

اندازه‌گیری شیب تابع جرم و کسر دوتایی‌های خوشه‌ی باز آلفا برساوش

نجمه شیخی^۱، حسین حقی^۲

^{۱,۲} دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه-زنجان

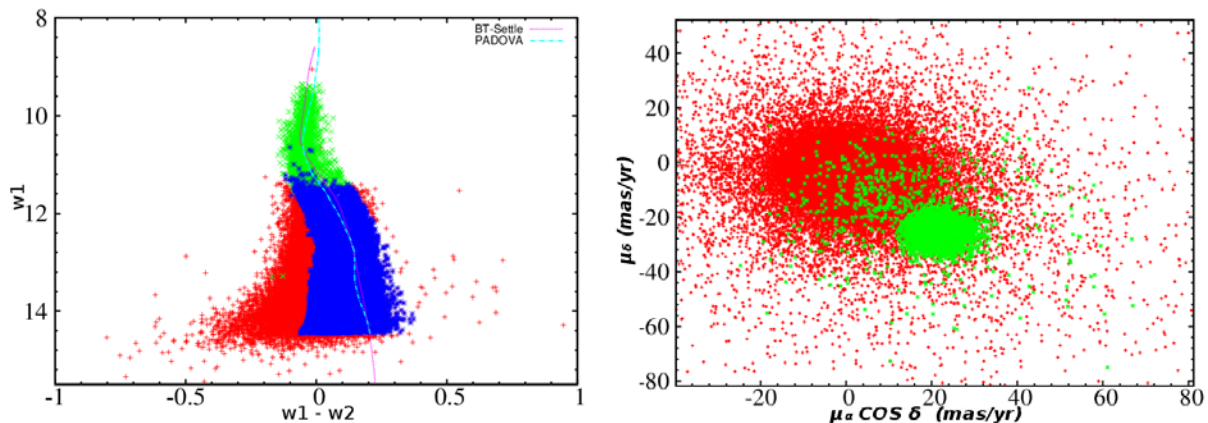
چکیده

در این پروژه مرکز خوشه‌ی آلفای برساوش را تا شعاع ۱۵ درجه‌ای از پایگاه PPMXL داده‌گیری کرده‌ایم. داده‌ها شامل قدر ستاره‌ها در سه باند K, H, J ، حرکت خاصی سلوه‌ها و خطای مربوط به هر یک از این کمیت‌ها می‌باشد. با عضوایی خوشه به دوروش اخترسنجی و نورسنجی و استفاده از منحنی‌های هم‌سن PADOVA و BT-Settl، با شناسایی اجرام غیر عضو خوشه، نهایتاً تعداد اعضای خوشه تا شعاع ۵ درجه‌ای، ۶۰۷ ستاره تخمین زده شد. سپس اقدام به محاسبه‌ی تابع جرم این خوشه کردیم. شیب تابع جرم را در ناحیه‌ی با ستاره‌های کمتر از $0.6 M_{\odot}$ برابر $\alpha = 0.48$ و در ناحیه‌ی ستاره‌های با جرم بیشتر از این مقدار، $\alpha = 2/4$ شد. همچنین با اندازه‌گیری متوسط جرم ستاره‌ای در شعاع‌های مختلف مشاهده می‌کنیم که در این خوشه به شدت تفکیک جرمی اتفاق افتاده است. در ادامه قصد داریم که کسر دوتایی‌های این خوشه را با روش شبیه‌سازی مونته کارلو به دست آورده و شیب تابع جرم تصحیح شده را به دست خواهیم آورد.

خوشه‌های باز به دلیل دارا بودن ستاره‌هایی با سن، فاصله و ترکیب شیمیایی یکسان و از سوی دیگر به دلیل نزدیکی به منظومه‌ی خورشیدی اجرام مناسبی جهت بررسی تابع جرم، تئوری‌های تحول ستاره‌ای هستند. خوشه‌ی ستاره‌ای باز آلفای برساوش در مختصات بعد و میل ۴۹ و $52/5$ [۲] درجه‌ای قرار دارد. این خوشه با فاصله‌ی $172/4$ pc [۲] از زمین یکی از خوشه‌های نزدیک محسوب می‌شود. سن این خوشه حدود 100 Myr است. فلزیت این خوشه 0.21 [۳] و مدول فاصله‌ی آن $6/15$ [۳] است. با مراجعه به پایگاه داده PPMXL تا شعاع ۱۵ درجه‌ای خوشه را داده‌گیری کردیم. با توجه به فاصله‌ی نزدیک این خوشه، مطالعه‌ی حرکت خاصی آن آسان است.

عضوایی اخترسنجی

از آنجا که ستاره‌های عضو یک خوشه به لحاظ گرانشی مقید هستند، حرکت اعضا بایستی با حرکت خوشه هماهنگ باشد. با توجه به مقادیر متوسط حرکت خاصی خوشه در دو راستای بعد و میل و همچنین مقدار این کمیت‌ها برای تک ستاره‌ها و خطای آن‌ها، یک آزمون χ^2 را بر تمامی داده‌ها اعمال می‌کنیم. در این مرحله تعداد از 10081488 به 51012 ستاره کاهش یافت.

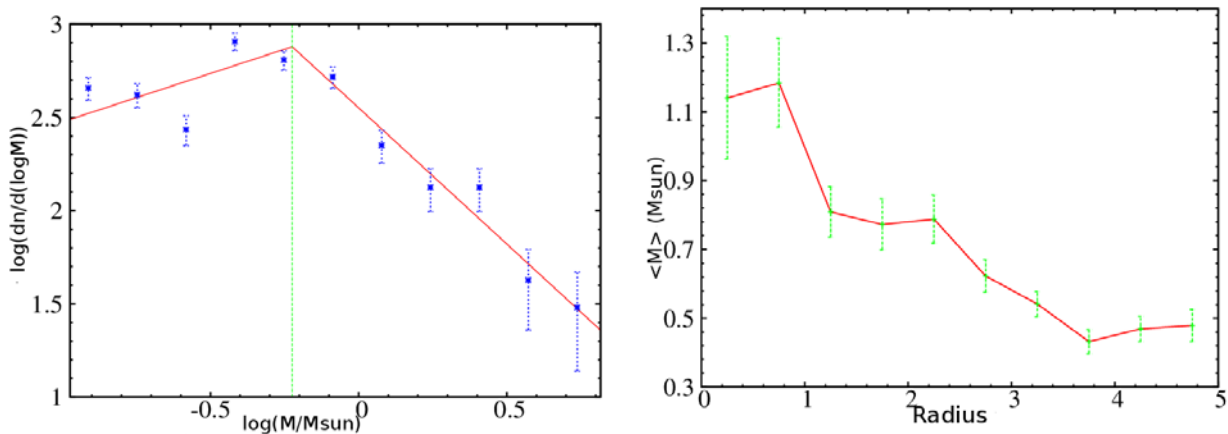


شکل ۱: راست: نقاط قرمز ستاره‌های زمینه هستند. نقاط سبز نقاطی هستند که در شرط آزمون χ^2 صدق کرده‌اند، چپ: نقاط قرمز سلوه‌های زمینه هستند. نقاط آبی و سبز در فاصله‌ی $2/50$ از منحنی‌های هم‌سن قرار می‌گیرند و اعضای خوشه هستند.

عضویابی نورسنجی

در عضو یابی نورسنجی، بوسیله‌ی منحنی هم‌سن، اعضای خوشه را تعیین می‌کنیم. در ابتدا نمودار قدر-رنگ 51.012 ستاره‌ی موجود را در دو باند J و K رسم کردیم. با انتخاب منحنی هم‌سن بر اساس سن، فلزیت، تلسکوپ و سایر پارامترها، از پایگاه PADOVA، به انتخاب آن دسته از ستاره‌ها می‌پردازیم که در فاصله‌ی $2/5\sigma$ از منحنی هم‌سن قرار دارند.

به دلیل مناسب نبودن منحنی هم‌سن PADOVA در ناحیه‌ی ستاره‌های با قدر بزرگتر از ۱۵، به X -Match داده‌ها، با داده‌های تلسکوپ WISE پرداختیم. داده‌های WISE را در دو باند $W1$ و $W2$ بوسیله‌ی منحنی‌های هم‌سن Padova و BT-Settl مورد بررسی قرار دادیم. در شکل ۱، سمت چپ نتایج عضو یابی نورسنجی نمایش داده شده است. با رسم نمودار چگالی سطحی خوشه تا شعاع ۱۵ درجه‌ای خوشه، و با انتخاب چگالی سطحی بین شعاع ۱۲ تا ۱۵ درجه به عنوان چگالی سطحی ستاره‌های زمینه، تابع جرم این ناحیه را حساب کردیم. متناسب با این تابع جرم، ستاره‌های زمینه را تا شعاع ۵ درجه‌ای خوشه حذف کردیم. در نهایت تعداد ستاره‌های عضو تا شعاع ۵ درجه‌ای از مرکز خوشه، ۶۰۷ شد.



شکل ۲: راست: متوسط جرم ستاره‌ها در شعاع‌های مختلف خوشه که نشان از تفکیک جرمی بالا دارد و با افزایش فاصله متوسط جرم کاهش می‌یابد، چپ: تابع جرم ستاره‌های عضو که در داخل شعاع ۵ درجه‌ای مرکز خوشه قرار دارند.

تابع جرم خوشه و اثر تفکیک جرمی

با محاسبه‌ی متوسط جرم ستاره‌ها در بازه‌های شعاعی مختلف، مشاهده می‌کنیم جرم متوسط به سمت نواحی بیرونی خوشه، کاهش می‌یابد. اثر فوق‌نشانه‌ای از تفکیک جرمی خوشه است. در شکل ۲ سمت راست، جرم متوسط در بازه‌های شعاعی مختلف نمایش داده شده است.

با محاسبه‌ی تابع جرم خوشه تا شعاع ۵ درجه‌ای، شیب تابع جرم در ناحیه‌ی با ستاره‌های کمتر از $0.6M_{\odot}$ برابر $\alpha = 0.48$ و در ناحیه‌ی ستاره‌های با جرم بیشتر از این مقدار، $\alpha = 2/4$ است. در شکل ۲ سمت چپ، تابع جرم خوشه نمایش داده شده است.

کسر دوتایی‌ها

با دقت در نمودار قدر-رنگ خوشه در ناحیه ی رشته‌ی اصلی، به وجود ستاره‌هایی با قدری درخشان‌تر از ستاره‌های رشته‌ی اصلی پی می‌بریم. این ستاره‌ها که تا فاصله‌ی 0.75 رشته‌ی اصلی وجود دارند، دوتایی‌های خوشه هستند. در این مرحله بلشبییه سازی مونتہ کارلو، کسر دوتایی‌های خوشه را تخمین می‌زنیم.

نتیجه‌گیری

بعد از عضوایی تا شعاع ۵ درجه‌ای، به 607 عضو خوشه رسیدیم. شیب تابع جرم خوشه را بدون احتساب اثر دوتایی‌های تفکیک ناپذیر نه‌ای ستاره‌های کمتر از $0.6M_{\odot}$ برابر $\alpha = 0.48$ و در ناحیه ی ستاره‌های با جرم بیشتر از این مقدار، $\alpha = 2/4$ بدست آوردیم. همچنین تفکیک جرمی قابل توجهی در این خوشه مشاهده می‌کنیم.

مراجع:

- [1] Khalaj, P., Baumgardt, H., 2013, *MNRAS*, **434**, 3236.
- [2] Van Leeuwen, F., 2009, *A&A*, **497**, 209.
- [3] Netopil, M., Paunzen, E., 2013, *A&A*, **557**, 10.

