

کهکشان راه شیری و رنگ ستارگان

David Malin

نویسنده:

سید وحید تقوی

مترجم:

کشف رنگ ستارگان

واضحتر به نظر می‌رسیدند، (یعنی ستارگانی که صور فلکی را تشکیل می‌دهند).

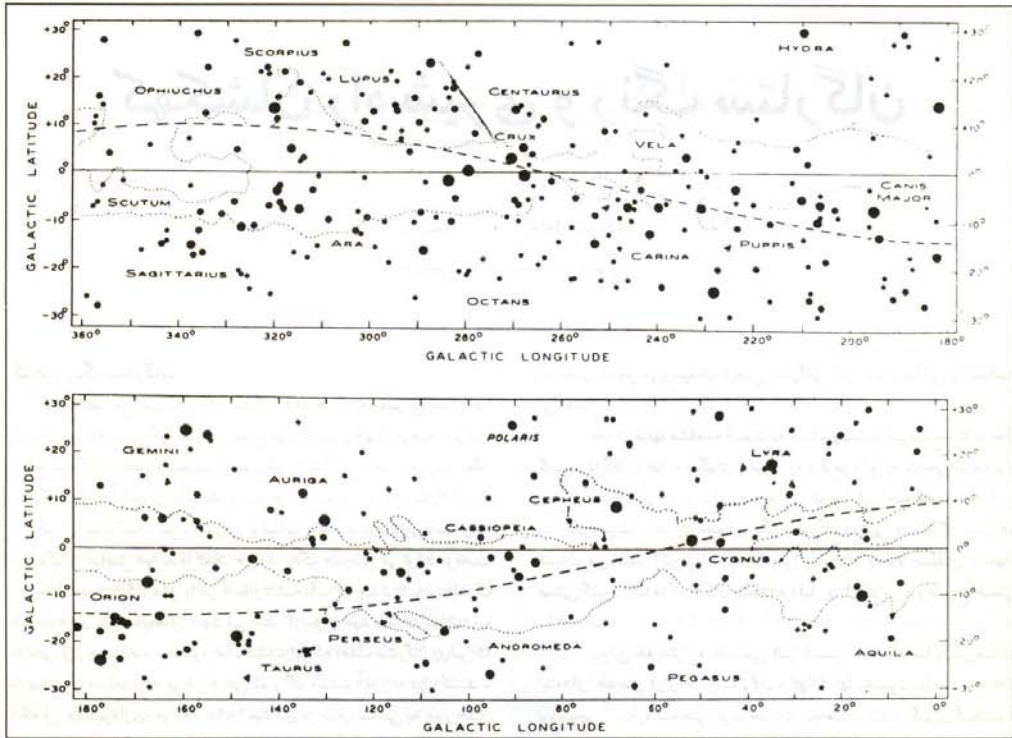
بعد از قرن‌ها مشاهده آسمان به کمک چشمان غیرمسلح، تا به حال کسی ستارگان را جز به رنگهای سفید، زرد و قرمز مایل به نارنجی ندیده بود. بعضی ستارگان آبی به وسیله رصد با تلسکوپها شناخته شدند اما این ستارگان همیشه اعضای جفت‌های رنگی ستارگان دوتایی هستند که بسیار هم کمیاب می‌باشند. اکنون با ورود تکنولوژی نوین، پنجره جدیدی به جهان هستی گشوده شده، که امکان مشاهده دقیق ستارگان را به وضوح عملی ساخته است.

روش جدیدی که عکاسی آنرا میسر ساخت، ما را سریعاً به ایده‌های جدیدی در رابطه با ستارگان و کهکشانها رهنمون ساخته و به علم نورسنجی^۲ ستاره شناختی تولد جدیدی بخشید، اندازه‌گیری کیفیت و کمیت نور ستارگان حاصله از ثبت آنها که با تصاویر مشاهده شده، کاملاً متضاد می‌باشند.

به عنوان نتیجه‌ای از اکتشافات حاصله از عکسبرداریها، خیلی زود این حقیقت توسط یک منجم آمریکایی به نام بنیامین ا. گولدوهمکارانش مشاهده شد که «بیشتر ستارگان آبی یک نوار پهن و عریضی رانشکیل می‌دهند» (چیزی مانند یک نوار پراکنده و مایل به نام راه شیری). خط مرکزی این نوار پراکنده از ستارگان در نگاره (۱) با خط چین نشان داده شده است و امروزه آنرا به عنوان کمربند گولد می‌شناسند. گرچه قرن‌ها قبل نیز ملاحظه شده بود که ستارگانی بسیار روشن به سوی نوار انتشار راه شیری متمرکز شده‌اند. فقط تفاوتی که کرده این است که عکسها نشان داده‌اند که اکثر ستارگان کمربند گولد آبی هستند. به هر حال اهمیت کامل رصدهای ظاهری و ساده منتظر توسعه و پیشرفت در دیگر شاخه‌های فیزیک بوده‌اند. اکنون که دلیل اختلاف قدرهای چشمی (زرد - سبز) و قدرهای حاصله از عکاسی (برای مثال آبی) را فهمیدید، آشکار شد که تفاوت در قدرها (B-V) ناشی از رنگ ستاره‌هاست و این به نوبه خود شاخص و نشانی از درجه حرارت سطح می‌باشد. تفاوت رنگها به عنوان «شاخص رنگ» شناخته شده و می‌تواند در قابل اعداد بیان شود. استاندارد ترتیب

به نظر می‌رسد که رنگ ستارگان فاقد هر گونه مفهومی است اما باید دانست که این رنگها بسیار بر معنی می‌باشند. رنگها، درجه حرارت سطح ستارگان و بعضاً وضعیت اتمسفر آنها را نشان می‌دهند. حرارت سطح ستارگان، تلویحاً اشارتی در رابطه با شرایط و وضعیت اعماق ستارگان دارد و رنگ آنها بیان‌کننده سن، اندازه و ترکیبات سطح ستارگان می‌باشد و در اندازه‌گیری فواصل آنها به ما کمک می‌کند. رنگ همچنین می‌تواند موقعیت یک ستاره در بین گروهش را نیز آشکار کند. متأسفانه چشم انسان به ندرت قادر به دیدن این سایه‌های مبهم می‌باشد. گرچه از عهد باستان پنج ستاره نارنجی و زرد شناخته شده بود اما با کشف این که اغلب ستارگان روشن که با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند آبی کم رنگ هستند آنقدر به درازا کشید تا آنکه فن عکسبرداری، در دهه ۱۸۹۰ میلادی در ستاره‌شناسی به طور جدی مورد استفاده قرار گرفت. از آغاز این قرن، در اغلب فعالیت‌های ستاره‌شناسی، عکسبرداری جای مشاهده مستقیم را اشغال کرده است. تا آن زمان چشم انسان تنها راه تخمین میزان درخشندگی ستارگان بود و این تخمین توسط رصدکنندگان تجربی انجام می‌شد، که نتایج را در مقیاس قدر^۱ بیان می‌کردند.

«هر قدر» یک ضریب تغییر روشنائی به اندازه ۲/۵۱۲ را نشان می‌داد. اما هنگامی که اولین منجمان عکاسی «قدر چشمی» یک ستاره را با «قدر» اندازه‌گیری شده توسط عکس مقایسه کردند، با کمال شگفتی دریافتند که بعضی ستارگان در عکس روشن‌تر دیده می‌شوند تا بوسیله چشم. این کشف به طور شگفت‌انگیزی بر ستارگانی که مبهم به نظر می‌رسیدند تأثیر گذاشت. جواب این معما به حساسیت رنگ امولسیون تصاویر برمی‌گشت. صفحه‌های عکاسی اولیه، به نور آبی و طول موجهای نامرئی ماوراء بنفش جواب می‌دادند، در حالی که چشم نسبت به طیف سبز - زرد بهتر عمل می‌کند. چیزی که عکاسان می‌خواستند نشان دهند این بود که تعداد غیرمنتظره‌ای از ستارگان که بیشتر آنها آبی‌رنگ بودند، به طور واضح روی صفحات عکاسی ثبت نشدند و حتی شگفت‌انگیزتر اینکه، بعضی از ستارگان آبی حتی از ستارگانی که با چشم غیرمسلح قابل رویت بودند



نگاره (۱) روشن ترین ستارگان کمر بند گولد^۲ (با گلوله های سیاه رنگ در این نگاره نشان داده شده اند) به صورت یک نوار نامنظم و عریض که مرکزش با خط چین علامت خورده و در حدود ۱۵ درجه از استوای کهکشانی شیب دارد و توسط یک خط پرنگ ممتد مشخص شده است. محدوده راه شیری توسط خطوط نقطه چین محصور شده است.

در ستاره شناسی، مفاهیم رنگ به یک مقایسه گرافیکی ظریف و دقیق از «رنگ» و «قدر» که مستقلاً توسط «اجناره ترانسپیرانت»^۲ و «هنری نوربیس راسل»^۵ چندین سال قبل از جنگ جهانی اول به ارث گذاشته شده بود، تغییر یافته است. نمودار هر ترانسپیرانت - راسل خودش یک مفهوم مرکزی و اصلی برای فیزیک نجومی مدرن بوده و به طور طبیعی ما را به سوی یک طبقه بندی نجومی هدایت می کند که رنگ و روشنایی یک ستاره را به سیر تحول ستارگان رهنمون شده و نهایتاً منجر به تبدیل آن به یک توده جرم بی نور می شود.

از آن رابطه ها، اکنون می توانیم بفهمیم که جواهرات درخشان (ستارگان) کمر بند گولد، ستارگان بی نهایت حجیمی هستند که از لحاظ درجه حرارت از کمتر از ۳۰۰۰ درجه کلوین تا ۴۰۰۰۰ درجه حرارت دارند. اینها ستارگان غول و آبرغول می باشند. اگرچه درجه حرارت این ستارگان به طور

شاخص رنگ B-V از عدد ۲ بیشتر را برای سردترین ستارگان و قرمزترین آنها و تا ۰/۶ - را برای داغ ترین و آبی ترین ستارگان در نظر گرفته اند. (شاخص رنگ خورشید در این مقیاس ۰/۶۲ می باشد). رابطه ریاضی عمومی بین رنگ، درجه حرارت و ناحیه سطح یک رادیاتور انرژی در سال ۱۹۰۰ میلادی توسط ماکس پلانک از لحاظ کمی بیان شد. پلانک مجبور بود تا اندیشه «جرم سیاه» (و مفهوم کوانتوم) را به منظور تفهیم این عقاید اختراع کند که محور تفهیم انتقال پر توانی حرارتی بود. معادله ماکس این حقیقت را آشکار می ساخت که اجسام منیر در درجه حرارتهای بسیار بالا، نور آبی رنگی را از خود ساطع می کنند و اجرام سرد تر نورهای زرد یا قرمز. البته این حقیقت برخلاف برداشت هنرمندان از رنگ می باشد. زیرا از نظر آنان رنگ آبی نشان دهنده یک رنگ خنک است و قرمز قرین یا گرمای آتش است.

نگاره (۲) نمایی از صورت فلکی جبار (شکارچی) با زاویه باز. حتی با یک نوردهی کوتاه و با یک دوربین معمولی و یک فیلم رنگی می‌توان بسیاری از ستاره‌هایی را که با چشم قابل رویت نبوده و نیز بسیاری از ستارگان اصلی این صورت فلکی آشکار که تشخیص آنها بسیار مشکل است، رامشاده کرد.



بلکه با استفاده از یک دوربین هسل بلد^۶ و با یک فوکوس عالی بود که به سوی نوک AAT ثابت شده بود. در حالی که من در حال عکسبرداری با زاویه باز در آن جهت بودم زیرا AAT یک جرم بزرگ و بسیار عالی است. با تکمیل راهنمای خودکار، تصاویر ستارگان پرروی همان مکان روی تعلیق تصویری، با مدت کامل بازگذاشتن دهانه دوربین به جای دنبال کردن آهسته آن، باقی می‌مانند. تصویر، ستاره‌های بسیار بیشتری را نسبت به تصویر دنباله‌دار نشان می‌دهد اما اکنون به نظر می‌رسد که ستاره‌های کمتری رنگی باشند. این بدین خاطر است که تصاویر کوچک ستارگان خیلی روشن هستند و برای مدتی طولانی روی یک مکان از فیلم باقی می‌مانند یعنی به صورت امولسیون با نوردهی زیاد. همان گونه که در عکاسی‌های معمولی نوردهی زیاد باعث سفید و بی‌رنگ شدن تصاویر می‌شود. تصاویر بزرگتر، ستارگان روشن‌تر هستند. علت این که این ستارگان در تصویر، بزرگتر به نظر می‌رسند به این خاطر است که نور زیادی از طرف آنها به لایه تصویری تابانده شده است. ستاره‌های اندکی به اندازه صحیح نور دریافت می‌کنند تا رنگ آنها به طور دقیق مشاهده شود. البته این وضعیت نسبت به کوچکترین ستارگانی که در تصویر دیده می‌شوند، وجود دارد.

به هر حال، در یک حادثه شانس پی بردم که اندازه اثر به جا مانده

مشخصی به رنگ متفاوت آنها مربوط می‌شود، که داغترین آنها مانند آسمان صبح به رنگ آبی است و سردترین آنها به رنگ زرد - نارنجی می‌باشد. این ستارگان تقریباً به طور کامل جوان هستند. عمر این ستارگان تا میلیون‌ها سال اندازه گیری شده است و البته در مقایسه با هزاران میلیون سال عمر ستارگان بسیار کم حجم‌تر مانند خورشید واقعاً جوانتر می‌باشند. گرچه ظاهراً به نظر می‌رسد که این ستارگان جوان درخشان، در آسمان شبانهگاهی بسیار فراوان می‌باشند ولی در اصل تعداد آنها بی‌نهایت کم است. به نظر می‌سد که این ستارگان بی‌شمارند زیرا آنها هزاران بار درخشانتر از ستارگان معمولی هستند. ستارگان غول پیکر و کم‌سویی مانند خورشید وجود دارند که می‌توانیم آنها را از فاصله‌های بسیار دور مشاهده کنیم.

کشف رنگ ستارگان

تصاویر به دست آمده از دنباله ستارگان وجود بسیاری از آنها را آشکار ساخته که رنگ تعداد کمی از آنها مشخص بود. عکس واضحی از آسمان. نگاره (۲)

این عکسبرداری در تعقیب مسیر ستارگان و در مدت ۴۵ دقیقه با دقت فراوان به دست آمد. البته این عکسبرداری به خاطر مهارت من نبود



نگاره (۳) همان قسمت از آسمان است که در نگاره (۲) نمایش داده شده است، اما با لنز دوربین که بر روی ۳ متر تنظیم شده است، کم نورترین ستارگان ناپدید شده‌اند، اما تصاویر خارج از فوکوس مناظر با روشنایی متوسط را نشان می‌دهند. ستارگان روشنی که این صورت فلکی مشهود را تشکیل می‌دهند به وضوح دیده می‌شوند.

از رنگ ستارگان ابداع شود. در این روش به چیزی احتیاج نیست به جز یک دوربین ساده و یک شیشه برای نگه داشتن دوربین یعنی چیزی مانند سه پایه. شیوه‌ای که به کار برده شد این بود که فاصله کانونی لنزها را در یک سری مراحل در طی نوردهی یک ستاره دنباله‌دار اصلاح کنیم. این کار در زمانی که دوربین در وضعیت ثابتی بود انجام شد و در نتیجه منتهی به یک اثر برجسته و قابل توجه گردید که در نگاره (۴) نشان داده شده است. این تصویر به مدت ۳۰ دقیقه در معرض نور بوده و رنگ تمامی ستارگان (صورت فلکی جبار را که با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند) را نشان می‌دهد. همچنین ستارگان بسیاری را که قابل رویت نیستند نیز نشان می‌دهد.

در تصویر (۴) همان طور که در ستاره‌شناسی، قراردادی است و رسم بر این است که بالای عکس، شمال و سمت چپ تصویر، مشرق را نشان دهد. تصویر، ستارگانی را که در آستانه دید چشم غیرمسلح قرار دارند و ستارگان مشخص زرد - نارنجی ابطالجوزا و رجل آبی خیره‌کننده را نشان می‌دهد، که هر دو از لحاظ ظاهری هزار مرتبه روشن‌تر از سایرین هستند. از چند صد ستاره قابل رویت در تصویر، همه ستارگان بسیار روشن و به طور واضح آبی هستند که ابطالجوزا (بالا سمت چپ) به طور استثنایی آبی رنگ

از یک ستاره بر روی تصویر را می‌توان به دلخواه تغییر داده و حتی رنگ بعضی از ستارگان ثبت شده را می‌توان با شگردهای عکاسی تغییر داد. در حین کار در تاریکی و در یک زاویه نامطلوب و در فاصله کانونی اولیه، به طور تصادفی به جای حرکت دادن دریچه دیافراگم، فاصله کانونی لنزهای دوربین حرکت داده شد و یک نوردهی جدید با تنظیم فاصله کانونی آغاز شد و بجای این که فاصله روی بی‌نهایت قرار بگیرد، فاصله زوی چندمتری قرار گرفت، یعنی جایی که ستارگان هستند (از لحاظ اپتیکی). وقتی تصاویر نقطه مانند، خارج از فاصله کانونی باشند، انرژی آنها در ناحیه وسیع‌تری از فیلم پخش می‌شود، بنابراین کم‌نورترین ستارگان که در نگاره (۲) ثبت شده‌اند اکنون در خارج از حوزه نوردهی قرار می‌گیرند و لذا غیر قابل رویت می‌شوند، اما در نگاره (۳) بعضی از ستارگان با روشنایی متوسط، رنگ حقیقی خود را آشکار می‌کنند. حتی در اینجا روشن‌ترین ستارگان نیز می‌سوزند و به طور سفید ظاهر می‌شوند. اکنون می‌بینیم که نگاره‌های (۲) و (۳) قسمتی از آسمان را نشان می‌دهند. گروه‌بندی مشابه و هم خانواده ستارگان که صورت فلکی جبار (شکارچی) را تشکیل می‌دهند، اولین بار بالای «کوه نابارابان» دیده شد.

این اشتباه ساده باعث شد تا روشی جدید و مستقیم برای عکسبرداری

که کمی آبی تر باشند.

اسامی اغلب ستارگان و دیگر ستارگان در این صورت فلکی که به آسانی نام برده می شوند قرن‌ها پیش توسط متجمن عرب ثبت شده است و به ذهن هر شخصی یادآوری می کند که ستاره شناسی (از لحاظ ادبیات یعنی نام گذاری ستاره) هنری قدیمی است یعنی درست مانند یک علم جدید. در این اواخر یعنی از سال ۱۶۰۳ میلادی ترتیب روشنائی ظاهری ستارگان در بسیاری از صورتهای فلکی با حروف یونانی مشخص شده است. در بعضی موارد ترتیبی از وضعیت وجود دارد؛ مانند نام گذاری و توصیف و ترسیم صورتهای فلکی که این نیز از عملکرد سیستماتیک به دور است. ستارگان در نگاره (۴) و نگاره (۵) تعیین هویت و از لحاظ نوع طیفی شاخصهای رنگ و فواصل تقریبی در جدول (۱) مرتب شده اند. شاخصهای رنگ در سیستم شاخص رنگ قراردادی B-V می باشد که اعداد بزرگتر (و بنابراین ستارگان زردتر) ستاره های سردتر را نشان می دهند و اعداد کوچکتر (و به ویژه اعداد منفی) ستارگان آبی داغ را نشان می دهند.

نوع طبیعی یک ستاره، روشی میان بر برای تعیین خواص اصلی ستارگان مبتنی بر وضعیت و درجه خطوط طیفی گوناگون آنها است. طبقات OBAFGKM ردیفی است براساس کاهش دمای سطح از 30000 K (آبی) تا 6000 K سفید 3000 K (زرد) و O داغترین و M سردترین را نشان می دهد. از ابتدا، اعداد رومی شش طبقه را نشان می دهد Ia-c آبرغولها را نشان می دهد، II غولهای روشن، III غولها، IV کوچکتر از غولها، V وضعیت اصل و متوسط یک ستاره و VI و VII کوتوله های سفید را نشان می دهند. اگر بخواهیم خورشید را با توجه به مقایسه فوق طبقه بندی کنیم، ستاره G2V خواهد بود.

با دانش جدید طبقه بندی طیفی و فاصله ستارگان، با اطمینان می توانیم بگویم که ستارگان روشنی که ما در تصاویر می بینیم ستارگانی جوان، حجیم و به طور ذاتی درخشان می باشند. این که بخش کوچکی از ستارگان روشن به جای آنکه آبی باشند، به رنگ زرد - نارنجی هستند دور از انتظار نیست، اما بدون کمک ابزار ساده عکاسی قابل نمایش نیست. اینها ستارگان جوانی هستند که به مرحله غول قرمز یا ابرغول قرمز تغییر یافته اند، یعنی یک میان برده نسبتاً آهسته به سوی پایان زندگی کوتاه اما پرنورتری ستاره ای حجیم. از آنجا که دوره زندگی ستاره غول قرمز کوتاه است و از آن کوتاهتر عمر یک ابرغول قرمز می باشد، ما تعداد کمی از این ستارگان را در میان ستارگان آبی «کمرند گولد» می بینیم.

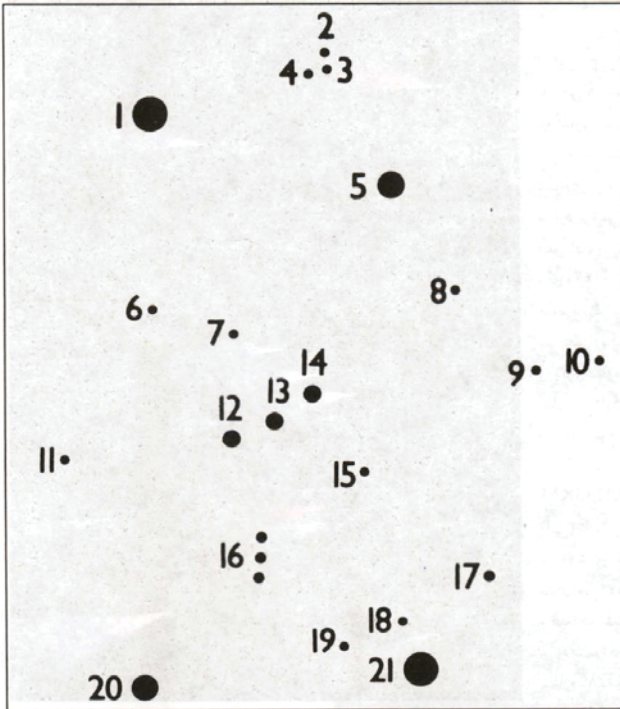
باید بر این نکته تأکید شود که غولهای به اصطلاح قرمز هرگز قرمز نیستند. آنها حتی از لامپهای سقفی هالوژن تنگستن یا لامپهای پروژکتور اسلاید قرمز تر نیستند، و در واقع این ستارگان از لامپهای تنگستن فیلامان که ما به طور طبیعی در خانه از آنها استفاده می کنیم آبی تر می باشند. غولهای قرمز و لامپهای تنگستن بروی فیلم تنظیم شده مطابق روشنائی روز به رنگ نارنجی - زرد نشان داده می شوند.

متجمن این ستاره ها را قرمز می نامند زیرا نقطه صفر آنها در متعارف ترین سیستم شاخص رنگی ستاره ای است با دمای سطحی 10000 ▶

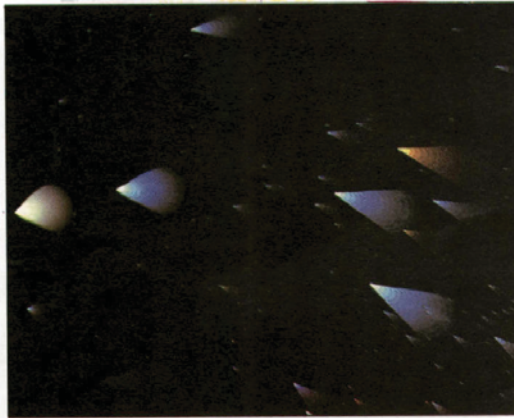


نگاره (۴) رنگ تمایزی ستارگان جبار (شکارچی) که دارای «قدری» در حدود ۸ متر می باشند و کاملاً زیر دید چشم غیر مسلح قرار دارند در این عکس آشکار شده اند. این عکسبرداری با ثابت کردن دوربین و قرار دادن ستارگان در حوزه دید لنزهای دوربین که به طور فزاینده ای از فاصله کانونی خارج شده اند انجام شده است. توده قرمز، سحابی شکارچی است و ابط الجوزا در بالا و سمت چپ تصویر به رنگ زرد دیده می شود.

و سحابی شکارچی نیز قرمز روشن می باشد. این، ستاره مرکزی است که در خط سه ستاره تشکیل دهنده دسته شمشیر شکارچی قرار دارد که از خط متمایز و روشن تر سه ستاره شبیه به هم کمرند شکارچی آویزان است. نام ستارگان کمرند شکارچی عبارتند از آلیتا^۷، آلیلام^۸ و ستاره بی نهایت داغ^۹ که در منتهی الیه غربی (راست) کمرند است. هر دو ستاره میتاکا و لاتریکس^{۱۰} در شانه چپ شکارچی (بالا و سمت راست تصویر) داغتر از دیگر ستارگان در تصویر هستند و بنابراین به نظر می رسد



نگاره (۵) تعیین هویت ستارگان
روشن تر صورت فلکی شکارچی
که در تصویر (۴) نشان داده شده
است، اعداد مربوط به ستارگانی
است که در جدول (۱) لیست
شده‌اند.



درجه کلونین. چنین ستاره‌ای در نظر چشمان ما و فیلم رنگی تنظیم شده
برای نور روز به طور متمایزی آبی رنگ خواهد بود. این تصاویر، در صورت
فقدان تصاویر رنگی دارای قدرت تفکیک می‌باشند. ولی در زمانی که به این
تصاویر دسترسی نبود منجمان تصمیم گرفتند که ستارگان حجیم و سرد را
غولهای قرمز و یا ابرغول قرمز بنامند، نامی گیرا و جالب اما نادرست و در
حال حاضر هم تمایلی برای تعویض نام آنها وجود ندارد.

اما بی‌شک این ستارگان غول پیکر می‌باشند و اندازه شگفت‌انگیز
این ستارگان سبب رویت آنها می‌شود. اگر یک ستاره ابرغول مانند ابط
الجوزا جایگزین خورشید می‌شد زمین و مریخ هر دو در داخل این ستاره
قرار می‌گرفتند. معادله پلانک بیان می‌کند که انرژی نورانی که توسط یک
جسم درخشان (ستاره) منتشر می‌شود همراه با کاهش دما، با سرعت زیادی
کاهش می‌یابد. لذا هنگامی که ستارگانی با درخشندگی بالا و آبی داغ،
حرارت داخلی خود را تعدیل می‌کنند به جای آنکه سرد و سپس بزرگ
شوند تا تبدیل به غول یا ابرغول شوند، فقط سرد می‌شوند و ستارگانی که
دارای دمای سطحی پایین می‌باشند نظیر ابط الجوزا تا مرز عدم رویت پیش
می‌روند. به منظور آشکارکردن رنگ ستارگان در آسمان (جایی که ستارگان
روشن در آنجا وجود دارند تکنیک مرحله‌ای فوکوس به کار برده می‌شود.

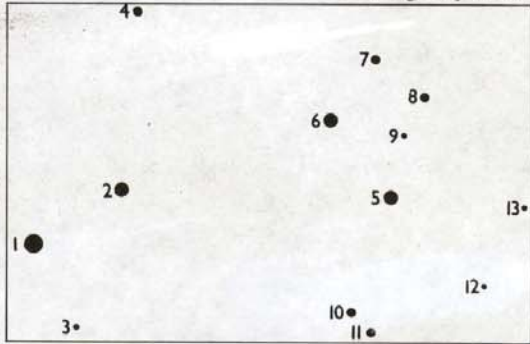
نگاره (۶) ستارگان نیمکره جنوبی. عکسبرداری، با تکنیک خارج
از فاصله کانونی (غیرمتمرکز) و با استفاده از تغییرات کوچک
فراوان در فاصله کانونی با ۳۵ دقیقه نوردهی تصویر.

ستاره زرد بعدی است.

برای گرفتن تصویر نگاره (۶) مدت نیم ساعت نوردهی انجام شد، در مدت نیم ساعت نوردهی که فوکوس کردن لنز تقریباً ۱۲ مرتبه انجام شد در حالی که به هنگام عکسبرداری تصویر شکارچی، این کار ۹ مرتبه انجام شده بود ولیکن در صورت حذف بعضی مراحل، الگوی خلاصه‌تری به دست خواهد آمد که مطلوبتر است. همان طور که در نگاره (۷) نشان داده شده در اینجا شناسایی ستارگان منفرد مشکل‌تر است. نمودار (۸) به ما کمک می‌کند و ستارگان شناسایی شده در جدول (۲) آورده شده‌اند. در نگاره (۹) رنگ ستارگان آبی روشن، در دُم خمیده عقرب که نام صورت فلکی است می‌بینیم که به دور دنباله نارنجی رنگ ستاره قلب‌العقرب می‌گردند. هنگام عکسبرداری از سیاره مشتری، نور روشن و زرد کم رنگی در سمت چپ سیاره و در منتهی الیه راه شیری قرار دارد.

نزدیکترین ستاره درخشان (البته به جز خورشید) آلفای قنطورس می‌باشد. به جز ستاره عبوق ۱۳ (در صورت فکلی ممسک‌الاعنه)، آلفای قنطورس تنها ستاره روشن آسمان است که رنگش شبیه رنگ خورشید می‌باشد. آلفای قنطورس در تصویر فوکوس مرحله‌ای صرف‌نظر از سطح نوردهی، بی‌رنگ ظاهر می‌شود و این اطمینان را به ما می‌دهد که رنگهای شگفت‌انگیز ثبت شده توسط فیلم رنگی تنظیم شده برای نور روز، یک

اجرام آسمانی درخشانی که نیمکره جنوبی (نگاره ۶) را تشکیل می‌دهند در کنار همراهان مشخص‌شان یعنی آلفا و بتای قنطورس ۱۱ قرار گرفته‌اند. این ستارگان ۳۰ درجه از قطب جنوب عالم ۱۲ ارتفاع دارند. لذا چنین به نظر می‌رسد که نسبت به ستارگان شکارچی که از استوا دور می‌شود آرامتر در آسمان حرکت می‌کنند.



نگاره (۸) تعیین ستارگان روشن‌تر منطقه شامل صلیب جنوبی که در نگاره‌های (۶) و (۷) نشان داده شده‌اند.



نگاره (۹) رنگ ستارگان در دُم عقرب. در این جا روشن‌ترین تصویر، سیاره غول پیکر مشتری است (سمت راست) و قلب العقرب روشن‌ترین دنباله



نگاره (۷) یک تصویر غیر واقعی که با نور حاصله از صورت
فلکی صلیب جنوبی و دو ستاره اشاره کننده دب اکبر ایجاد
شده است؛ که در مدت ۴۵ دقیقه عبار فوکوس شده است.

No. ^a	Name	Visual magnitude	Colour index	Spectral type	Distance (light years)
1	α Ori (Betelgeuse)	0.50	1.85	M2 Ia	310
2	λ Ori (Meissa)	3.39	-0.18	O8	—
3	ϕ^1 Ori	4.41	-0.16	B0 IV	1860
4	ϕ^2 Ori	4.09	0.95	K0 III	195
5	γ Ori (Bellatrix)	1.64	-0.22	B2 III	360
6	ζ Ori	4.78	1.38	K2 II	780
7	δ Ori	4.91	1.17	K1 III	285
8	ρ Ori	4.46	1.19	K3 III	280
9	ω Ori	6.17	3.45	C6 II	—
10	π^* Ori	4.47	1.40	K2 II	620
11	—	4.53	1.22	K2 III	260
12	ζ Ori (Alnitak)	1.77	-0.21	O9.5 Ib	1110
13	ϵ Ori	1.70	-0.19	B0 Ia	1210
14	δ Ori (Mintaka)	2.23	-0.22	O9 II	2400
15	η Ori	3.36	-0.17	B1 V	750
16	Group of O and B stars and the Orion nebula				
17	β Eri (Cursa)	2.79	0.13	A3 III	91
18	τ Ori	3.60	-0.11	B5 III	425
19	ν Ori	4.14	0.96	G8 III	190
20	κ Ori (Saiph)	2.06	-0.71	B0.5 Ia	68
21	β Ori (Rigel)	0.12	-0.03	B8 Ia	915

ستارگان در نگاره (۵) شناسایی شده‌اند

جدول (۱) ستارگان روشن در منطقه شکارچی

No. ^a	Name	Visual magnitude	Colour index	Spectral type	Distance (light years)
1	α Cen (Rigel Kent)	0.00	0.68	G2 V	4.2
2	β Cen	0.61	-0.24	B1 II	460
3	α Cir	3.19	0.24	F0 V	52
4	ϵ Cen	2.30	-0.22	B1 V	490
5	α^1 Cru (Acrux)	0.87	0.10	B1 IV	360
	α^2 Cru	—	—	B3	360
6	β Cru	1.25	-0.23	B0 III	425
7	γ Cru	1.63	1.59	M3 III	88
8	δ Cru	2.80	-0.23	B2 IV	260
9	ϵ Cru	3.59	1.42	K2	60
10	β Mus	3.05	-0.18	B2 V	290
11	α Mus	2.69	-0.20	B3 IV	325
12	λ Mus	3.64	0.16	A5 V	52
13	λ Cen	3.13	-0.04	B9 III	185

ستارگانی که در نگاره (۸) شناسایی شده‌اند

جدول (۲) ستارگان روشن در منطقه





نگاره (۱۰) رنگهای روشن
M83 (NGC 5236) در این
نما از کهکشان (که اعتقاد
براین است که بسیار شبیه
راه شیری است) آشکار
شده است. M83 در مرز
هیدرا و قنطورس^{۱۴} در
فاصله حدود ۱۰ میلیون
سال نوری قرار دارد و یکی
از بهترین کهکشانهای
مارپیچ در آسمان است که
رو به ما قرار دارد.

بی نهایت کمیاب می باشند و ستارگانی که به غولهای درخشان زرد رنگ یا ابرغولها تبدیل می شوند کمتر هم می باشند. چنین ستارگانی دارای دوره زندگی کوتاه اما درخشان می باشند. زندگی که معمولاً با فاجعه آمیزترین شکل پایان می یابد. ستارگان بسیار حجیم نهایتاً به شکل ابرنواختران فرو می ریزند. در عوض، ستارگان با جرم کم و کم سو که شبیه خورشید می باشند بسیار پر تعداد هستند و دلیل عمده آن این است که، این ستاره ها میلیارد ها سال زندگی می کنند. زندگی این ستاره ها به شکل بهتری خاتمه می یابد، که البته بعداً خواهیم دید. اما آنچه که شبانگهان در آسمان و با چشم غیر مسلح می توانیم ببینیم، ستارگان درخشانی هستند که از لحاظ تعداد بسیار کم می باشند و از طرف دیگر گروه کثیری ستارگان کوچکتر هستند که به سختی دیده می شوند.

رنگ کهکشانها

ستارگانی که شبانگهان در آسمان پراکنده هستند همه اعضای یک

انعکاس صحیحی از طبیعت هستند. برخلاف آلفا که بی رنگ است، بتای قنطورس به رنگ آبی آسمان می باشد. زمانی که بنا نصف «قدر» (۳۳٪) و کم سو ظاهر می شود بیش از ۱۰۰ بار از آلفا دورتر است و بنابراین در حدود ۱۰۰۰۰ مرتبه از آن درخشانتر می باشد. درخشندگی طبیعی ستارگان جوان و حجیم و بی نهایت داغ مانند بتای قنطورس در مقایسه با ستارگان کم حجمتری نظیر خورشید و آلفای قنطورس تفاوت فاحشی دارد. این آزمایش ساده با یک روش فنی، چیزی را که برای چشم انسان آشکار نبود و به طور ضعیفی توسط گول و دیگر پیشگامان عکسبرداری فوتومتری انجام شده بود، آشکار کرد:

ستارگان روشن کمر بند گولد نسبتاً دور و غالباً آبی رنگ هستند. تعداد کمی از آنها به رنگ نارنجی - زرد و جزء گروه ستارگان جوان می باشند، که در بین سایر ستاره ها پراکنده می باشند. نمودار قدر - رنگ اندازه گیریهای جدید رنگ ستارگان نشان می دهد که ستارگان آبی با درخشندگی بالا (که به دلایل تاریخی با طبقات O و B مشخص شده اند)



نگاره (۱۱) - اگر ما به نحوی می‌توانستیم راه شیری را از فاصله چند ده سال نوری و از انتهای یکی از بازوهایش نشان دهیم چیزی شبیه NGC 981 را می‌توانستیم ببینیم، که یک کهکشانی مارپیچ پالیه رو به بالا در صورت فلکی آندرومدا (زن به زنجیر کشیده شده) نواری تیره و غباری است که به شکل تنگی در سطح کهکشان محدود شده است.

این مسئله است که چرا روشن‌ترین بخشهای بازوهای مارپیچ تا این حد باریک هستند (مانند آتش گرفتن یک بوته‌زار است که پیش‌رونده بوده و خاکستر فروزانی را پشت سر خود به جای می‌گذارد و مدت کوتاهی نیز به درخشندگی خود ادامه می‌دهد). ابرنواخترهای زیادی در M83 دیده شده‌اند، که دلیل آن وضعیت مناسب کهکشان، فاصله نسبتاً نزدیک آن و تشکیل ستارگان فراوانی در M83 می‌باشد.

منحنیهای داخلی بازوهای مارپیچ مرکب از تعداد زیادی از سحابیهای صورتی رنگ هستند که هر کدام در منطقه‌ای قرار دارند که ستارگان تازه متولد شده به طور نزدیکی با گازها و غبارهایی که ستارگان در آنجا تشکیل می‌شوند در ارتباط می‌باشند. غالب ماده تشکیل دهنده ستارگان هیدروژن است، که فراوانترین عنصر در جهان می‌باشد. هیدروژن پرتوهای ماوراء بنفش از ستارگان داغ و نزدیک (که مجدداً با طول موج بلندتری ساطع می‌شوند) را جذب می‌کند که این به دلیل ویژگی رنگ قرمز

سیستم مارپیچ پهناور ستاره‌ای می‌باشند که ما در آن زندگی می‌کنیم، آنها به کهکشان تعلق دارند که باهم گونگی بی‌مانندی به عنوان «کهکشان ما» یا همان «راه شیری» وصف شده‌اند. در درون این کهکشان صدها میلیون ستاره وجود دارد. با وجود مطالعاتی که ما بر روی این ستاره‌ها انجام داده‌ایم، حتی قویترین تلسکوپها نیز نمی‌توانند تمام این اجرام و این تعداد ستاره را به تصویر بکشند. لذا ما توانستیم شاخه کوچکی از کهکشان راه شیری را کشف کنیم و جزء کوچکی از آن را ببینیم و بگوییم که کهکشان ما یک ساختمان مارپیچ دارد (دلیل این امر بعداً آشکار خواهد شد). به هر حال کهکشان راه شیری، غنی از ستارگان جوان می‌باشد که حجم‌ترین و فروزانترین این ستارگان به رنگ آبی هستند.

رابط بین رنگ ستارگان درخشان که ما آنها را در اطراف خود می‌بینیم و موقعیت ما در بازوی مارپیچ کهکشان آبی به سرعت کشف ستارگان آبی نبوده نیز برای یک ستاره به هنگام تحویل قرن، طبیعت، فاصله و ابعاد اشیا که بعداً به عنوان سحابیهای مارپیچ توصیف شدند، شناخته شده نبود و این عدم شناخت کامل تا دهه ۱۹۴۰ میلادی که در آن سال یک درجه بندی رنگ از آبی تا زرد انجام شده پابرجا بود. هنگامی که اولین کشفیات مربوط به رنگ کهکشانش با رصد ستارگان در کهکشان راه شیری انجام شد توزیع کلی رنگها در کهکشانش با مشاهده یک منظومه مارپیچ خارج از راه شیری بهتر دیده شد. در نگاره (۱۰) می‌توانیم M83 را ببینیم. یکی از بهترین و نزدیکترین مثالهای یک کهکشان مارپیچ در آسمان. زیرا اتفاقاً ما از بالا، یکی از قطبهای آنرا می‌بینیم، که رو به ما و به طور مطلوبی قرار دارد، که مطالعه و تشریح یک منظومه ستاره‌ای را که شبیه راه شیری می‌باشد رابرای ما ممکن می‌سازد. در تصاویر رنگی، فراوانی نور ستارگان آبی در بازوی کهکشان مارپیچ به طور واضحی آشکار می‌شود.

M83 در فاصله حدود ۲۵ میلیون سال نوری، از دید تعداد کمی از درخشانترین ستارگانی که به آن نزدیک هستند، به طور منحصر به فردی دیده می‌شود. ما فقط تعداد معدودی از آنها را در کهکشانی با هزاران میلیون ستاره که دلیل واضحی بر کمیابی و درخشندگی آنها است، می‌بینیم. همان طور که در کهکشان راه شیری اجرام نورانی موجود، بازوهای مارپیچ را بوجود می‌آورند. این بازوهای مارپیچ جایگاه بسیاری از خوشه‌های ستارگانی هستند که جدیداً تشکیل یافته‌اند، که به مناطق بیرونی M83 انبوهی از رنگ آبی مشخص را ارائه می‌دهند. در راه شیری نیز، همین ستارگان جوان اغلب زندگی خود را در خوشه‌های بهم پیوسته آغاز می‌کنند و وجود گروههای درخشنده ستارگان آبی در بازوهای مارپیچ، بر جوانی بی‌اندازه این نقشهای متمایز، تأکید دارد.

درون و مابین بازوهای کهکشان جایگاه ستارگان کم سوتری با جرم نسبتاً کمتر و ابرهای غباری پراکنده می‌باشد که در پس موجی از ستارگان منحنی شکلی قرار گرفته‌اند که از میان سیستم عبور می‌کنند. طبقات ستارگان کم‌سوتر، توسط چرخه‌هایی متشکل از ستارگان افزایش خواهد یافت اما ستارگان حجمی که دارای دوره زندگی کوتاهی هستند به عنوان ابرنواختران شناخته شده‌اند، خیلی زود محو می‌شوند. این وضعیت، دلیل

اشیایی که عامل آبی شدن مجدد نور هستند مجموعاً به عنوان غبار توصیف می‌شوند اما آنها بیشتر شبیه دود آتش هستند تا غبار صحرا. جایی که این غبارها غلیظتر باشند هیچ نوری قادر به عبور از آن نیست و به نظر می‌رسد که خطی تیره، کهکشان را به دو قسمت تقسیم کرده و مناطق تشکیل ستاره را که نزدیک سطح بسیار باریک کهکشان می‌باشد، مخفی می‌کند. معمولاً کمتر از ۱٪ جرم منظومه مارپیچ به شکل گردوغبار می‌باشد. اما با این حال به نظر می‌رسد که این غبار جزء بسیار مهمی برای تشکیل ستاره می‌باشد و برای خلق هم سیارات و هم انسان ضروری می‌باشد. متأسفانه این غبار، قسمت اعظم کهکشان خودمان یعنی کهکشان راه شیری را نیز از نظرها پنهان می‌کند.

نگاهی به اطراف راه شیری

اینکه چه مقدار از کهکشانهای مارپیچ توسط غبارها پوشیده شده‌اند چیزی است که اگر ما یک سفر تخیلی به قلب کهکشان NGC 891 (از سمت پنهان آن) بکنیم، آشکار خواهد شد.

همان طور که به سمت هسته حرکت می‌نماییم و از میان فضاهای ناشناخته در طول بازوی کهکشان عبور می‌کنیم، با ورود به ابرهای کیهانی سرد، ناگهان مابقی کهکشانهای از نظر ما محو می‌شوند. اگرچه ذرات دود و غبار کوچکی که مانع دید می‌شوند بسیار کم و دور هستند اما کهکشان بسیار عظیم است. در بعضی جهات این ذرات در طول خط دید ما به اندازه کافی و پر تعداد هستند به طوری که راه جلوی ما را می‌پوشانند. بعضی وقتها این غبار آنقدر ضخیم است که ما فقط قادر به دیدن فاصله‌ای کمتر از یک سال نوری می‌باشیم و در سیاه‌ترین آسمانها فقط نور یک یا دو ستاره قابل مشاهده هستند. همانطور که از تاریکی به سمت داخل حرکت می‌کنیم، ممکن است مجدداً در منطقه‌ای که توسط سحابیها احاطه شده سربرآوریم، که با پرتوافکنی ستارگان، داخل و روشن می‌شود. در آنجا و در میان ابرهای گسترده و رفیق از دود و گاز و به خاطر فعالیتشان گاه و بی‌گاه علایمی دیده می‌شود. ما هنوز قادر به دیدن فواصل خیلی دور (حتی چند سال نوری) هم نیستیم. اما صرفنظر از این اوضاع مغشوش، جاییکه تعداد ستارگان بسیار روشن رو به کاهش می‌گذارند، وارد منطقه نسبتاً آرام و صافتری در میان بازوهای مارپیچ می‌شویم.

اگرچه اکنون می‌توانیم فاصله‌های دورتری را از هر دو طرف ببینیم، ولی نمای بالا و پایین صفحه کهکشانی به سختی ناشناخته باقی می‌ماند، اما در قسمت جلو، ابرهای دودی بیشتری موج می‌زنند. آنهایی که نزدیک هستند، به نظر می‌رسند که به خارج از سطح باریک صفحه بالا برده می‌شوند. این حالت به کمک اثر نمایش سه بعدی اجسام است، مانند ابرهای زمینی که در افق دور در حال پیشروی می‌باشند. و در قسمت جلو و در فاصله‌ای دور هنوز غبار بیشتری وجود دارد (بخشی از یک بازوی مارپیچ داخلی) که شکل ابری نامنظم آن، هسته کهکشان را از دید ما مخفی نگه می‌دارد. ما تمام اینها را در زمینه‌ای کم نور از ستارگان بسیار حجیم که در فاصله‌ای دور قرار دارند (دقیقاً مانند پرده پشت صحنه یک تئاتر) و

ساده‌ترین عناصر می‌باشد. نهایتاً در درون بازوهای مارپیچ و در ارتباط نزدیک با سحابیهای مرئی، ابرهای طویل و پراکنده‌ای از وجود غبار پیدا شده‌اند که در این تصویر رنگی به صورت زرد - قهوه‌ای تاریک دیده می‌شوند. وجود غبارها دلیلی است بر دوره‌های قبلی تشکیل ستارگان و ویرانی که کهکشان را با عناصر سنگینی که قابلیت تشکیل اجرام سخت را دارند، پر کرده است. با جمع شدن بقایای گردوغبار مانند ستارگان مرده و با در حال مرگ در ابرهای متراکم که بافشرده شدن و پیش رفتن مجدد بازوی مارپیچی، این بقایا به ستارگان جدید و یا بعضاً به سیارات تبدیل می‌شوند. منطقه مرکزی غبار M83، رنگ و بافتی کاملاً غیرمشابه با بازوهای مارپیچ دارند. در اطراف هسته مرکزی کهکشان تعداد کمی ستاره بسیار درخشان وجود دارد که نور زیادی را در بازوهای خارجی تولید می‌کند. در عوض در آنجا تمرکز شدیدی از ستارگان پیر، سرد و زرد رنگ وجود دارد. اگرچه این ستارگان تک، تک بسیار کم‌سور از غول پیکره‌های آبی می‌باشند، اما هرچه به سمت مرکز پیش برویم پرتعدادتر می‌شوند و نور آنها در منطقه وسیعی به دور هسته کوچک ساطع می‌شود. این تصویر رنگی آنچه را که درباره توزیع عمومی ستارگان و همچنین دیگر اجرام کهکشانهای مارپیچ می‌دانیم را به طریق تماشایی و راضی‌کننده‌ای تأیید می‌کند. در سال ۱۹۱۰ میلادی به لحاظ تکنیک موجود قادر به گرفتن چنین تصویر رنگی بودیم، اما در سال ۱۹۴۲ میلادی مدارک روشنی از تفاوت‌های رنگیها به دست آمده بود که «والتر باد»^{۱۵} با تلاش فراوان این تصویر رنگی را که از کهکشان ما گرفته شده بود از صفحه‌های دورنگی (B,V) استخراج کرد. تصویر سه رنگی M83، از صفحه‌ای که با AAT در سال ۱۹۸۵ میلادی گرفتیم تصویربرداری شد. این تصویر جزء اولین تصاویری بود که نشان می‌داد تفاوت‌های رنگی در یک کهکشان مارپیچ چگونه است. مانند راه شیری M83 که یک صفحه مسطح است. اگر ما می‌توانستیم M83 را بر روی پهلویش بچرخانیم، می‌دیدیم که چقدر باریک و دراز است. همچنین می‌توانستیم نوارهای غباری که در اغلب مارپیچها دیده شده و به طور تنگی محدود به سطح کهکشان می‌شوند را ببینیم. البته ما نمی‌توانیم M83 را بچرخانیم تا از پهلو به آن نگاه کنیم، اما کهکشانهای مارپیچ متعدّداند و در تمامی زوایا دیده می‌شوند. اگرچه بعضی از آنها در جهات مناسبی قرار دارند، اما آمارها ما را مطمئن می‌سازند که تعداد کمی از آنها کاملاً در زاویه‌ای صحیح نسبت به محور چرخش شان قرار دارند. بهترین کهکشانهایی که در موقعیت مطلوبی هستند در نیمکره شمالی قرار دارند، یعنی خارج از دسترس AAT، اما دیداری از تلسکوپ ای‌راک نیوتن در پالما، ما را قادر ساخت تا یک سری عکسهایی از بهترین نمونه‌ها یعنی از NGC 891 بگیریم. نگاره (۱۱)

تصویر، اثر رنگ تولید شده توسط نور غبار را نشان می‌دهد. همان طور که بعداً خواهیم دید، این نور زرد - قهوه‌ای نمونه‌ای از جذب نور ستاره توسط اشیاء بسیار کوچک می‌باشد. ستاره‌شناسان این حالت را «قرمز شدن» می‌نامند، و زمانی این صحیح است که نور خارج شده از گردوغبار پرنرنگ‌تر از نور داخل شده به آن باشد و هیچ نور قرمزی به آن اضافه نشده باشد. یک نام صحیح‌تر اما فراموش‌شدنی برای این پدیده «دوباره آبی شدن» است.



نگاره (۱۲) یک کهکشان مارپیچ که از درون دیده می‌شود. این نمای با زاویه باز از راه شیری بهترین نمونه‌ای است که مایلیم در طول موجهای مرئی داشته باشیم. این تصویر با یک دوربین عادی گرفته شده است و هنگامی که صفحات مربوط به نگاره (۱۸) در معرض نور قرار داده شده‌اند، به انتهای AAT وصل شده است.

داخلی می‌باشند و خورشید نزدیکترین نمونه از آنهاست. ما از میان این پرده نزدیک از ستارگان تا دورنمای وسیعی در کمان‌دار نگاه می‌کنیم و آنچه که حدس می‌زنیم بخشی از یک بازوی مارپیچ می‌باشد. اینجا و آنجا ظهور و فیضان سحابیهای قرمز هستند، آنهایی که در سمت ما از بازوی کمان‌دار قرار دارند مهمترین‌ها هستند. سمت چپ، تصویر M8 قرار دارد. سحابی لاگون (مرداب) و همچنین M20، سحابی سه جزئی بسیار زیبا و مناطق تشکیل ستاره همراه آن است. در سمت راست تصویر به سمت غرب هسته تاریک، کهکشان دو گروه سحابی کم سوتر وجود دارند، سحابیهای NGC6334, NGC6357 که به طور عمیق در غبار، شاید داخل یا خارج از این بازوی مارپیچ داخلی جا داده شده‌اند. اینها به طور واضحتر در نگاره (۱۳) نشان داده شده‌اند. اگر مرکز کهکشان قابل رویت بود، در نزدیکی وسط خطی فرضی که M8 و NGC6334-57 را به هم متصل می‌کند ظاهر می‌شد. موقعیت اشیاء تعیین هویت شده، در نگاره (۱۲) و نگاره (۱۴) نشان داده شده است. ابر روشن در نیمه پایین نگاره (۱۳) منظره‌ای تماشایی از شیبهای سرد و صاف زمستان استرالیا می‌باشد. اولین بار که آنرا در تاریکی و بر فراز کوه سایدینگ اسپرینگ دیدم فکر کردم که توده ابری است که در نور مهتاب قرار دارد. اما آن شب ماه در آسمان نبود و آنچه به شکل ابر به نظر می‌رسید، تعداد زیادی از ستارگان نسبتاً کم نوری بودند که در اطراف هسته کهکشان ما متمرکز شده بودند. این ستارگان از نوع همان ستارگانی بودند که ما در اطراف هسته M83 به شکل یک غبار زردرنگ دیده و در نگاره (۱۰) آنها را مشاهده کردیم. اگرچه ما آنها را به وضوح در کهکشانهای بیرونی نظیر M83 می‌بینیم، ولی در کهکشان ما ظاهر آنها هنوز به طور قوی توسط پرده‌ها، لایه‌ها و ابرهایی از غبار که بین ستارگان جمع می‌شوند تحت تأثیر قرار می‌گیرند. حقیقت این ابهام به خوبی برای والترباد که راه شیری را به

همچنین از میان پرده‌ای از ستارگان نزدیک، تعداد کمی که بسیار تماشایی هستند را می‌بینیم. مانند مسافری که شیفته و مجذوب مناظر شده است، طبیعی است که توقف کنیم و عکسهایی را از این مناظر بگیریم. اگر می‌خواهیم که کم‌نورترین بخشها را نیز ضبط کنیم باید صبور باشیم، اگرچه مدت نوردهی طولانی است اما نتیجه بسیار با ارزش خواهد بود.

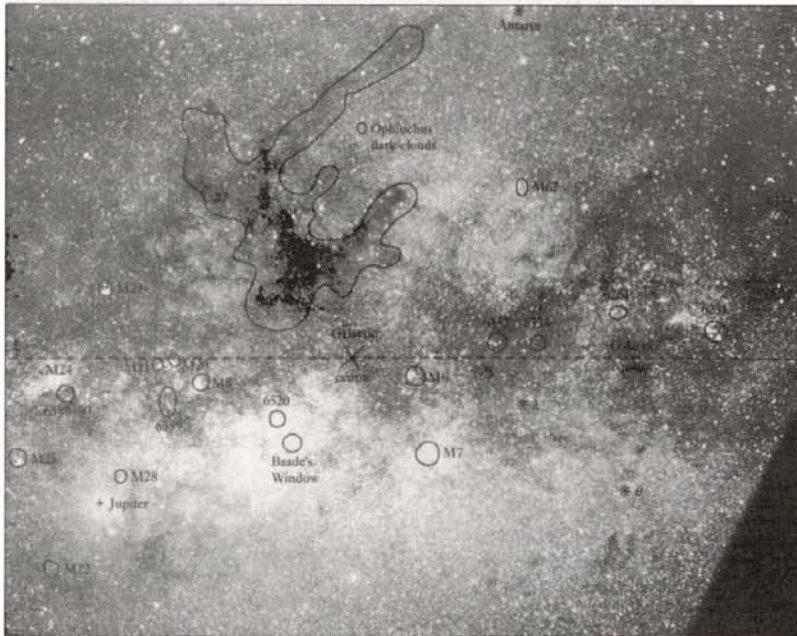
ممکن است که تصویر، شبیه آنچه که در تصویر (۱۲) وجود دارد به نظر برسد. اما این یک عکس فوری از درون هر نوع کهکشان اتفاقی یا حتی NGC 891 نیست. این نمایی است از مرکز راه شیری. این تصویر با دوربین sidring spring گرفته شده که به ابتدای فاصله کانونی در انتهای AAT وصل شده است.

آسمان‌نما در حدود ۴۵ درجه از آسمان جنوبی را پوشش می‌دهد و تنها منظره‌ای را که مایل باشیم از همسایه کهکشانی مان داشته باشیم، نشان می‌دهد. در این جا سفر خیالی ما باید پایان پذیرد به این دلیل که ما هرگز قادر نخواهیم بود که به هسته راه شیری راه پیدا کنیم زیرا در هیچ حالتی نمی‌توانیم طول موجهای اپتیکی را ببینیم. داخل بازوی مارپیچ بعدی که اصطلاحاً بازوی کمان‌دار کهکشان^{۱۶} ما نامیده می‌شود آن را از چشم ما مخفی می‌کند.

هنگامی که خود هسته خارج از محدوده منجمان اپتیکی و در بخشی که به طرف صورت فلکی جنوبی کمان‌دار واقع شده قرار دارد، در مدار اطراف آن (در قسمت برآمدگی) فقط به طور جزئی تیره میشوند. بخش عمده‌ای از برآمدگی قسمت شمالی کهکشانی تقریباً به طور کامل توسط ابرغباری نزدیکی که پیش از این درباره آن بحث شد از دید ما مخفی می‌ماند. ستارگان تجزیه شده به طور یکنواختی در عرض تصویر پراکنده شده‌اند که اغلب اعضای بازوی مارپیچ «خانگی» یا ستارگان کم سوی بازوی



نگاره (۱۳) این دو سحابی تماشایی تقریباً بر روی استوای کهکشان قرار دارند. NGC6334, NGC6357 به طور جزئی، در غبارها پنهان شده‌اند که تعداد ستارگان مشاهده شده در این جهت را کاهش داده و رنگ سحابیها را تغییر می‌دهد.



نگاره (۱۴) نقشه
موقعیت برای اشیاء
اصلی تصویر (۱۲)،
تصویری از کهکشان
راه شیری با زاویه باز
در اطراف مرکز
کهکشانی. اجزاء NGC
با ۴ رقم شناسانده
شده‌اند.

برده شوند. با مقایسه چندین عکسی که در یک دوره طولانی گرفته شد، والتر باد افشانی (بارانی) از این ستارگان متغیر را در جایگاه ستارگان قدیمی و در اطراف هسته کهکشانی پیدا کرد.

والتر در منطقه‌ای به عکسبرداری با نوردهی طولانی و متعدد در صورت فلکی کمان دار پرداخت، جاییکه فکر می‌کرد می‌تواند به طور عمیق ابرهای ستاره‌ای در برآمدگی کهکشانی را ببیند. با آزمایشات دقیق و تصویربرداری با زاویه باز گوشه‌ای از آسمان را پیدا کرد، جاییکه حداقل تیرگی را داشت و نشان داد که در این سمت تعداد ستارگان متغیر ابتدا با فاصله، زیاد می‌شد و سپس کاهش می‌یافت. او متغیرها را به عنوان اثری از ستارگان قدیمی که در اطراف هسته کهکشان مجتمع بودند و هم به عنوان یک شاخص فاصله به کار برد. نتیجه نشان می‌داد که باد از منطقه شلوغ تا منطقه کم تراکم در سمت دیگر را مشاهده کرده است. او قادر بود که فاصله تا هسته کهکشان را که در حدود ۳۰۰۰ سال نوری بود، نشان دهد (به فاصله حداکثر تعداد متغیرها مربوط بود). آخرین تخمینها، فاصله را در حدود ۲۷۰۰۰ سال نوری برآورد کرده است. و التریاد کوشش همه جانبه‌ای برای یافتن فاصله کهکشان انجام داد.

منطقه‌ای که والتر باد برای مطالعه ویژه خود انتخاب کرد در مرکز خوشه کروی NGC 6522 قرار داشت (در نگاره (۱۵) نشان داده شده است). این منطقه از آسمان به عنوان «پنجره باد» شناخته شده است. دو خوشه کروی در تصویر وجود دارد، دومی یعنی NGC 6528 در سمت

طور گسترده‌ای از رصدخانه کوه ویلسون واقع در کالیفرنیا در طول جنگ جهانی دوم و بعد از آن مورد مطالعه قرار داد، به خوبی شناخته شده بود.

والتر همچنین اولین نظری بود که به وضوح پی برد که دو نوع ستاره اصلی در مارپیچ‌ترین کهکشانها وجود دارد. در آنجا ستارگان دانا کم سو و نسبتاً سردی وجود داشتند که به تعداد خیلی زیاد در برآمدگی کهکشانی پیدا شدند و والتر آنها را به عنوان جمعیت II گروه بندی و تعریف کرده و نیز ستارگان نادر و با درخشندگی بیشتر را که در بازوهای مارپیچی یافت می‌شوند به عنوان جمعیت I تعریف کرد. بنابراین این والتر باد بود که گونه‌های مختلف ستارگان را در کمر بند گولد و برآمدگی کهکشانی که پیش از این توصیف کردیم شناسایی نمود. اگرچه اکنون این تقسیم‌بندی دو مقوله به عنوان یک حقیقت ساده در نظر گرفته میشود اما هنوز به قوت خود باقی است و به طور کامل حوزه دامنه رنگهای تیره‌ای که ما در تصاویر رنگی از کهکشانهای مارپیچ می‌بینیم را توضیح می‌دهد.

در میان ستارگان جمعیت II، ستارگانی وجود دارند که از لحاظ میزان نوردهی و ریتم منظم ضربانهایشان متفاوت بوده و به طور قابل ملاحظه‌ای با تناوب نوسانات مربوط به درخشندگی واقعی ستاره می‌باشند. به طور کلی هر چه که درخشندگی یک ستاره بیشتر باشد (باطلع هر چه حجیم‌تر باشد) میدان نوسان بین نور حداکثر و حداقل آن آهسته‌تر خواهد بود. چندین نوع از این ستارگان شناخته شده که مورد توجه قرار گرفته‌اند زیرا آنها می‌توانند برای بنا نمودن بعد سوم ستاره‌شناسی یعنی فاصله، به کار

نگاره (۱۵) پنجره والترباد در مرکز خوشه کروی NGC6522 واقع شده و نظری اجمالی از ستارگان متراکم شده در یکی از نورانیترین بخشهای راه شیری را ارائه می‌دهد. این منطقه توسط والترباد در دهه ۱۹۴۰ میلادی و در جریان تلاش برای اندازه‌گیری فاصله مرکز کهکشان مورد مطالعه قرار گرفت.



نگاره (۱۶) ابرهای ستاره‌ای کمان‌دار که در نور آبی توسط ادوارد امرسون بارنارد^{۱۷} عکاس منجم و پیشگام گرفته شده است. این عکسها بخشی از پروژه‌ای بود که علامات تاریک راه شیری را مشخص می‌کرده است.



چپ قرار دارد و رنگش نشان می‌دهد که به طور جزئی توسط غبار، تیره شده است. تصادفی نیست که ما خوشه کروی را در این جا می‌بینیم. این گروه مجتمع و قدیمی از ستارگان از جمعیتی دیگر از اشیاء در مدار اطراف هسته کهکشانی با مسیرهایی که آنها را دور از ستارگان واقع در برآمدگی اجزاء صفحه مسطح می‌برند. خوشه‌های کروی و ستارگان «پنجره باد» هزاران سال نوری از ما دور می‌باشند. در منطقه جلویی نگاره (۱۵) در حدود فاصله ۱۲۰ سال نوری یک ستاره غول پیکر قرمز با رنگ نارنجی یعنی ستاره گامای کمان‌دار قرار دارد.

نمای عریض‌تری به سوی مرکز کهکشانی در نگاره (۱۶) دیده می‌شود که موقعیت «پنجره باد» در ابرهای ستاره‌ای کمان‌دار را نشان می‌دهد. آشکاراست که طبیعت پیچیده ابرهای غباری، اثر رنگ ضخامت رو به افزایش غبارها است. در سمت راست تصویر، جاییکه ستارگان از لحاظ تعداد کمترین و کم سودترین می‌باشند، زردتر هم به نظر می‌رسند. این نگاره و نگاره قبلی (۱۵) از همان مجموعه صفحات گرفته شده است یعنی از تلسکوپ یو.کی. اشمیت به دست آمده‌اند. این تلسکوپ دارای طول کانونی در حدود ۳ متر (۱۲۰ اینچ) می‌باشد و یک نما با دامنه عریض را فراهم می‌آورد، در حدود ۶ درجه از بالا تا پایین و تقریباً تمام پوشش

نگاره (۱۷) مشاهده‌ای دقیقتر در بارنارد، شماره ۸۶ و خوشه باز نزدیک آن NGC6520 با کیفیت اپتیکی عالی و یک دامنه ۱ درجه‌ای از AAT حاصل شده است. این تصویر، هم رنگ ستارگان را و هم کم رنگی و قرمز شدن ستارگان را در زمینه لیه‌های ابرهای تاریک غباری نشان می‌دهد.



گوشه‌دار در نگاره (۱۶) دیده می‌شود.

عقاید ویلیام هرشل موسیقیدان آلمانی که بعدها در شاخه نجوم به تحقیق پرداخت و در انگلستان زندگی می‌کرد، پیروی نمودند. زمانی که آمریکا در سال ۱۷۷۶ میلادی اعلام استقلال نمود، هرشل زندگی‌اش را مصروف ساختمان رصدخانه نمود. او جزء اولین کسانی بود که از تلسکوپ به منظور مطالعه راه شیری استفاده کرد و با نفوذترین منجم زمان خود شد. هرشل عقیده داشت حفره‌های تاریکی که او در راه شیری می‌بیند فضاهای خالی از هم گسیخته‌ای در میان زمینه‌ای از ستارگان متعدد در خلاء هستند، (زمانی که می‌توانستیم از آنجا از جهان خارج شویم). در واقع بعدها آشکار شد که هرشل اشتباه می‌کند اما این اشتباه تا سال ۱۹۳۰ میلادی زمانی که آخرین دلیل به دست آمد، ادامه داشت.

در نگاره (۱۸) می‌توان دید که فضاهای تاریک بارنارد ۸۶ دارای یک لیه با وضعیت نامشخص است که به نظر می‌رسد ستارگان در آنجا محو و دور می‌شوند. این ستارگان در اطراف محیط ابرهای تاریک، زردتر و کم نورتر به نظر می‌رسند، دقیقاً مانند انتظاری که ما از عبور نور از میان ابرهای نیمه تاریک و کمتر متراکم شده ذرات کوچک داریم. متأسفانه بارنارد به تصاویر رنگی دسترسی نداشت و هرشل نیز به قدرت دید رنگی مافوق بشری به هنگام شب مسلح نبود، به این دلیل مدتی طول کشید تا توضیحی را که امروز می‌پذیریم، آشکار شود.

در سمت بالای تصویر یک ابر تاریک کوچک وجود دارد، که به عنوان شماره ۸۶ در کاتالوگ ستاره‌شناسی آمریکایی ادوارد امرسون بارنارد، جاگرفته است. بارنارد یک منجم و عکاس خود آموخته‌ای بود که مجذوب فضاهای تاریک راه شیری شد و کار عکاسی او آنقدر ادامه یافت تا طبیعت خود را بنا نمود. او همچنین در مطالعات اولیه‌اش درباره راه شیری از یک دوربین با زاویه باز استفاده نمود. در ابتدا دوربین او با یک لنز تصویری ۲۵۰ میلی‌متری (۱۰ اینچی) تنظیم شد، یعنی با یک پوشش وسیع‌تری نسبت به تلسکوپ یو.کی. اشمیت ۱۸ و تصویر بارنارد از این قسمت از آسمان، در نگاره (۱۷) دیده می‌شود. در انتهای دیگر، مقیاس فاصله کانونی یک انعکاس مدرن نظیر AAT وجود دارد، جاییکه زاویه دید به جای قدرت تفکیک بیشتر جایگزین می‌شود. جایگزینی کمیت به جای کیفیت نگاره (۱۸) بارنارد ۸۶ را نشان می‌دهد. آن طور که با AAT رنگی دیده می‌شود، که دارای فاصله کانونی ۱۲/۷ متری (۵۰۰ اینچی) است، هنگام استفاده از صفحات برای گرفتن این تصویر بود که یک نمای با زاویه باز از راه شیری که در نگاره (۱۲) نشان داده شده، بدست آمد.

در ابتدا بسیاری از منجمان از بارنارد دنباله روی کردن و سپس از

توسط پسر ویلیام هرشل یعنی جان هرشل ستاره‌شناس معروف این گونه نامگذاری شده است. جان در جستجوهای اولیه‌اش در آسمان نیمکره جنوبی به این امر توجه کرد. او این رصد را در دهه ۱۸۳۰ میلادی در آفریقای جنوبی انجام داد، و خوشه را به روش معمولش که مشروح و مفصل بود توصیف کرد.

ستارگانی که این جعبه را تشکیل می‌دادند از میان یک تلسکوپ به نظر بزرگ دیده شدند و او را قادر ساخت تا رنگها را از هم تشخیص دهد. این ستارگان مانند جعبه جواهری حاوی سنگهای گرانهای رنگی متنوع بودند.

هر جا که «سنگهای گرانها» و بزرگی در محیط طبیعی پیدا می‌شوند معمولاً تعداد سنگهای کوچکتر و نمونه‌های کم بهاتر از حیث شماره گرانها از آن سنگهای بزرگ می‌باشند، این حالت در مورد ستاره‌ها نیز صادق است. هنگامی که در قطعه‌ای از آسمان تعدادی از روشن‌ترین ستارگان وجود دارد، ستارگان کم نورتر بسیار فراوانتر می‌باشند و در اطراف این ستارگان شاید اجرام کوچکتر و بیشتری نیز وجود داشته باشند، مانند اجرامی نظیر سیارات. اما تمام ستارگان یک گروه باید در یک محدوده زمانی تشکیل شده باشند، و با اندازه‌گیری رنگ تعداد زیادی از آنها، عمر خوشه قابل تخمین است. در مورد جعبه جواهر، این تخمین در حدود ۱۵ میلیون سال می‌باشد. در طول چندین ده میلیون سال، ستارگان روشن (و دارای عمر کوتاه) جعبه جواهر مراحل زندگی خود را طی می‌کنند، و از رنگ آبی به رنگ زرد - نارنجی می‌رسند و نهایتاً در قالب پدیده سوپر نواها (ابر نواختران) در یک انفجار عظیم به پایان دوره زندگی خود می‌رسند، زمانی که این ستارگان در دوره رنگ آبی خود هستند، این ستارگان عظیم و دارای انرژی فوق‌العاده، بخشی از ماده اصلی از سطح داغ و سوزان خود را به بیرون پرتاب می‌کنند. در مرحله‌ای که ستاره به صورت ابرغول قرمز درمی‌آید نسبت به مرحله قبل سردتر است. آنها مقادیر عجیب و شگفت‌انگیزی از ذرات بسیار کوچک که از ستارگان دودمانند رانده می‌شود تولید می‌کنند. غبار ستارگان بر روی دید ما از جهان، خارج از ابعاد آن نسبت به جرمش تأثیر گذارده است که جزء ناچیزی از کیهانشان می‌باشد. پرتوافکنی‌های متراکم و تراوشات قوی این ستارگان عمر کوتاه ما را به سیر تحول زندگی تمام سیاراتی که ممکن است آنها داشته باشند و همنمون نمی‌کنند، ابرنواختر نهایی در هر حال ممکن است که آنها را از بین ببرد. اگر خوشه تنها شامل چند صد ستاره باشد، ستارگان کوچکتر و سبکتر بعد از ۱۰۰ میلیون سال کم کم ناپدید می‌شوند و لذا گروه در این حال از بین می‌رود و خوشه هویت خود را از دست خواهد داد. در یک خوشه با جرم بیشتر مانند گروه قدیمی تراپلر (نگاره ۱۹) ممکن است که ستارگان برای مدتی طولانی‌تر در کنار هم باقی بمانند. از سوی دیگر اعضای کم نورتر که بعضی از آنها شاید مانند خورشید باشند برای میلیاردها سال به زندگی خود ادامه خواهند داد، و شاید آتقدیر طولانی که سیارات آنها قادر باشند تا زندگی هوشمند را بر روی خود ببینند، آنگاه به آسمان نگاه کنند و از آنچه که در آسمان می‌بینند دچار شگفتی شوند. □



نگاره (۱۸) خوشه باز زیبای ستارگان NGC4755، جعبه جواهر مشهور سرجان هرشل در صورت فلکی صلیب.

در همان حوزه دید، یک خوشه باز از ستارگان وجود دارد. NGC6520، اعضاء روشن‌تر گروه در رنگهای متفاوت وجود قابل ملاحظه ستارگان حجیم و جوان را در مراحل مختلف سیر تحول زندگیشان آشکار می‌کنند. آنها اکثراً آبی هستند و تعداد کمی نارنجی - زرد در میان آنها پراکنده شده‌اند. بسیاری از این خوشه‌های باز که به طور وسیعی دارای عمرهای متفاوت می‌باشند در میان راه شیری به صورت نقاط پراکنده دیده می‌شوند. این نتیجه مطالعه رنگهای ستارگان خوشه‌های این چنینی می‌باشند، جاییکه اعضاء گروه همه در یک فاصله قرار دارند و در یک زمان تشکیل شده‌اند. و تقریباً از یک جنس ساخته شده‌اند و ستاره‌شناسان در باره سیر تحول ستاره‌های چیزهایی یاد می‌گیرند. خوشبختانه، تمام آنها در زمینه متراکم ستاره‌ای گمان دار دیده نمی‌شوند. مانند بارنارد ۸۶، NGC6520 در جلوی عکس قرار دارد، و ابر غباری ممکن است بقایای تاریک ابر مولکولی باشد که به خوشه ستارگان در چندین میلیون سال قبل حیات داده است.

یک خوشه باز، که گوناگونی ستارگان را نشان می‌دهد در زمینه‌ای کمتر متراکم، در نگاره (۱۸) بهتر دیده می‌شود. این جعبه جواهر است، که



نگاره (۲۰) ترامپلره (شیپورچی)
یک خوشه ستاره‌ای قدیمی است
که تقریباً محیط پرستاره احاطه
کننده‌اش غیرقابل تشخیص است.
ترامپلره (شیپورچی) از ستارگان
روشنی که خوشه‌های ستاره‌ای
جوان را مشخص می‌کنند خالی
است.

پاورقی:

- | | |
|-------------------------|--|
| 1) Magnitude | 11) Alpha and BetA centanri |
| 2) Photometry | 12) South celestial pole |
| 3) Gould's Belt | 13) Alpha Auriga (capella) |
| 4) Ejnar Hertzsprung | 14) Hydra |
| 5) Henry Norris Russell | اشیاع یا مارآبی - مار ۹ سری که در افسانه‌های یونانی به دست هرکول |
| 6) Hasselblad | کشته شد. (مترجم) |
| 7) Alnitak | 15) walter Baade |
| 8) Alnilam | 16) Sagittarius |
| 9) Mintaka | نهمین صورت فلکی - صورت فلکی کمان‌دار |
| 10) Bellatrix | 17) Edward Emerson Barnard |
| | 18) UK schmidt Telescope |