל שקרב החורף. למעשה, מרגע פרידתנו מצדק ועד לחודשי החורף (אז ישובו שבתאי ונוגה אל שמי הערב), לא נראה כוכבי-לכת בעין (למעט כוכב-הלכת חמה, סביב תקופת היותו בריוחוק זוויתי מרבי מהשמש, כמצוין במפה). מי שכן יימצאו בכיפת השמיים בשמי הערב הם שלושת כוכבי-הלכת המרוחקים ביותר (ועל כן גם חיוורים מאוד וניתנים לזיהוי אך ורק באמצעות טלסקופ) – אורנוס, נפטון ופלוטו. הבהיר ביותר, במגניטודה של כ-5.7, הוא אורנוס, המצוי כעת בגבולות קבוצת מזל דלי אשר בין גדי לדגים.

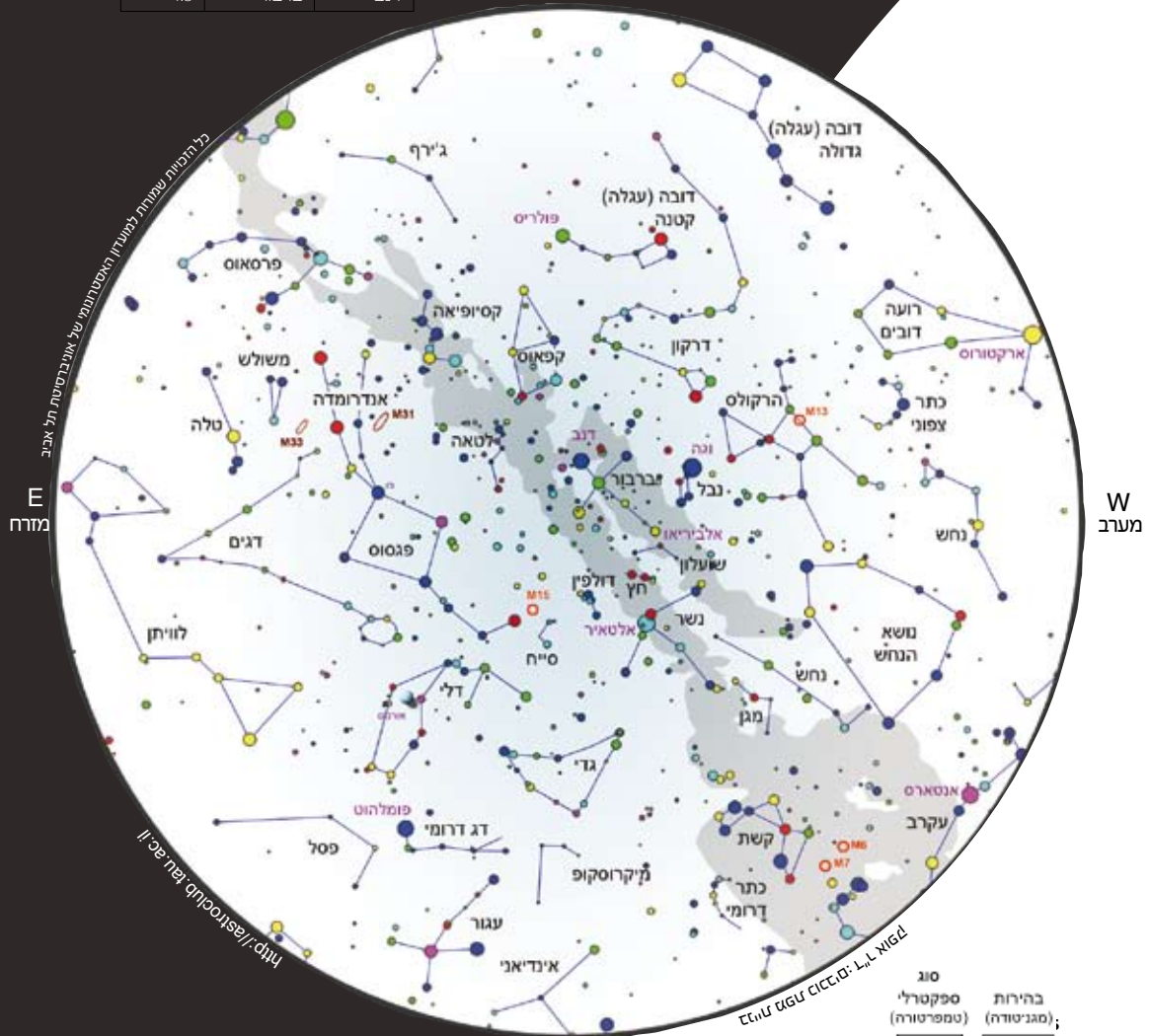
בתקופה זו אנו על סף פרידה מכמה קבוצות, ובהן רועה הדובים על כוכבו הבהיר ארקטורוס, וקבוצת עקרב, שמילאה ברוב הדר את פיסת השמיים שמעל לאופק הדרומי. בקבוצת עקרב הכרנו את העל-ענק האדום – אנטארס – בתור לבו של העקרב, כשלצדו אחד הצבירים הכדוריים היפים ביותר – M4. עוד ליד קצה זנבו של העקרב, שני צבירים פתוחים שטרם הזכרנו: M6 ("צביר הפרפר") והאובייקט שהוא הדרומי

מפת שמי ישראל ספטמבר-אוקטובר 2006

5 הכוכבים הבהירים ביותר

שם	קבוצה	בהירות
ארקטורוס	רועה דובים	0
וגה	נבל	0
אלטאיר	נשר	0.8
פומלהוט	דג דרומי	1.2
דנב	ברבור	1.3

N
צפון



כל המפות שפוחות למעלה והאסטרונומי של אתר הביטוחית תל אביב
מזרח

W
מערב

S
דרום

מופעי הירח

מולד	רבע ראשון	ירח מלא	רבע אחרון
22/09	30/09	07/10	14/10
22/10	29/10	07/11	14/11



סוג	בהירות
ספקטרלי (טמפרטורה)	(מגניטודה)
קי M	0
K	1
G	2
F	3
B	4
O	5
חס	חיוור

שמות קבוצות הכוכבים מצוינים בשחור ● שמות הכוכבים וכוכבי הלכת בסגול ● הכוכבים מסומנים כעגולים, כאשר גודל העיגול מציין את בהירות הכוכב והצבע את סוגו

● הפס האפור החוצה את השמיים הוא שביל החלב. * המפה מתאימה לכל שנה בזמנים המצוינים, למעט מיקום כוכבי הלכת. * מיקום כוכבי הלכת כפי שמופיע במפה מתאים לתאריך האמצעי.

אירועים נבחרים:

- 07.09 - ליקוי ירח חלקי, שיעור הליקוי 18.9%, שיא הליקוי: 20:51
- 23.09 - שוויון הסתיו, משך היום והלילה שווים.
- 17.10 - כוכבי הלכת חמה בריחוק זוויתי מרבי מזרחי ניתן לראות בשמי הערב במערב
- 21.10 - שיא מטר המטאורים אוריונידים, קצב צפוי: כ-20 מטאורים בשעה.

המפה מתאימה לזמנים האלה (לפי שעון חורף):

15/08	שעה 23:00
1/09	שעה 22:00
15/09	שעה 21:00
1/10	שעה 20:00
15/10	שעה 19:00

● כאשר נהוג שעון קיץ יש להוסיף שעה לזמנים המצויינים

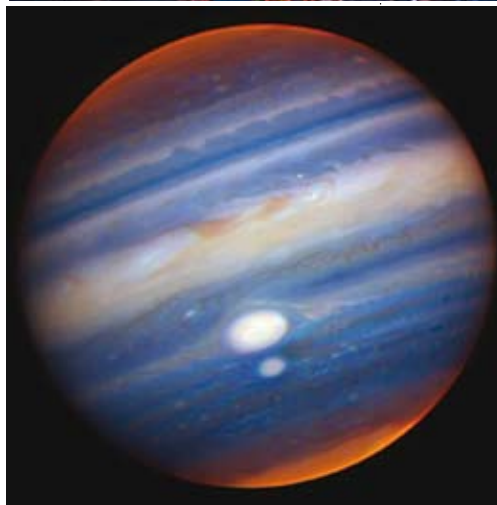
תמונה 1: מכבי־הלכת צדק בקרינת תת־אדום קרוב (NIR), כפי שצולם בלילה של ה־14 ביולי 2006 דרך טלסקופ ג'מיני הצפוני, הנראה בתמונה שלמעלה (אחד משני טלסקופים תאומים המיועדים לתחומי האור הנראה וקרינה תת־אדומה, בעלי מראה ראשית בקוטר של 8 מטרים. הצפוני ממוקם על ההר Mauna Kea בהוואי, בעוד הדרומי ממוקם בפסגת ההר Cerro Pachon אשר באנדים הצ'ילאניים). בתמונה החדה להפליא נראים שני הכתמים המפורסמים כאשר הם חולפים זה ליד זה, ללא כל הפרעה משמעותית. בתמונות שאינן בתחום האור הנראה, בדומה לתמונה זו, הצבעים אינם "אמיתיים": צבעם הלבן של הכתמים (בניגוד לצבע האדום המובהק בתמונות אור נראה) בתמונה זו מציין פסגות עננים גבוהות, בעוד שהגוונים הכחולים והאדומים מציינים שכבות עננות נמוכות יותר.



1

ביותר בקטלוג מסייה - M7 (שאותו הזכיר הפילוסוף והמדען היווני הנודע תלמי, עוד בשנת 130 לספירה, כ"ערפילית העוקבת אחר עוקץ העקרב"). כדאי לנסות לזהות שדות אלו של כוכבים באמצעות משקפת בשעות הערב המוקדמות. עוד אנו נפרדים מהדובה הגדולה, היורדת לעבר האופק הצפוני (בעוד קסיופיאה ממשיכה לעלות גבוה יותר מעל לקוטב השמימי הצפוני), ומשאר הקבוצות שאותן ניתן לראות בסמוך לאופק המערבי, מערבית לקבוצת הרקולס (שבה מצוי הצביר הכדורי המרשים M13, ראו תמונה 2), שבה התמקדנו במדור הקודם.

אזור משולש הקיץ, המצוי על רקע מרכזי שביל החלב ואשר חוצה את הזנית בשעות הערב המוקדמות, ממשיך להוות אטרקציה (עם גופים שכל אחד מהם הוא ממש "אב־טיפוס" לסוגו, כגון ערפילית הטבעת M57 בקבוצת נבל והכוכב הכפול אלביריאו - ראשו של



הברבור; ראו גיליון 95). אל אזור משולש הקיץ מצטרפת ממזרח צורה גאומטרית נוספת, בדמות מרובע גדול, הניתן לזיהוי בנקל בכיפת השמיים, המהווה את מרכזו של קבוצת פגסוס. מהכוכב הצפוני (לפי המצב במפה) של המרובע, הוא אלפא אנדרומדה או Alpheratz, יוצאת קבוצת אנדרומדה. בקבוצת אנדרומדה מצויה גלקסיית אנדרומדה המפורסמת (M31, תמונה 3), שהיא למעשה האובייקט המרוחק ביותר הניתן לזיהוי באופן ברור בעין בלתי מצוידת, לעתים אפילו מתחומי אזורים מיושבים (כלומר, אזורים שבהם החשכה אינה מוחלטת). גלקסיה נוספת באותו האזור בשמיים, אם כי קטנה וחיוררת יותר מאנדרומדה, היא M33 בקבוצת משולש. גלקסיה זו גם היא ספירלית, שייכת ל"קבוצה המקומית של גלקסיות" (שאליה שייכות גם אנדרומדה, שביל החלב ועוד כמה עשרות גלקסיות שכנות) ומרוחקת מאיתנו אך במעט יותר מאשר אנדרומדה - כ־3 מיליוני שנות אור.

קשתות הכוכבים של אנדרומדה מובילות אל קבוצת פרסאוס, מזרחית לקסיופיאה, בעוד מתחת לאנדרומדה זורחות עוד שתי קבוצות קטנות - משולש וטלה. מהקדקוד המנוגד של המרובע של פגסוס (הדרומי במפה) יוצאת קשת כוכבים נוספת המסתיימת בפנייה לכיוון מרכז משולש הקיץ. קשת זו מהווה את צווארו וראשו של הסוס המעופף, ומובילה לעבר צביר כוכבים גדול - M15, המצוי בדיוק בהמשך הקו המחבר בין שני הכוכבים האחרונים בקשת, במרחק של קצת יותר ממחצית המרחק ביניהם. M15 הוא אחד הצבירים הצפופים ביותר, מרוחק מאיתנו 33.6 אלף שנות אור, ומתפרש על פני כ־175 שנות אור מצד



מלבד כוכבים ("שמשות") השייכים לגלקסיה שלנו, נראים בשמיים גופים מסוגים שונים, אשר אינם נקודתיים כי אם מרוחים/מטושטשים (fuzzy objects), בעלי קוטר זוויתי וממדים ניתנים להבחנה (דרך אמצעים אופטיים או לעתים אפילו בעין בלתי מצוידת). עם גופים אלו נמנים צבירי כוכבים למיניהם וערפיליות (ענני גז ואבק המצויים בתווך הבין-כוכבי), כמו גם גלקסיות מרוחקות (במרחקים של מיליוני ועד מיליארדי שנות אור) לסוגיהן השונים - ספירליות, אליפטיות ושאר מבני כלאיים. גופים "מרוחים" נוספים, הקרויים אלינו הרבה יותר משאר הגופים שהזכרנו עתה, הם אותם שביטים מזדמנים אשר בהתקרבתם לשמש מפתחים סביב גרעינם הקטן והמוצק הילה וזנבות, המשווים להם את מראם המטושטש והמוארך.

גופים אלו בדיוק היו תחום ההתמחות של אסטרונום צרפתי אשר חי בשנים 1730-1817, הלא הוא שארל ד'וזף מסייה (Messier), לימים צייד השביטים המושבע. אחת ממטלותיו המשמעותיות הראשונות של מסייה, בתור אסטרונום צעיר, היתה לחשב את מיקום השביט של האלי (Halley's comet) ולאתרו מחדש. השביט אכן אותר מחדש בינואר 1759, והצלחה זו דרבנה את מסייה לחפש שביטים נוספים. בארבעים השנה שלאחר מכן גילה כעשרים שביטים, וזכה להכרה ולמינויים רבים. אך תהילתו מאריכת הימים של מסייה נשענת בעיקר על קטלוג שחיבר, שבו ממוספרים גופים קבועים שבהם צפה (לגביהם נקבע בכירור שאינם שביטים) שהם בעלי מראה מטושטש, ולכן עלולים להטעות ולתת את הרושם שמדובר בשביטים. קטלוג מסייה¹ המפורסם של "גופי שמיים עמוקים" (deep-sky objects), נוצר, כאמור, במקורו פשוט כדי למנוע טעויות בזיהוי שביטים, ולא דווקא למטרת מיפוי וציון מפורש של כל הגופים המוזכרים בקטלוג. מסייה גילה באופן בלתי תלוי (כלומר, במקביל לאחרים אך באופן עצמאי) את שני הגופים הראשונים ברשימה, M1 - ערפילית הסרטן (שהיא שארית פיצוץ סופרנובה - supernova remnant), וצביר כדורי בקבוצת דלי - M2. בשנת 1764 גילה באופן בלעדי צביר כדורי שהפך שלישי ברשימה, ולאחר מכן המשיך בחיפוש שיטתי והגיע למספר 40 עד סוף אותה שנה. הגרסה הראשונה של הקטלוג, עד מספר 45 (הלא הן הפליאדות, או שבע האחיות - צביר הכוכבים הפתוח² שהפך לסמלה של יצרנית המכוניות סובארו), פורסמה ב-1774, וב-1781 פורסם קטלוג שכבר הכיל 103 גופים. כיום מונה הקטלוג 110 גופים (אגב, לא את כולם גילה מסייה עצמו), ובהם גרמי שמיים מרהיבים ביופיים, שכולם ניתנים לזיהוי באמצעות טלסקופים בינוניים. לא לחינם נקרא על שמו של מסייה סוג של אירוע המקובל בקרב אסטרונומים חובבים, הלא הוא "מרתון מסייה". באירוע זה מתקבצים יחדיו אסטרונומים מצוידיים בטלסקופים ובשאר עזרים תצפיתיים יקרי-ערך, במטרה לצפות במהלך לילה אחד (או בכמה לילות עוקבים) בכמה שיותר גופים מהקטלוג. אירועים שכאלה מתקיימים אף בארצנו הקטנה³ (אחד המקומות הפופולריים הוא מכתש רמון, על יופיו המדברי והיעדר תאורה בסביבתו), וגם אם לא במסגרת מרתון מסייה רשמי, הרי שבכל תצפית ("star party") מהווים גופי קטלוג מסייה חלק ניכר מהגופים הנצפים. נציין שקיימים עוד כמה קטלוגים חשובים המוקדשים לגרמי שמיים שאינם כוכביים (non-stellar). קטלוג אחד, המהווה מעין השלמה לקטלוג מסייה ומקיף כמות דומה של גופים (109) נקרא קטלוג קלדוול (Caldwell). הקטלוג הזה, פרי עטו של האסטרונום האנגלי פטריק מור (Moore), ראה אור לראשונה בשנת 1993. קטלוג נוסף, ה-NGC (New General Catalogue), שפורסם בשנת 1888, הוא למעשה איחוד של כמה קטלוגים קודמים של גופים שאינם כוכבים (גלקסיות, צבירי כוכבים, ערפיליות). ה-NGC מכיל כמעט כ-8,000 גופים, ושני קטלוגים של השלמות, שיצאו בעקבותיו (Index Catalogues), מכילים יחדיו יותר מ-5,000 גופים נוספים. ■

1. ישנם אתרים רבים באינטרנט המפרטים את גופי קטלוג מסייה. אתר מומלץ לדוגמה הוא <http://www.seds.org/messier>

2. צביר כוכבים פתוח הוא צביר המכיל בין עשרות לכמה אלפי כוכבים, במבנה שאינו סדור (בניגוד לצביר כדורי, שהוא בעל צורה כדורית ומכיל מאות אלפים ועד כמיליון כוכבים). כוכבי הצביר קשורים זה לזה בכוחות כבידתיים, אולם בשל המרחקים הגדולים יותר בין כוכב לכוכב (יחסית למרחקים בין כוכבים בצביר כדורי), עלול צביר פתוח להתפשט עם הזמן, עד שכבר לא ניתן יהיה לראות את כוכבי הצביר כמערכת פיזיקלית קשורה אחת.

3. פרטים על אודות תצפיות ואירועים למיניהם אפשר למצוא בפורומים השונים של אסטרונומיה, כמו גם בלוח האירועים באתר המועדון האסטרונומי של אוניברסיטת תל-אביב: <http://astroclub.tau.ac.il>



3

תמונה 3: גלקסיית אנדרומדה (M31) - הגלקסיה הגדולה הקרובה אלינו ביותר, במרחק של כ-2.9 מיליון שנות אור. לצדה של גלקסיה ספירלית זו, המכילה כמה מאות מיליארדי כוכבים, ניתן להבחין בשתי גלקסיות אליפטיות ננסיות (שמספרן 32 ו-110 בקטלוג מסייה). תמונה זו היא פסיפס של כ-20 תצלומים מטלסקופ בינוני. (Credit: Robert Gendler)



2

תמונה 2: צביר הכוכבים הכדורי M13 בקבוצת הרקולס - אחד הצבירים המפורסמים והבולטים ביותר. צביר זה מרוחק מאיתנו כ-25 אלף שנות אור, מכיל כמה מאות אלפי כוכבים וגודלו מצד לצד כ-150 שנות אור. שימו לב לצפיפות הכוכבים העולה כלפי המרכז, בהתאם למצופה ממערכת פיזיקלית הנשלטת על-ידי כוח כבידה עצמי (self-gravitating system). Credit: Robert Lupton and the SDSS (Sloan Digital Sky Survey) Consortium

לצד. עם התקדמותנו אל תוך הסתיו, יתפוס פגסוס מקום נכבד במרכז כיפת השמיים בשעות הערב, ועמו גם קבוצת לווייתן (Cetus) הגדולה, כאשר ביניהם חוצצת קבוצת מזל דגים. אני מבקש לסיים בסיפור המיתולוגי היפה, השוזר יחדיו את כל הדמויות שעל שמן קרויות קבוצות הכוכבים שזה עתה הזכרנו. יום אחד החליטה המלכה האתיופית קסיופיאה, שהיתה יפה אך, כמסתבר, שחצנית, להתפאר ולטעון שיופיה עולה על זה של נימפות־הים. פוסידון, אל הים, כעס מאוד לשמע טענה זו, ויצר שיטפון כמו גם מפלצת ים - לווייתן (Cetus), שנועדו להשמיד ולטרוף את האדמה על יושביה. למלך קפאוס, בעלה של קסיופיאה, נאמר שבני עמו יכולים להינצל רק בתנאי שיקריב את בתו היפה אנדרומדה למפלצת הים. כמלך האחראי לשלום עמו, הרגיש קפאוס שברירה רבה לא נותרה בידי, וככל את בתו לסלע על שפת המים. למזלה של אנדרומדה, לא איחר פרסאוס להופיע בזירה. לפרסאוס, בנו של זאוס, ניתנה הוראה להרוג את מדוזה המפלצתית - מפלצת מכוערת כל-כך שמבטה גרם לכל מי שהעז להסתכל לעברה להפוך לאבן. מצויד במגן נוצץ, המאפשר להסתכל בדמותה של מדוזה דרכו תוך הימנעות ממבט ישיר, ובקסדה ההופכת את החובש אותה לבלתי נראה, הצליח פרסאוס להביס את מדוזה ולשים את ראשה בתוך תיק. דמה של מדוזה ניגר למים והביא ליצירת הסוס המכונף - פגסוס. בעודו מעופף עם פגסוס אל הרפתקאות גבורה, שמע פרסאוס את שוועתה של אנדרומדה על שפת המים, ומיד נחלץ לעזרתה. לאחר שהצליח ברוב כוח ועוז לשחוט את מפלצת הים, הציל פרסאוס את אנדרומדה, ויחד רכבו משם על גבו של הסוס המעופף. ■

תמונה 4: טלסקופ החלל האבל מרחף על רקע כדור הארץ. טלסקופ זה, אשר גודלו כגודלו של אוטובוס ממוצע, הוצב בחלל (בגובה של כ-400 ק"מ מעל לפני כדור הארץ) באפריל 1990 על ידי מעבורת החלל דיסקברי. האבל, אשר חגג אשתקד 15 שנות פעילות, צילם מאז ועד היום כמיליון תמונות. זהו ללא ספק אחד המכשירים האסטרונומיים החשובים ביותר של תקופתנו, אשר קידם תובנות במגוון רב של תחומים בעולם האסטרונומיה, ועל פני כל סקאלות המרחקים. (נאס"א, 2002)



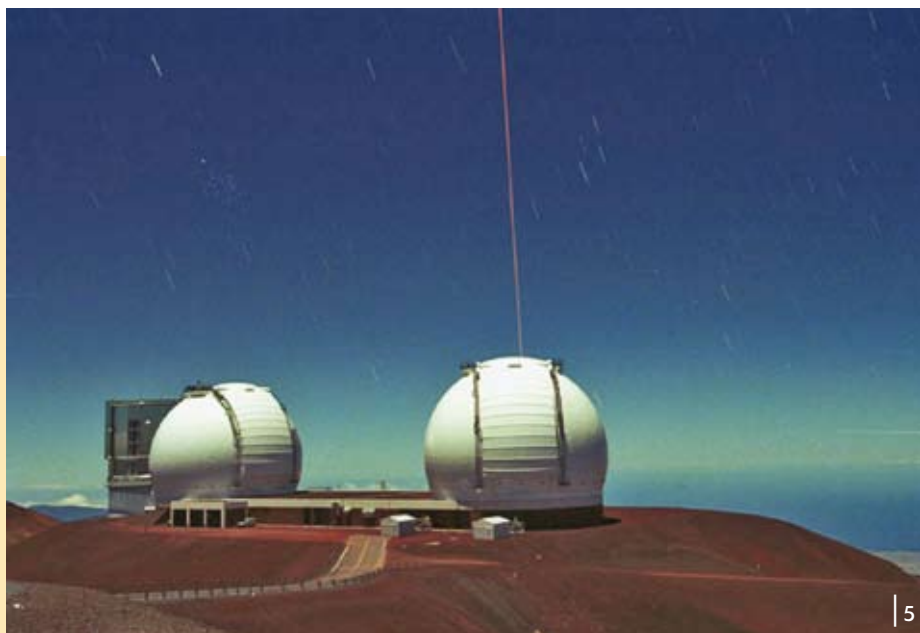
הפינה הפיזיקלית: כושר הפרדה

תפקידו של הטלסקופ (או המשקפת), מעבר ליכולת איסוף האור והגדלת הדמות (על-ידי פיזור ממישור המוקד על פני שטח נרחב יותר), הוא לשפר את כושר ההפרדה. "שיפור כושר ההפרדה" פירושו לאפשר הפרדה בין הדמויות החזותיות של גופים, שללא שימוש בעזר אופטי היו נראים לנו כגוף יחיד; למשל - כוכב כפול, אשר בעין נראה כמקור אור אחד, בעוד שדרך טלסקופ אנו מזהים בבירור שתי נקודות נפרדות לחלוטין. לחלופין, שיפור כושר ההפרדה משמעותו שיפור יכולת ההבחנה בפרטים בגוף שאינו נקודתי (למשל, על פני דסקת כוכב-לכת כלשהו - ראו תמונת צדק כדוגמה). ההפרדה הזוויתית המינימלית בין שני מקורות (הקרויה גבול הדיפרקציה, diffraction limit) נקבעת על-ידי אורך הגל של הקרינה הנצפית וקוטר הטלסקופ, לפי הקשר הבא: $\theta_{\min} = \frac{\lambda}{D}$, כאשר λ הוא אורך הגל ו- D הוא קוטר המפתח (המראה או העדשה הראשית) של הטלסקופ. כלומר: ככל שאורך הגל קצר יותר (כלומר, התדירות גבוהה יותר) וקוטר הטלסקופ גדול יותר, כך יכולת ההפרדה תהיה טובה יותר. אם נציב, לדוגמה, אורך גל של $5,000 \times 10^{-10} m$ (5,000 אנגסטרומ), המתאים לצבע הצהוב ומהווה את מרכז תחום האור הנראה, ובתור קוטר המפתח ניקח את גודל האישון של העין שלנו, כחצי ס"מ לערך, נקבל את זווית ההפרדה המינימלית שלהלן:

$$\theta_{\min} = \frac{\lambda}{D} = \frac{5000 \times 10^{-8} cm}{0.5 cm} = 1 \times 10^{-4} \text{ radians} \approx 5.73 \times 10^{-3} \text{ deg rees} \approx 20'' (\text{arc sec})$$

כלומר, כושר ההפרדה של העין שלנו הוא כעשרים שניות קשת. כושר הפרדה כזה שקול ליכולת לראות (או, ביתר דיוק - להפריד זוויתית את המרחק בין קצוותיו של) מטבע של 10 שקלים ממרחק של כ-200 מטרים לערך. עם זאת, כושר הפרדה זה יבוא לידי ביטוי





5

תמונה 5: זוג טלסקופי ה־Keck, הממוקמים בפסגתו של הר הגעש הכבי Mauna Kea אשר בהוואי (לצדם של מצפים גדולים נוספים, השייכים לקבוצות מחקר שונות). זוג תאומים זה הם כיום הטלסקופים הגדולים בעולם לתחום האור הנראה והתת־אדום. בכל טלסקופ מראה ראשית בקוטר של עשרה מטרים, המורכבת למעשה מ־36 חלקים בצורת משושה הפועלים יחדיו בדיוק ובתיאום מושלמים, כאילו היתה זו יחידה הומוגנית אחת של משטח מחזיר אור. בטלסקופים אלו קיימת אפשרות לצילום בטכניקה של "אופטיקה ניתנת להתאמה" (adaptive optics), שמטרתה לתקן עיוותים בתמונה הנובעים מהפרעות האטמוספירה. לצורך כך משתמשים בקרן לייזר חזקה (כפי שנראית בתמונה) המייצרת מעין כוכב מלאכותי; באמצעותו ממפים בדיוק רב את הפרעות לאורך קו הראייה (ובאותו הרגע), ולפי זה ניתן לבצע תיקונים בתמונה האמיתית המצולמת. (Credit: Sarah Anderson, www.keckobservatory.org)



רק בתנאים אידאליים, ללא הפרעה של התווך (אטמוספירה) שבדרך, מצב שאינו מציאותי. אם נציב לדוגמה את קוטר המראה הראשית של טלסקופ החלל האבל - 2.4 מ' (תמונה 4), עבור אותו אורך הגל - במרכז התחום הנראה, נקבל כושר הפרדה של כ־0.04 שניות קשת. כושר הפרדה זה יאפשר לטלסקופ האבל להבחין במטבע שלנו ממרחק של כ־106 ק"מ! מכיוון שטלסקופ החלל אינו נאלץ להתמודד עם הפרעות האטמוספירה, כושר ההפרדה שלו מגיע כמעט לערך שהתקבל, כ־0.1 שניות קשת, ואנו אומרים שהאבל יכול להגיע כמעט ל"גבול הדיפרקציה". אין זה המצב בטלסקופים קרקעיים. רק לשם השלמת הדוגמאות המספריות, בטלסקופים הקרקעיים הגדולים ביותר, שהם בעלי קוטר מראה ראשית של כ־10 מ' (כדוגמת תאומי ה־Keck, תמונה 5), זווית ההפרדה המינימלית התיאורטית מגיעה לכ־0.01 שניות קשת; אך כפי שנאמר, בגלל הפרעות האטמוספירות, אין הם בעלי כושר הפרדה זה בפועל. ■