دراسات توزيع الطاقة الضوئية والطيفية لاثنين من الحشود النجمية المفتوحة حديثة العمر:

NGC 1545 وNGC 2099

إعداد/ امال تركي عبدالله الغامدي

المشرف الرئيسي: د. عبد الرحمن علي ملاوي

المشرف المشارك: د. عايد سليمان الرحيلي

المستخلص

تتبع أهمية دراسات تكتلات نجوم المجرات من حقيقة أنها تزودنا بمعلومات قيّمة فيما يتعلق بعمليات تكّون النجوم، ومراحل تطورها وخصائص الأقراص المجرية. تهدف هذه الرسالة العلمية إلى تحديد الخصائص الأساسية لستة حشود نجمية وذلك باستخدام كل من: الإصدار الثاني من بيانات رصد الماسح (DR2 GAIA) ضمن نطاقات التردد الضوئية (G and RP, BP)، (وأيضاً باستخدام بيانات الماسح السماوي (2MASS) ضمن نطاقات التردد الضوئية (K_s and H, J). تضم الحشود النجمية الستة: NGC 188, NGC 3680, IC 4651, NGC 1545, NGC 2099 and BLANCO 1.

لقد قمنا بدراسة الخصائص التركيبية بما في ذلك (نصف القطر المركز، ونصف القطر المحدد، وغيرها)، وكذلك الخصائص الفيزياء الفلكية بما في ذلك (درجة الإحمرار، والمسافة، والعمر) لكل واحدة من الحشود النجمية الست. لقد قمنا باستخلاص احداثيات النجوم وبيانات الحركة الحقيقية للنجوم ضمن تلك الحشود من الإصدار الثاني لبيانات رصد الماسح (DR2 GAIA) باستخدام البرنامج الحاسوبي الخاص بتحليل البيانات المجدولة (توب كات (TOPCAT)). كما قمنا بإعادة تحديد إحداثيات الاستواء لكل واحدة من الحشود النجمية الست، وكذلك قمنا بتحديد توزع كثافة النجوم لكل واحدة من الحشود النجمية الست .

كما قمنا بتجهيز مخططات الكثافة القطرية باستخدام نموذج كينج (King Model). يقع نصف قطر المركز للحشود الأربع ضمن نطاق يتراوح بين (١ – ٦ بارسك)، بينما يقع نصف قطر المحدد لها ضمن نطاق يتراوح بين (٤ – ٢٢ بارسك).

تتمثل المهمة الأكثر أهمية ضمن هذه الدراسة في تحديد أعضاء الحشود النجمية، وتنقية نجوم النطاق المجاورة للحشود النجمية. ولإجراء هذه المهمة، فلقد قمنا باستخدام الطريقة الحركية والتي تعتمد على الحركة الحقيقية للنجوم ضمن الحشود. تعتبر هذه الطريقة أكثر فاعلية من الطريقة الإحصائية. لقد قمنا باستخدام البرنامج الحاسوبي الخاص بتحليل البيانات المجدولة (توب كات) (TOPCAT) ، وبيانات (GAIA DR2) .

لقد قمنا باستخدام مخططات اللون (CMDs) والتي تم تنقيتها، وذلك في تحديد خصائص الفيزياء الفلكية بما في ذلك (درجة الإحمرار، والمسافة، والعمر) من خلال موائمتها مع MESA Isochrones and Stellar Tracks

(MIST) للقياسات الضوئية التحليلية.

يبلغ عمر الحشود النجمية (NGC 188, NGC 3680 and IC 4651) أكثر من مليار سنة، بينما يبلغ عمرالحشود النجمية (NGC 1545, NGC 2099 and BLANCO 1) والتي تعتبر أصغر عمرا (٠,٠٤٩، ٠,٠٨٩ و٠,١٣٢) مليون سنة على التوالي. كما أن فترة الاسترخاء تعتبر أقصر زمنياً من أعمارها إلى حد ما، حيث يعني ذلك بأن تلك الحشود النجمية تعتبر حشوداً مسترخية بشكل ديناميكي للغاية.

لقد قمنا بحساب المسافات المجّرية المستطيلة المتمركزة حول الشمس (XΘ, YΘ, ZΘ) لكل واحدة من الحشود النجمية، كما قمنا بحساب المسافة بين كل واحدة من الحشود النجمية وبين مركز المجرة (Rgc) حيث تراوحت المسافات بين الحشود النجمية وبين مركز المجرة بين (٧ – ١٠) كيلوبارسك .

علاوة على ذلك، قمنا بحساب دالات السطوع والكتلة، بالإضافة إلى تحديد الكتلة الكلية للحشود النجمية الست وذلك باستخدام دالة السطوع الراهنة للحشود النجمية: NGC 188, NGC 3680, IC 4651, NGC 1545, NGC 2099 و BLANCO 1 حسب بيانات (GAIA DR2) (١٧٠٠،١٦٩،١٩٠،٢٠٤،١٠٣٠و ٨٩) كتلة شمسية على

التوالي، بينما تبلغ الكتل الإجمالية للحشود النجمية حسب بيانات (2MASS) (١٧٢٣،١٥٩،١٨٩،١٩٢،١٠١٠و ٩٠) كتلة شمسية على التوالي. كما تصل قيم الميل لدالة الكتلة الأولية للحشود النجمية إلى قيمة قريبة من القيمة التي وضعها سالبيتر (Salpeter) وهي (-٢,٣٥) لنجوم المجال في المجموعة الشمسية المجاورة.

لقد قمنا باستخدام سلسلة من نماذج نقل الإشعاع للأجسام النجمية الشابة (YSOs) والتي تغطي مجموعة واسعة من الكتل النجمية (من ٠,١ MΘ إلى ٥٠ MΘ) بالإضافة إلى سلسلة من مراحل التطور (من طور الغلاف الملتف المبكر إلى طور القرص المتأخر). تتكون الشبكة من ٢٠٠٠٠ نموذج للأجسام النجمية الشابة، حيث تم حساب توزيعات الطاقة الطيفية (SEDs) وأطياف الاستقطاب لكل نموذج من عشر زوايا مختلفة، وبإجمالي كلي ٢٠٠٠٠٠ توزيع للطاقة الطيفية Robitaille et al. (2006)

يساعد امتلاك شبكة كبيرة وذات امتدادات مناسبة تضم معالم المناطق الفضائية، في تسهيل امكانية تسليط الضوء على العديد من التطورات ذات الصلة باستنتاجات الأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة الخاصة بالأجسام النجمية الشابة (YSOs) على سبيل المثال: التحولات في المؤشرات الطيفية لها، وألوان توزيعات الطاقة الطيفية، وربطها مع الخصائص الفيزيائية (خصائص القرص والغلاف المجرية) .

علاوة على ذلك، فلقد قمنا بتحليل سرعة تراكم الغلاف وتبعية كتلة القرص حسب نموذج المؤشرات الطيفية لتوزيعات الطاقة (SEDs). أضف إلى ذلك، وفيما يتعلق بالمجموعة الفرعية لنماذج القرص المجري، فلقد قمنا بتوضيح الاختلافات في المؤشرات الطيفية باستخدام حرارة النجوم، ونصف قطر القرص، والطاقة المتوهجة للقرص. كما أوضحنا كيفية تأثر القيم بسبب تغير نطاق الطول الموجي للبيانات المستخدمة في حساب المؤشرات الطيفية.

لقد وجدنا بأن المصادر المضمنة الشابة تحتل بصفة عامة مساحة كبيرة من الفضاء اللوني. كما تحتل مصادر القرص مساحة أصغر من الفضاء اللوني، ولكنها تتداخل بشكل كبير مع لأجزاء التي تحتلها المصادر المضمنة، وخصوصاً في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة. وفيما يتعلق بالمساحات الملونة، فلقد استطعنا التعرف على الأجزاء التي تشير فيها النماذج إلى المصادر التي تكمن في مراحل تطورية معينة. وعلى الرغم من أن تدفقات فيض الأشعة تحت الحمراء القريبة (JHKs) والمتوسطة (مثل: IRAC) تساعد في تمييز النجوم عن الأجسام النجمية الشابة، وفي الكشف عن النواشئ الشابة، إلا أن عملية القيام بدمج المعلومات ذات الصلة بالأطوال الموجية الممتدة على سبيل المثال: عمليات رصد MIPS 24 μm تعتبر ذات أهمية كبيرة في تقييم مرحلة التطور التي تمر بها الأجسام النجمية الشابة.

Photometric and Spectral Energy Distribution (SED) Studies of Two Young Open Clusters (YOCs): NGC 1545 and NGC 2099

By
Amaal Turki Abdullah Alghamdi
Supervisors
Associate. Prof. Abdulrahman Ali Malawi
Assistant. Prof. Aied Sulaiman Alruhaili

Abstract

The significance of the studies of galactic star agglomeration stems from the fact that they provide us with valuable information related to the processes of star formation, stellar evolution and the properties of the galactic disk. This thesis determines the fundamental characteristics of six galactic star clusters using both GAIA DR2 Survey observations in *BP*, *RP* and *G* passbands and Two Micron All Sky Survey (2MASS) photometry in *J*, *H*, and K_s passbands. The six clusters are: NGC 188, NGC 3680, IC 4651, NGC 1545, NGC 2099 and BLANCO 1.

The structural parameters (core radius, limiting radius, etc) and the astrophysical parameters (reddening, distance and age) of the six clusters have been investigated. The star coordinates as well as the proper motion data (GAIA DR2 survey) are extracted from TOPCAT for the clusters. The equatorial coordinates of six clusters are re-determined and the distribution of star number density as a function of the radius far away from the center is derived for each cluster.

All radial density pro les have been fitted well using King Model. The core radius of the four clusters lies in the range 1 - 6 *pc*, while their limited radius lies in the range 4 - 22 *pc*.

The most significant task in this study is cluster membership determination; to decontaminate the field stars from the vicinity of the cluster. To carry out this task, we employed the kinematical method, which is based on the proper motion of the stars in

the cluster. This method is more effective method than the statistical one. The Topcat software and GAIA DR2 survey were used to achieve this task. The cleaned Color Magnitude Diagrams (CMDs) for each cluster is used to determine the astrophysical parameters (reddening, distance and age) through their fitting with the MESA Isochrones and Stellar Tracks (MIST) for Synthetic Photometry. The clusters NGC 188, NGC 3680, IC 4651 are older than 1 Gyr, while the NGC 1545, NGC 2099 and BLANCO 1 are young age clusters, with age of 0.089, 0.49 and 0.132 Gyr, respectively. Their relaxation time is quite shorter than their ages, which means that these clusters are highly dynamically relaxed.

For each cluster, we have calculated its galactic rectangular distances centered on the Sun $X_{\odot}$, $Y_{\odot}$, $Z_{\odot}$ and its distance to the galactic center; R_{gc}. It is noted that the galactocentric distances for these clusters are between 7 - 10 *Kpc*.

Furthermore, the luminosity and mass functions of the six clusters, as well as the total masses have been determined via their present-day luminosity function. Their total masses are 1030, 204, 190, 169, 1700 and 89 solar mass in GAIA DR2 bands or 1010, 192, 189, 159, 1723 and 90 solar mass in 2MASS bands for the clusters NGC 188, NGC 3680, IC 4651, NGC 1545, NGC 2099 and BLANCO 1 respectively. The slope values of Initial Mass Function (IMF) of these clusters is close to the Salpeter's value (-2.35) of the field stars in the solar neighborhood.

We used a series of axisymmetric young stellar objects (YSOs) radiation transfer models covering a wide range of stellar masses (from $0.1M_{\odot}$ to $50M_{\odot}$) and developmental phases (from the early envelope infall phase to the late disk-only

phase). The grid consists of 20,000 YSO models, with spectral energy distributions (SEDs) and polarization spectra calculated for each model at 10 viewing angles, resulting in a total of 200,000 SEDs (Robitaille et al. (2006)).

Having a large grid spanning appropriate parameter space regions makes it possible to shed light on many developments in YSO's near- and mid-IR findings (such as shifts in the spectral indices and colors of their SEDs), connecting them to physical parameters (such as disk and envelope parameters).

In addition, we analyze the envelope accretion speed and disk mass dependency of template SED spectral indices. Furthermore, for a subset of disk-only models, we show variations of spectral indices with stellar temperature, disk internal radius, and disk flaring power. We also look at how their values are affected by changing the wavelength range of data used to calculate spectral indices.

We find that young embedded sources generally occupy a large area of color space. Disk sources occupy a smaller area of color-color space, but significantly overlap with the region occupied by embedded sources, particularly in near-and mid-IR. In color-colored space, we identify regions where our models indicate that only sources should lie at a given evolutionary stage. Although near-IR (such as *JHK*) and mid-IR (such as IRAC) fluxes are helpful in separating stars from YSOs and are useful in detecting very young origins, incorporating longer wavelength information such as MIPS 24 μm is extremely valuable in evaluating the developmental stage of YSOs.