

# שמי הלילה של ישראל

ינואר-פברואר 2007

מרבית המידע התצפיתי האופטי על אודות כוכבים וגרמי שמים אחרים (החל מכוכבי לכת, אסטרואידים ושביטים וכלה בגופים מרוחקים, כגון ערפיליות וגלקסיות) מתקבל משלושה סוגים עיקריים של תצפיות אסטרונומיות: א. אסטרומטריה – מדידת מיקומם (בדיוק רב ככל שניתן) של גרמי שמים, ואופן תנועתם על פני הכיפה השמימית; ב. פוטומטריה – מדידת שטף הקרינה המתקבל מגוף מסוים (או במילים אחרות, מידת ההארה שלו); ג. ספקטרוסקופיה – צילום וניתוח הספקטרום של גוף, כלומר, האופן שבו מתפלגת עצמת הקרינה באורכי הגל השונים. המידע, כפי שמופיע במפות הכוכבים שלנו, מתבסס על שימוש בכל שלוש הצורות שצוינו של השגת מידע תצפיתי. היכולת לציין את מיקומם המדויק של הכוכבים על פני כיפת השמים, ושל האחד ביחס לאחר, היא תוצר של קביעות אסטרומטריות; ציון הבהירות הנראית של הכוכבים, סיווגם הספקטראלי והערכת הטמפרטורה של פני השטח שלהם, כל אלה הם תוצאה של מדידות ושל ניתוחים פוטומטריים וספקטראליים גם יחד.

לצד תיאור תצפיות בשמי העונה בלוויית מפת השמים, נתייחס להיבטים הנוגעים לאופן הקרינה של הכוכבים, ותובא סקירה קצרה של מספר חוקים העומדים בבסיס הפיזיקה של האור והקרינה וכן תיאור האופן שבו נוהגים לסווג כוכבים, בעיקר על פי הספקטרה<sup>1</sup> שלהם אך גם בהתאם למאפיינים נוספים. מוצגת גם טבלה המכילה מידע על 15 כוכבים מהמוכרים יותר, הנמנים עם עשרים הכוכבים הבהירים ביותר בכיפת השמים שלנו. כל הכוכבים הללו מופיעים ומוזכרים (בעונות המתאימות שבמהלך השנה) במפות השמים שאנו מציגים כאן, והמידע המרוכז בטבלה משלים באופן כלשהו את התמונה לגביהם.

## שמי החורף

שמי החורף עלולים להיות בעייתיים מעט עבור העוסקים באסטרונומיה תצפיתית, אך גם מופלאים ומרתקים. בהיעדר כיסוי של עננות וכאשר מתאפשרת תצפית, שמי החורף מצטיינים בצלילותם ובחדותם. אם מצליחים להתגבר על הצינה ועל הקור, הרי שמבעד לאטמוספירה הנקייה מאובך ומאבק ניתן להבחין במגוון כוכבים בהירים ובקבוצות מרשימות.

אחת מקבוצות החורף המרשימות ביותר היא קבוצת אוריון (תמונה 1), בדמותו של הצייד המיתולוגי הנודע. עם רדת החשכה, בשעות הערב המוקדמות, שולטת קבוצה זו בשמי המזרח, כאשר שלושת כוכבי החגורה, המסודרים בשורה ישרה להפליא, מאונכים לאופק המזרחי. (בשעות הערב המתקדמות יותר, עם עלייתה של הקבוצה בשמיים ומעבר את המצאה, יהיו כוכבי החגורה מקבילים לאופק הדרומי.) קבוצת אוריון מהווה מעבדה ראויה לחקר השמים; ניתן לזהות בה כוכבים בשלל בהירויות וצבעים (ראו למשל את שני ענקיה – בטלג'וז וריגל – משני צדי החגורה ובצבעים הנבדלים זה מזה באופן ברור), כמו גם ערפיליות (עננים של גז ואבק בתווך הבינכוכבי) מסוגים שונים, כדוגמת ערפילית אוריון המפורסמת (M42), שהיא אחד מאזורי יצירת כוכבים הקרובים אלינו ביותר.

מסביב לקבוצת אוריון ישנם כוכבים בהירים נוספים. מערבית וצפונית מצוי הענק האדום אלדבארן – עין השור – בקצה קבוצת כוכבים המתווים צורת V ברורה (זהו ראשו של השור ואזורו של צביר כוכבים פתוח, ←

1. ספקטרה – רבים של ספקטרום. המונח ספקטרום מתאר את אופן התפלגות עצמת הקרינה באורכי הגל (סוגי הקרינה) השונים.

## 5 הכוכבים הבהירים ביותר

שם	קבוצה	בהירות
סיריוס	כלב גדול	-1.5
קפלה	עגלון	0.1
ריגל	אוריון	0.1
פרוקיון	כלב קטן	0.4
בטלג'וז	אוריון	0.5

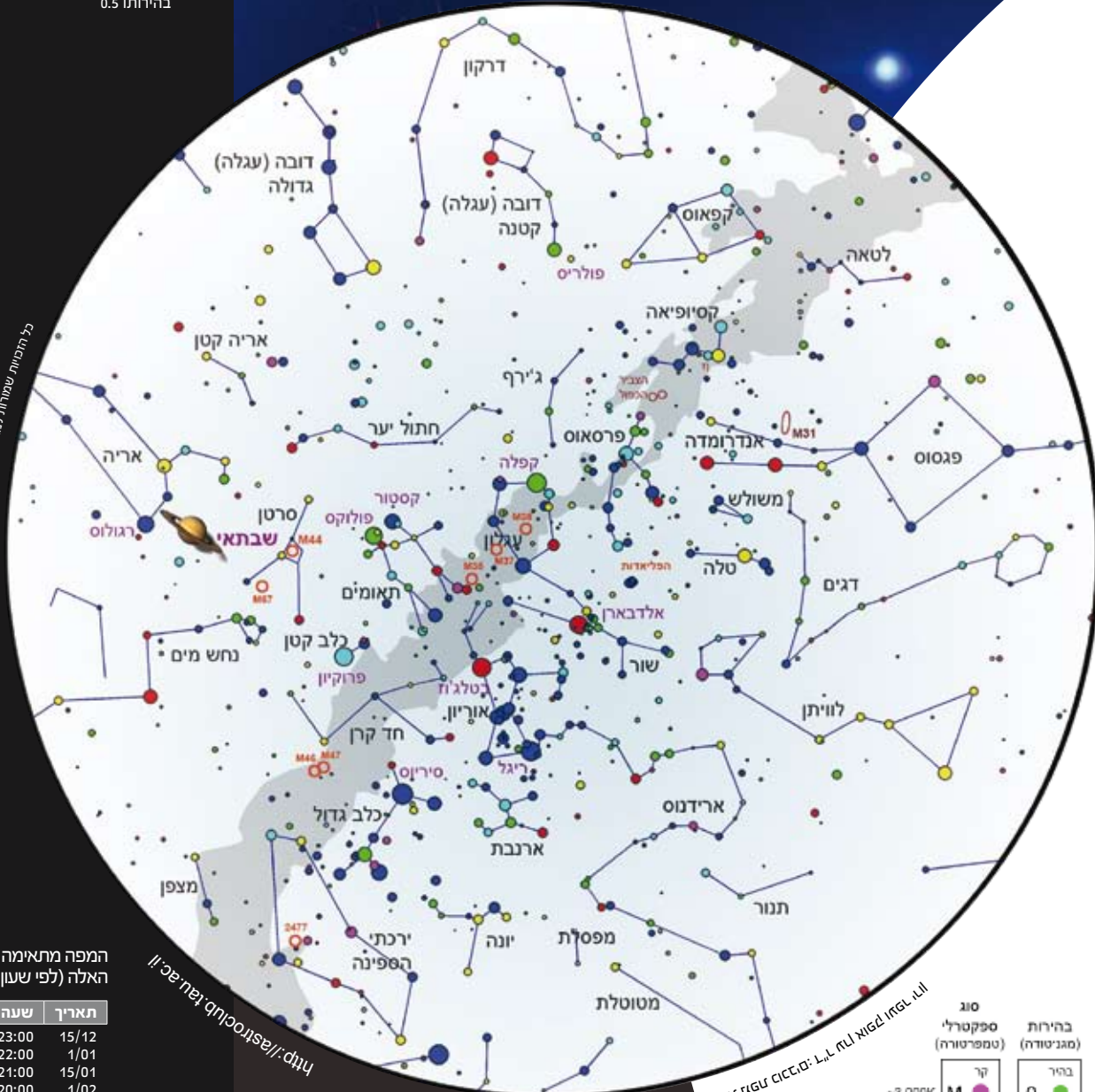
### אירועים נבחרים:

\* 10.02 - שבתאי בניגוד.  
בהירותו 0.5

## מפת שמי ישראל ינואר-פברואר 2007

שמות קבוצות הכוכבים מצוינים בשחור • שמות הכוכבים וכוכבי הלכת בסגול • הכוכבים מסומנים כעיגולים, 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.

N  
צפון



כל התמונות שמורחות למעשהן האסטרונומי של אוניברסיטת תל אביב

מפת שמי ישראל ינואר-פברואר 2007

סוג	בהירות (מגניטודה)	סימון
קיר	0	●
1	1	●
2	2	●
3	3	●
4	4	●
5	5	●
חם		●

סוג	סימון
3,000K	M
4,000K	K
6,000K	G
7,000K	F
20,000K	B
>30,000K	O

המפה מתאימה לזמנים האלה (לפי שעון חורף):

תאריך	שעה
15/12	23:00
1/01	22:00
15/01	21:00
1/02	20:00
15/02	19:00

### מופעי הירח

מועד	רבע ראשון	ירח מלא	רבע אחרון
19/01	26/01	03/01	11/01
17/02	24/02	02/02	10/02





1

קבוצת אוריון כמעבדה שמימית מושלמת. קבוצת אוריון (א) ניתנת לזיהוי בנקל לפי מלבן הכוכבים הבהירים, בהם הענקים בטלג'וז האדמדם וריגל הכחול, התוחם בתוכו את כוכבי החגורה המיושרים להפליא ואת כוכבי החרב היוצאת מהכוכב השמאלי הקיצוני - Alnitak. לא במקרה נראה "כוכב" החרב האמצעי אדמדם ומטושטש - זוהי הערפילית הגדולה של אוריון, אזור פעיל של יצירת כוכבים, מחוץ מאיתנו כ-1,500 שנות אור. הערפילית מופיעה כאן (ב) בתמונה משולבת של טלסקופי החלל האבל וספיצר במגוון סוגי הקרינה - אור נראה, תת-אדום ועל-סגול. כל צבע מייצג תהליכים פיזיקליים הקשורים באורכי גל מסוימים. מאפייני הצבע הירוק, למשל, מייצגים תוצאה של חימום ייטון של אטומי מימן וגפרית על ידי קרינת ה-UV החזקה מכוכבי הטרפז הבהירים שבמרכז הערפילית. מאפייני האדום והכתום חושפים את קיומן של מולקולות עשירות בפחמימנים (PAHs). בסביבתו של כוכב החגורה Alnitak, שתי ערפיליות מרשימות נוספות (ג) - ערפילית ראש הסוס הכהה (שהיא למעשה ענן המכיל אבק רב החוסם את קרינת ערפילית הפליטה האדומה שברקע) וערפילית הלהבה (flame nebula).

(א) תמונה ארכת-חשיפה כפי שצולמה ממצלמת 35 מ"מ על גב טלסקופ המספק עקיבה - Matthew Spinelli. (ב) תמונת false-color מטלסקופי החלל האבל וספיצר, NASA/JPL-Caltech. ג. תמונה משולבת (composite) שהיא תוצאה של 12 שעות צילום, מתוקן 9 שעות דרך מסך H $\alpha$  (Robert Gendler - 2003).

←  
Hyades). מזרחית ודרומית לאוריון, בקבוצת כלב גדול, מצוי סיריוס - הכוכב שהוא הבהיר ביותר בכיפת השמים שלנו (עקב היותו חם וגדול וגם קרוב אלינו יחסית - ראו טבלת הכוכבים הבהירים המצורפת). כאשר נמצא סיריוס נמוך בשמים לאחר זריחתו, מומלץ להתבונן באופן שבו הוא מנצנץ בשלל צבעים, עדות לבהירותו הרבה ולאופן שבירת האור ממנו לאורכי הגל השונים כאשר קו הראייה אליו עובר דרך שכבת אטמוספירה עבה. צפונית משם, בקבוצת כלב קטן, מצוי כוכב בהיר נוסף - פרוקיון, וצפונית ממנו זוג כוכבי התאומים - פולוקס וקסטור. מערבית לתאומים וצפונית מהשור ניתן להבחין במחומש גדול של כוכבים - הלא היא קבוצת עגלון, שבה מצוי הכוכב הבהיר קפלה. שישה מתוך הכוכבים הבהירים שצוינו - ריגל, סיריוס, פרוקיון, קסטור, קפלה ואלדבארן, המרוכזים כולם בנתח שמים אחד - יוצרים את מה שמכונה "משושה החורף". בדומה למשולש

הקיץ, השולט באזור הזניית בשעות הערב של שמי הקיץ, כך גם שולט משושה החורף באזור הזניית בשעות הערב המוקדמות במהלך חודש פברואר.

בשעה טובה, חוזר אל שמי הערב והלילה כוכב לכת אהוב – היהלום שבכתר – שבתאי, ומוביל אחריו נאמנה את רעמתו ואת גופו של האריה הרובץ. שבתאי יימצא בניגוד (כלומר בקו אחד עם כדה"א והשמש ובצד המנוגד להימצאותה של השמש ביחס אלינו; אז גם הקרבה אלינו היא מרבית וזהו הזמן האידיאלי לצפות בו) לקראת אמצע פברואר, בבהירות יפה של 0.5.

נשים לב למספר צבירים פתוחים (המצוינים במפה) המרוכזים כולם בסביבת משושה החורף; איתורם והצפייה בהם מומלצים גם באמצעות משקפת: בקבוצת תאומים, מרוחק מאתנו כ-3,000 שנות אור ובבהירות של 5.3, הצביר הפתוח M35 (הידוע גם כ NGC 2168); בקבוצת עגלון, מרוחקים מאתנו כ-4,000 שנות אור, הצבירים הפתוחים M37 ו-M38 בבהירויות של 6.2 ו-7.4 בהתאמה; בשמים הדרומיים יותר, בין קבוצת ירכתי הספינה (Puppis) לחד-קרן (Monoceros) – M46 (ראו תמונה 2) ו-M47, האחד לצד השני, בבהירויות שבין 5 ל-6; דרומית מהם, במרכז קבוצת ירכתי הספינה (בשעות ובתנאים המאפשרים לראות אזור כה דרומי), קבוצה מרשימה הקרויה NGC 2477; במרכז של קבוצת סרטן הקטנה מצוי אחד הצבירים היפים, והבהיר ביותר מהרשימה שאותה הזכרנו, כך שנראה בתנאי חשכה טובים גם בעין בלתי מצוידת ככתם קטן ומטושטש. צביר זה המכונה "נחיל הדבורים" (The Beehive) – M44, בעל בהירות של כ-3.7, מרוחק מאתנו כ-1,000 שנות אור ומתפרס על פני 95 דקות קשת (כמעלה וחצי); אחרון חביב, צביר פתוח נוסף בחלקה הדרומי של קבוצת סרטן הוא M67, בבהירות של 6.1.



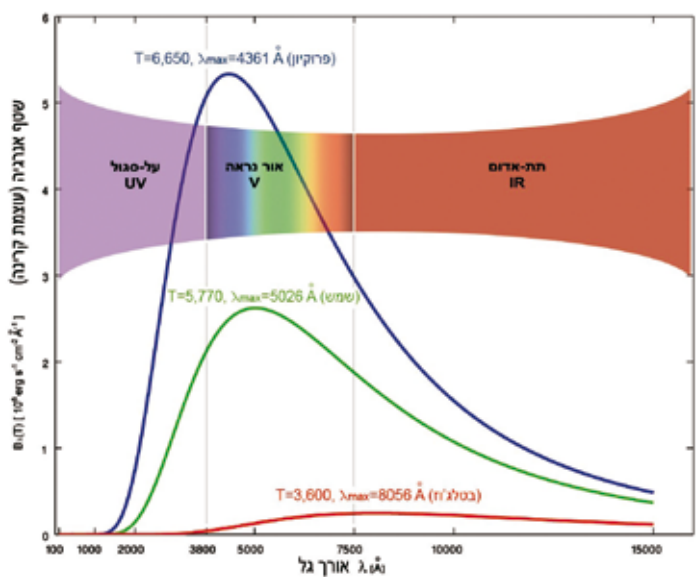
2

חלק מהצביר הפתוח M46 וערפילית פלנטרית - NGC 2438. הערפילית הקטנה, בבהירות 10.8, שהיא עוד אחת מתגליותיו של האסטרונום המפורסם וויליאם הרשל (Herschel), איש המאות ה-19-18, אינה משתייכת אל הצביר אלא מצויה בקדמת התמונה, במרחק של כ-3,000 שנות אור מאיתנו, כאשר מרחקו של הצביר עולה על 5,000 שנות אור. בצביר חברים כ-500 כוכבים, בהם כוכבים בהירים מאוד מסוג ספקטרלי AO, וגילו מוערך בכ-300 מיליון שנים. רחם מצד לצד כ-30 שנות אור. (Jimi Misti & Robert Gendler)

ניתן להתרשם מתמונות יפהפיות של מגוון עצמים שמימיים, בהם גם רבים מהצבירים שהזכרנו כאן, באתרו של Robert Gendler, הצלם האסטרונומי (Astrophotographer) הנודע:  
<http://www.robgendlerastropics.com>  
 ציד צבירים מוצלח לכולנו, ובברכת שמי חורף נקיים וצלולים.

**הפינה הפיזיקלית: על חוקי קרינה וספקטרה של כוכבים**

היה זה לקראת סוף המאה ה-18 כאשר הבחין האנגלי תומס וודג'ווד (Wedgewood), יצרן פורצלן משופח, בקשר שקיים בין צבעו של האור הקורן מגוף חם לבין הטמפרטורה של הגוף. כל התנורים שלו הפכו אדומים בטמפרטורה מסוימת, ללא תלות בגדלם, בצורתם ובמבנה שלהם. מבדיקות ומניסויים שערכו מאז פיזיקאים שונים התברר שכל גוף שהטמפרטורה שלו גבוהה מהאפס המוחלט (אפס בסולם קלווין, השקול למינוס 273 מעלות צלסיוס) פולט קרינה בכל אורכי הגל ובעצמות שונות. בפיזיקה העוסקת בקרינה נהוג לדון בגוף המתאפיין בתכונות מיוחדות, המכונה "גוף שחור". גוף שכזה הוא גם בולע וגם פולט אידאלי; כלומר, בולע באופן מושלם את כל הקרינה האלקטרומגנטית הנופלת עליו, ללא החזרה, ופולט מפניו קרינה בספקטרום אופייני שתלוי אך ורק בטמפרטורה שלו, ולא בהרכבו או בתכונות אחרות. נוטים להתייחס אל גופים שונים, ובהם כוכבים וכוכבי לכת, כאילו היו גופים שחורים אידאליים (גם אם אין זה המצב, יש לקירוב זה הצדקה והוא מספק לצרכים רבים).



3

קרינת גוף שחור (קרינת רצף) עבור שלוש טמפרטורות המייצגות את טמפרטורות פני השטח של שלושה כוכבים בהירים ומוכרים - השמש, פחוקין שבקבוצת כלב קטן ובטלג'וז (Betelgeuse) שבקבוצת אוריון. העקומות מציגות את עצמת הקרינה כתלות באורך הגל, בהתאם למתקבל מפונקציית פלאנק. האיור ממחיש את התכונות הבאות של קרינת גוף שחור (המבטאות באמצעות שני חוקים - חוק סטפן-בולצמן וחוק וין, בהתאמה): עם עליית הטמפרטורה - א. עצמת הקרינה הכללית גדולה יותר (השטח שמתחת לעקומה גדול יותר); ו-ב. אורך הגל שבו מוקרן מקסימום העצמה מוזז לכיוון אורכי גל קצרים יותר (קרינה אנרגטית יותר). (האיור הוכן באמצעות תוכנות Matlab ו-Photoshop)



איור 3 מציג ספקטרה של קרינת גוף שחור עבור שלוש טמפרטורות, המייצגות טמפרטורות פני שטח של שלושה כוכבים מוכרים. ניתן להבחין שככל שהטמפרטורה של הגוף הפולט גבוהה יותר, כך הולך ומתקצר אורך הגל שבו עצמת הקרינה היא מקסימלית. במילים אחרות, קיים קשר הפוך בין הטמפרטורה  $T$  של גוף שחור לבין אורך הגל במקסימום  $\lambda_{max}$ . קשר זה בא לידי ביטוי בחוק וין (Wien):  $\lambda_{max} \cdot T = 0.29 \text{ cm} \cdot \text{K}$  (כלומר, מכפלת  $\lambda_{max}$  בטמפרטורה היא גודל קבוע). בעזרת חוק וין ניתן להעריך את הטמפרטורה על פני כוכב על פי צבעו. צבעם של גופים קרים הוא לכיוון האדום (אורכי גל ארוכים) ומעבר לו (תחום התת-אדום), ואילו צבעם של גופים חמים הוא לכיוון הכחול (אורכי גל קצרים – תדירויות גבוהות) ומעבר לו (למשל תחומי העל-סגול וקרינת X). גופים בתחום טמפרטורות של כ- $4,000 \text{ K}$  ועד

כ- $8,000 \text{ K}$ , שם גם נמצאת – ולא במקרה – השמש שלנו, פולטים קרינה שעיקרה בתחום האור הנראה. לפי חוק וין, וכפי שמצוין באיור, המקסימום של ספקטרום השמש נופל באורך גל של כ- $5,030 \text{ nm}$ , אנגסטרום<sup>2</sup>, באזור הצבע הירוק שבמרכז התחום הנראה<sup>3</sup>. מכיוון שרוב קרינת השמש היא בתחום האור הנראה, ומכיוון שהאטמוספירה שלנו שקופה באורכי גל אלה (מאפשרת את מעבר הקרינה והגעגעה לקרקע), היתה זו תוצאתם של תהליכים אבולוציוניים ("ברירה טבעית") אשר העניקה לעין האנושית את הרגישות בדיוק בתחום זה של הקרינה האלקטרומגנטית. אל לנו להיות מופתעים, אם כן, שהשיא של קרינת גוף שחור בטמפרטורה כזו של השמש שלנו, נופל באזור מרכז התחום שאותו אנו מסוגלים לראות.

עובדה נוספת שבה ניתן להבחין באיור היא שככל שהטמפרטורה של הגוף הפולט גבוהה יותר, כך גם גדלה עצמת הקרינה הנפלטת מיחידת שטח פנים של הגוף ובכל אורכי הגל. בשנת 1879 הראה הפיזיקאי האוסטרי יוזף סטפן (Stefan), שהאנרגיה הכוללת הנפלטת מגוף שחור נמצאת ביחס ישר לחזקה הרביעית של טמפרטורת הגוף. לימים נודע הביטוי המתאר עובדה זו כמשוואת סטפן-בולצמן (Stefan-Boltzmann). אם נתאר ב- $L$  את הבהירות (סך כל האנרגיה) המתקבלת ליחידת זמן מיחידת שטח על פני גוף שחור בעל טמפרטורה  $T$ , מתקבל הביטוי:  $L = \sigma T^4$  (כאשר  $\sigma$  מציין מספר קבוע הקרוי "קבוע סטפן-בולצמן"). אם רוצים לחשב את בהירותו הכוללת של כוכב יש לכפול ביטוי זה בשטח פני הכוכב –  $4\pi R^2$  (כאשר  $R$  מציין את הרדיוס). בהירות (או הספק האנרגיה של) השמש, למשל, כאשר מציבים את רדיוסה ואת טמפרטורת פני השטח שלה, היא כ- $3.8 \cdot 10^{26}$  וואט (ואט=ג'אול/שני'). בהתאם לערכים אלו, ניתן להיווכח כי השמש מפיקה בשנייה אחת כמות אנרגיה השקולה לצריכת החשמל העולמית על פני כמיליון שנים לערך!

מחוקים בסיסיים אלו של קרינת גוף שחור מתקבלות המסקנות הבאות: כוכב קר פולט מעט אנרגיה ובתחום האור האדום, ואילו כוכב חם פולט כמות רבה יותר של אנרגיה ובתחום האור הכחול. חשוב לזכור שהשוואה זו תקפה, כאמור, בהינתן ששטח הפנים של שני הכוכבים זהה. כמו כן, ראוי להבין, שבכל הנאמר כאן התייחסנו

2. אנגסטרום אחד הוא  $10^{-10}$  מטר, או 0.1 ננומטר (nm).  
3. השמש, ככל גוף, פולטת קרינה בכל הספקטרום, באורכי גל נמוכים וגבוהים מאורך הגל במקסימום. השמש נראית לנו כצהובה ולא כירוקה בעיקר בגלל הרכב האטמוספירה שדרכה אנו צופים ובשל האופן שבו מפזרות המולקולות באטמוספירה את הקרינה. ישנו פיזור יעיל יותר של אורכי הגל המתאימים לצבעי הסגול והכחול (על כן גם צבעם של השמים כחול) ולכיוון הירוק, וזה שמשווה לשמש את מראה הצהוב-כתום (ואף יותר לכיוון האדום כאשר היא נמוכה באופק לקראת שקיעה).





לבהירות העצמית (מוחלטת) של גופים – האופן שבו גוף פולט קרינת גוף שחור מפני השטח שלו, ולא לשטף האנרגיה כפי שמתקבל במרחק כלשהו מאותו הגוף הפולט. שטף קרינה יורד באופן מתכונתי לריבוע המרחק, ועל כן, ככל שכוכב מרוחק יותר מאתנו (ואפילו אם הוא חם מאוד וגדול-ממדים), כך תקטן בהירותו כפי שאנו מודדים אותה (ראו למשל את מאפייניו של דנב בטבלת הכוכבים הבהירים)<sup>4</sup>.

נוסף על הבנת קרינת גוף שחור והקשר שבין טמפרטורת פני שטח של כוכב לצבעו, החלו כבר ממחציתה הראשונה של המאה ה-19 לזהות מאפיינים ספציפיים יותר בספקטרה של כוכבים. ניתוח של קווי בליעה ופליטה בספקטרום (עצם קיומם של קווים מסוימים, משרעתם ורוחבם – נתונים אשר מלמדים בין השאר על הרכב החומר), הביא לסיווג הכוכבים למשפחות בהתאם למאפיינים בספקטרה שלהם. הסיווג הבסיסי והסטנדרטי המקובל גם היום מבוסס על שיטה שפותחה בעיקר באוניברסיטת הרווארד החל מסוף המאה ה-19: חלוקה לשבע קבוצות ספקטרליות המסומנות על ידי אותיות לטיניות, החל מכוכבי ה-O החמים והכחולים בצבעם (בטמפרטורות פני שטח של מעל 30,000 K) וכלה בכוכבי ה-M הקרים והאדומים (בטמפרטורות הנמוכות מ-4,000 K). סדרת האותיות, המבטאת כאמור גם סדרה יורדת בטמפרטורות, היא: O,B,A,F,G,K,M. (אם יש אשר תוהים כיצד הצליחו דורות של סטודנטים לאסטרונומיה לזכור סדרה שכזו – בנקל רב, על ידי שינון צירוף המילים: "Oh Be A Fine Girl/Guy, Kiss Me"). בתוך כל קבוצה עלה הצורך בחלוקה מעודנת יותר (המביאה בחשבון יחסי עצמות של קווים שונים בספקטרום), ולכן מציינים לצד כל אות גם ספרה מ-0 ועד 9 (למשל A0-A9). תת חלוקה זו, גם היא מבטאת התנהגות של הטמפרטורה – מהגבוהה ביותר (0) לנמוכה ביותר (9) בקבוצה.

גורם אחרון הלוקח חלק באופן סיווגו של כוכב הוא "קבוצת הבהירות" (luminosity class). גורם זה מהווה למעשה מדד לשני היבטים – גודלו הפיזי של כוכב (כאמור, לגודל השפעה על מידת ההארה) והשלב האבולוציוני שבו הוא מצוי (ראו חלק על התפתחות כוכבים בגיליון 99), ומציינים אותו באמצעות ספרה רומית המוצמדת לסיווג הספקטרלי שתואר. הספרה I (בעלת תתי קבוצות Ia, Ib) שמורה לעל-ענקים, II – הם ענקים בהירים, III – ענקים רגילים, הספרה V מייצגת כוכב סדרה ראשית (כוכב המצוי בשלב הארוך ביותר של חייו, שבו מומר המימן בליבה להליום על ידי היתוך גרעיני).

בטבלה הבאה מוצגים מספר כוכבים הנמנים עם עשרים הכוכבים הבהירים ביותר בכיפת השמים שלנו, בסדר יורד של מידת הבהירות (כלומר במגניטודה עולה). בשורה הראשונה נמצא הכוכב הקרוב אלינו ביותר והבהיר ביותר – השמש. שימו לב לסיווגה של השמש שלנו – G2V, התואם את היותה כוכב ממוצע למדי (במסגרת ובהירותה) ומצויה עדיין (לרווחתנו) בשלב הארוך והיציב של הסדרה הראשית. כמו כן, סיווגם של פרוקיון ובטלג'וז (אשר ספקטרום הרצף שלהם מוצג גם הוא באיור 3) מעיד על היות הראשון מסיבי ובהיר יותר מהשמש שלנו (ועל גבול סדרה ראשית וענף הענקים מבחינה אבולוציונית), בעוד השני הוא על-ענק אדום, קר ונפוח המצוי בשלב מתקדם בחייו. נתוני מסה, רדיוס ובהירות מוחלטת (L) מוצגים ביחידות שמש (למעט עבור השמש, שם מוצגות היחידות); מרחקים מצוינים בשנות אור; הטמפרטורה מוצגת במעלות קלווין. כאשר מצוין (A) לצד שם הכוכב, הרי שמדובר במערכת בינארית (כוכב כפול), והנתונים מתייחסים לכוכב הראשי – A, שהוא הבהיר יותר בתחום האור הנראה.

לסיום, מעניין לשים לב לערכים (המודגשים) המוצגים והמרבניים בכל מאפיין. כך למשל, ניתן להבחין שהכוכב שהוא בעל הטמפרטורה הנמוכה ביותר – אנטארס, לבו של העקרב – הוא גם בעל הרדיוס הגדול ביותר, ואכן סיווגו מעיד עליו שהוא ענק בהיר במיוחד. כמו כן, ניתן להיווכח שדווקא הכוכב שהוא המסיבי ביותר, וזה אשר פולט את שטף הקרינה הגדול ביותר מפניו – דנב, זנב הברבור – הוא שמצוי אחרון ברשימה, כלומר בהירותו הנראית היא הקטנה ביותר (ההסבר לכך הוזכר כבר למעשה לעיל).

4. כאשר מציינים בהירות של כוכבים ושל עצמים שמימיים אחרים ביחידות של magnitude, כפי שמצוין במפות השמים או בטבלת הכוכבים הבהירים מתייחסים לבהירות הנראית (apparent magnitude) - שטף הקרינה כפי שנמדד על ידינו, ולא לבהירות המוחלטת (absolute magnitude) המייצגת את שטף הקרינה שאותו פולטים הגופים מפני השטח שלהם. במקרים רבים, ידיעת הבהירות המוחלטת של גוף ומדידת הבהירות הנראית שלו, מלמדות אותנו מהו המרחק אליו. לחלופין, מדידת הבהירות וידעת המרחק אל גוף מסוים מלמדות אותנו על אודות בהירותו המוחלטת (כלומר, מהו הספק האנרגיה שאותו הגוף מייצר).

**לקריאה נוספת**

מאיר מידב, נח בחש וחגי נצר, היקום: יסודות האסטרופיסיקה, האוניברסיטה הפתוחה.  
אליה ליבוביץ' ועודד רגב, מקצה השמים: מבוא לאסטרונומיה, האוניברסיטה הפתוחה.

## נתונים בסיסיים של מקבץ כוכבים, מהבהירים ביותר בשמי הלילה שלנו

שם	קבוצה	סיווג ספקטרלי	בהירות נראית $M_v$	מרחק d	מסה M	רדיוס R	בהירות מוחלטת L	טמפ' פני שטח $T_{eff}$	גוון
שמש		G2 V	-26.8	מכדה"א 1 AU	$1.99 \times 10^{30}$ ק"ג	696,000 ק"מ	$3.8 \times 10^{26}$ ג'אולשנ'	5,770	צהוב
סיריוס (A) Sirius	כלב גדול	A1 V	-1.46	8.5	2.1	1.7	26.1	9,900	כחול
ארקטורוס Arcturus	רועה דובים	K2 III	-0.04	36	1.5~	16	110	4,300	כתום-אדום
וגה Vega	נבל	A0 V	+0.03	26	2.6	2.7	51	9,300	כחול
קפלה (A) Capella	עגלון	G III	+0.08	42	2.7	10.2	78	5,270	לבן-צהוב
ריגל Rigel	אוריון	B8 Ia	+0.12	~800	17	70	66,000	11,100	כחול
פרוקיון (A) Procyon	כלב קטן	F5 IV-V	+0.37	11	1.5	1.8	7.7	6,650	לבן-צהוב
בטלג'וז Betelgeuse	אוריון	M2 Iab	+0.41*	~430	17	650	>40,000*	3,600	אדום
אלטאיר Altair	נשר	A7 IV-V	+0.77	17	1.7	1.7	11	8,000	כחול-לבן
אלדבארן (A) Aldebaran	שור	K5 III	+0.86	65	2.5	25	150	4,100	כתום-אדום
ספיקה Spica	בתולה	B1 V	+0.91*	260	11	7.8	13,400	22,400	כחול
אנטארס (A) Antares	עקרב	M I Ib	+0.92*	600	15-18	700	65,000	3,500	אדום
פולוקס Pollux	תאומים	K0 III	+1.16	34	2-4	8	32	4,800	כתום-אדום
פומלהאוט (A) Fomalhaut	דג דרומי	A3 V	+1.19	25	2.3	1.8	16	8,500	כחול
דנב Deneb	ברבור	A2 Ia	+1.26	~3,000	20-25	200-300	>100,000	8,400	כחול

\* כוכב בעל בהירות משתנה (לעיתים מידת ההשתנות משמעותית מאוד, כגון אצל בטלג'וז).