رابطه جرم- اندازه کهکشانها در محیط های مختلف

محمدرضا شجاعی*؛ سعید توسلی؛ پارسا غفور

دانشگاه خوارزمی، دانشکدهٔ فیزیک

دریافت: ۱۴۰۳/۳/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۹

چکیده

ما در این مقاله رابطه اندازه - جرم ستاره‌ای کهکشان‌ها و همچنین نرخ ستاره زایی آنها (sSFR) را در محیط هایی پر چگال (خوشه،گروه) و همچنین محیط های کم چگال(تهی جاها) بررسی کردیم. برای رسیدن به این هدف، از داده های شبیه سازی میلینیوم[1] درانتقال به سرخ صفر بهره بردیم. طبق تحقیقات ما، اندازه کهکشان های بیضوی و مارپیچی پر جرم تحت تأثیر محیط آنها قرار نمی گیرد. در این بررسی ها نشان دادیم که اندازه کهکشانهای کم جرم مارپیچی در تهی جاها از محیط های پرچگال بیشتر است. همچنین در میان کهکشانهای بیضوی، گروهی از کهکشانهای کم جرم را مشاهده کردیم که علارغم جرم یکسان، فشرده تر بودند. با توجه به اثرات گازهای داغ محیط بین کهکشانی در محیط گروه و مخصوصا خوشه و برهم کنش گرانشی بین کهکشانها در این محیط ها، کهکشانهای مارپیچی تمایل به نرخ ستاره زایی کمتری در این محیط ها دارند. همچنین ما دریافتیم که اندازه کهکشان‌های کم‌جرم مارپیچی تحت تأثیر محیط‌های پر چگال خوشه و گروه قرار می‌گیرند و به این علت کهکشانهای مارپیچی کم جرم در محیط کم چگال(تهی جا) اندازه بزرگتری نسبت به محیط های دیگر دارند . تجزیه و تحلیل ما نشان می دهد که فراوانی گاز سرد نسبت به جرم هاله کهکشانها، تأثیر بیشتری درنرخ ستاره زایی در همه محیط ها دارد.

واژگان کلیدی: تحول کهکشانها ، ساختار کهکشانها ، پارامترهای اساسی

مقدمه

یکی از روش‌های مستقل برای بررسی وضعیت تحول کهکشانها، استفاده از روابط مقیاسی کلاسیک برای برقراری ارتباط بین شکل ، اندازه‌های فیزیکی، توزیع ستاره‌ای ، روشنایی کهکشانها [10] و جرم ستاره‌ای [16] است. اندازه یک کهکشان در یک جرم ستاره‌ای خاص، و همچنین توزیع جمعیت ستاره‌ای آن، اطلاعات ارزشمندی را درباره تاریخچه تشکیل کهکشان ارائه می‌دهند. هر دو این عوامل می تواند نشان‌دهنده ی نحوه تکامل یک کهکشان باشد. در بررسی کهکشانهای بیضوی و مارپیچی، مشخص شده است که آنها تاریخچه تحول متفاوتی دارند و به همین علت رابطه جرم-اندازه ستاره‌ای[2] (MSR) متفاوتی دارند [17]. در سالهای اخیر رابطه بین اندازه و جرم ستاره‌ای کهکشانهای بیضوی و مارپیچی در انتقال به سرخ های پایین بررسی شده که این ارتباط تا انتقال به سرخ $z \sim 3$ مورد

*نویسندهٔ مسئول Mohammadreshojaei@gmail.com

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

تایید قرار گرفته است [11]. برای بررسی علت تغییر اندازه کهکشانها، می بایست آنها را بر اساس دو فرایند تاثیرعوامل درونی و تاثیر عوامل محیطی دسته بندی کرد. اگر فرآیندهای درونی مسبب رشد اندازه کهکشانها باشند، فرایندهای مورد نیاز برای رشد بسته به جرم کهکشانها متفاوت خواهد بود. گسترش توزیع ستاره‌ای در کهکشانهای بزرگ‌تر ممکن است به علت تاثیر سیاهچاله مرکزی این کهکشانها باشد. کهکشانهای کم‌جرم‌تر، به علت انفجارهای ابرنواختری و بادهای ستاره‌ای، انبساط بی دررو را تجربه خواهند کرد. یک نظریه جایگزین نیز در میان نویسندگان بطور قابل توجهی محبوب است. این نظریه این امر را پیشنهاد می‌دهد که رشد اندازه کهکشانها بزرگ ناشی از ادغام‌های بزرگ[13] یا ادغام‌های پی در پی کوچک کم گاز، صورت می پذیرد. به نظر می‌رسد مشاهدات اخیر این ایده را نیز پشتیبانی می‌کند که کهکشانهای بزرگ از درون به بیرون رشد می‌کنند. این به معنای آن است که هسته‌های این کهکشانها از انتقال به سرخ های بالا با اندازه‌های بزرگ شکل گرفته‌اند، و تکامل در بخش‌های خارجی کهکشانها رخ داده است. به عبارت دیگر، اندازه و جرم ستاره‌ای این کهکشانها به طور مداوم در طول زمان از بخش بیرونی افزایش می‌یابد [21].

تکامل کهکشانها از نظر ساختار فیزیکی آن‌ها تحت تأثیر محیطی است که در آن‌ها واقع شده‌اند. اعتقاد بر این است که تکامل کهکشانها در محیط‌های چگال، منجر به تولید سیستم‌های بزرگتر با نرخی سریع‌تر می‌شود [15] . در محیط های پر چگال، خروج گاز از هاله یا دیسک کهکشانها وهمچنین کاهش سریع گازهای بین ستاره ای آنها، هر دو ناشی از فرایندهایی مانند برخورد سریع کهکشانها، خفگی، قطع مکش گاز هاله، و فشار ناشی از محیط کهکشانی هستند. این فرایندها به طور اساسی منابع سوخت مورد نیاز برای تشکیل ستاره‌های جدید را از بین می‌برند. به این صورت که محیط داخل خوشه کهکشانی،گاز هاله این کهکشانها را از بین می‌برد و به این صورت ستاره زایی دیسک کهکشانها با استفاده از سوخت گازی بین ستاره ای خود و اتمام آن، کاهش می یابد. مطالعات نشان می دهد که کهکشانهایی که نرخ ستاره زایی قابل توجهی دارند پس از ورود به مناطق پر چگال مانند یک خوشه کهکشانی، ، بدون توجه به جرم اولیه ستاره‌ای آن‌ها، ستاره زایی آنها احتمالاً به طور موثری در طول ۱-۳ میلیارد سال اولیه (حداکثر ۶ میلیارد سال) از ورودشان ،متوقف خواهد شد . برای بررسی بیشتر تاریخچه تحول کهکشانها، در این مقاله رابطه جرم – اندازه کهکشانها را در محیط های مختلف کهکشانی و اثر آن به روی ستاره زایی مورد بررسی قرار دادیم. به همین دلیل ما محیط کهکشانی را به دو محیط پرچگال(خوشه و گروه) و کم چگال(تهی جاها) تقسیم بندی کردیم و پارمترهای مربوط به کهکشانها را در این محیط ها مورد بررسی قرار دادیم. دراین مقاله در بخش ۲، در مورد روش جمع آوری داده ها و در بخش ۳ در مورد نتایج صحبت کردیم ودر نهایت نتایج بدست آمده را مورد تحلیل و بررسی قرار داده ایم.

انتخاب داده

در این مقاله، برای مقایسه ی ویژگی کهکشانها در محیط های مختلف، از داده های نیمه تحلیلی L-Galaxies [3] که بر روی داد های شبیه سازی کیهان شناسی میلینیوم [19] در ابعاد ۳۰۰ مگاپارسک پیاده شده است، استفاده کرده ایم. این شبیه سازی بر اساس نتایج پلانک یعنی $\Omega_\Lambda = 0.685$ ،$\Omega_m = 0.315$ ،$n_s = 0.961$ ،$\sigma_8 = 0.826$ ،

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

m_p (M_{sun}/h) = 9.61104×10^8 ،L (Mpc/h) = 480.279 و h (km/sMpc) = 0.673 بدست آمده است. ما تمام کهکشانهای شبیه‌سازی شده روشن‌تر ازقدرمطلق $M_r = -18$ در فیلتر r و انتقال به سرخ $z = 0$ را انتخاب کردیم که تقریباً ۹۴۰،۰۰۰ کهکشان دارای این شرایط بودند. همچنین با اعمال الگوریتم FOF [3],[8] بر روی این داده ها، محیط های پرچگال مانند گروه و خوشه کهکشانی انتخاب شده اند.

با تشخیص تقریبا ۷۰۰۰۰۰ کهکشان در ساختارهای کیهانی چگال از طریق الگوریتم FOF، ما یک معیار برای تمایز بین گروه‌ها و خوشه‌ها ایجاد کرده‌ایم. برای تعریف گروه‌ها، یک محدوده ۸ تا ۱۵ عضو را در نظر گرفته‌ایم، در حالی که برای خوشه‌ها، آن‌هایی را که بیش از ۱۰۰ عضو کهکشانی دارند،انتخاب کرده‌ایم. از داده‌های اولیه، به ترتیب حدود ۳۰۰۰۰ کهکشان در حدود ۱۷۱ خوشه کهکشانی و حدود ۴۰۰۰۰ کهکشان در قالب ۳۷۷۵ گروه کهکشانی را در این محیط‌های چگال شناسایی کرده‌ایم. علاوه بر این، در جهت مقایسه رابطه جرم و اندازه ستاره‌ای کهکشانها در محیط‌های چگال و کم‌چگال در ادامه کهکشانهای واقع در محیط‌های کم‌چگال (تهی جا) را از داده‌های اولیه شناسایی کردیم. برای انجام این کار، از کاتالوگ تهی جا توسط [20] تهیه شده، استفاده کردیم.این کاتالوگ بر اساس الگوریتم [2] فراهم شده است . بر اساس این کاتالوگ، حدود ۴۰۰۰۰ کهکشان درخشان تر از $M_r = -18$ به عنوان کهکشانهای تهی جا انتخاب شدند. همچنین به منظور مطالعه دقیق تر اثر محیط بر روی ستاره زایی و اندازه کهکشانها، در ادامه ما کهکشانها را در هر سه محیط بر اساس رابطه $(B/T) \geq 0.7$ و $(B/T) \leq 0.4$[۳] به ترتیب به کهکشانهای بیضوی و مارپیچی تقسیم بندی کردیم. جدول ۱ مجموعه داده نهایی را برای هر محیط، بر اساس ریخت شناسی کهکشانها نشان می‌دهد.

جدول ۱ . نمونه نهایی شامل تعداد کهکشانها در سه محیط که توسط ریخت شناسی کهکشانها تمایز یافته‌اند.

	خوشه	گروه	تهی جا
مارپیچی	19461	23730	34335
بیضوی	3070	6258	2023

نتایج

رابطه جرم ستاره ای – اندازه کهکشانها

در شکل ۱، نمودار اندازه- جرم ستاره ای کهکشانها، در انتقال به سرخ صفر را بر اساس داده های شبیه سازی شده نشان می دهد. برای بررسی دقیق تر ارتباط میان رابطه جرم – اندازه کهشانها با ریخت شناسی کهکشانها، نمونه اولیه را به دو دسته کهکشانهای بیضوی(سمت راست) و کهکشانهای مارپیچی (سمت چپ) در سه محیط تهی جا، گروه و

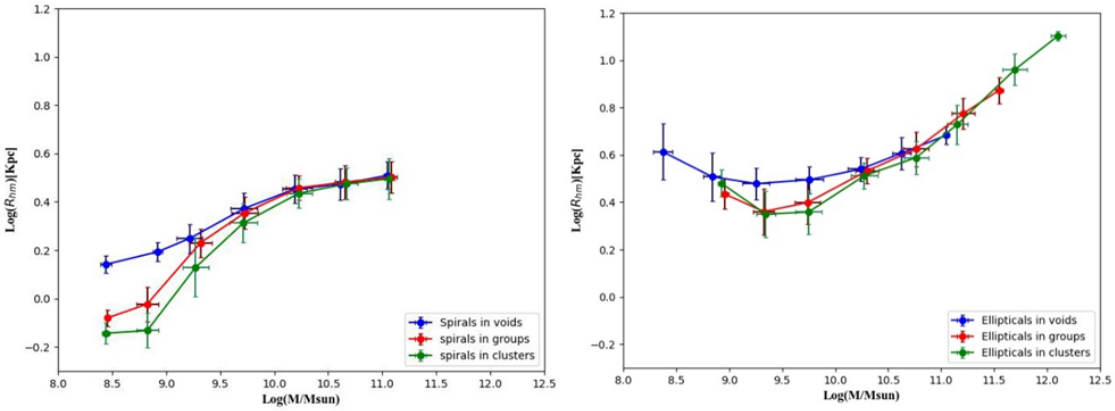
[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

خوشه طبقه بندی کردیم. همانطور که از شکل نمایان است، در تمام بازه های جرمی، جدا از اینکه کهکشانها در چه محیطی قرار دارند، کهکشانهای بیضوی بزرگتر از مارپیچی هستند. همچنین با افزایش جرم، اندازه کهکشانهای افزایش می یابد که این روند برای کهکشانهای مارپیچی نمایان تر است. یافته های بدست آمده با نتایج ارائه شده در مطالعات [16] و [1] در محدوده جرمی [۹،۱۲] بر اساس داده های (SDSS) و CANDELS/3D-HST ،مطابقت دارد.

نگاهی دقیق تر به کهکشان های مارپیچی نشان می دهد که کهکشان های کم جرم ([۸،۱۰]) بیشتر از کهکشان های با جرم بالا تحت تأثیر محیط قرار می گیرند. به نحوی که، کهکشان های مارپیچی درون تهی جاها عموما بزرگتر از کهکشان های درون گروه ها و خوشه ها هستند. این نتیجه با نتایج رصدی بدست آمده توسط Cebrian (۲۰۱۴) سازگار است. علاوه بر این نتایج نشان می دهند که رابطه بین اندازه و جرم ستاره ای کهکشان های مارپیچی پر جرم، مستقل از محیط آنهاست. به این معنی که تراکم محیط بر روی اندازه کهکشانهای پر جرم مارپیچی بی تاثیر است.

از سوی دیگر، کهکشان های بیضوی با جرم های بین ۹ تا ۱۰/۵ بیشتر از کهکشان های با جرم بالا تحت تأثیر محیط قرار می گیرند. در این محدوده جرمی، اندازه کهکشان های بیضوی در تهی جاها نسبت به گروه ها و خوشه ها نسبتاً بزرگتر است. بر اساس یافته های بدست آمده، محیط بر رابطه اندازه جرم کهکشان های بیضوی سنگین تر از ۱۰/۵تأثیر نمی گذارد. در مقابل برای کهکشانهای سبک جرم بین ۸ تا حدود ۹/۵ ، شیب کمی منفی را تجربه می کنند. همین روند توسط [18] در شبیه سازی IllustrisTNG گزارش شده است.

این محدوده جرمی از کهکشانهای ناشی از شبیه سازی ا را از نظر ریختشناسی تجزیه و تحلیل کردیم و میانگین B/T حدود ۰/۹۵محاسبه شد. از این داده ها می توان استنباط کرد که کهکشان هایی که در محدوده جرم ذکر شده قرار می گیرند، بیشتر کروی شکل هستند. ما پیشنهاد می کنیم که کهکشان های مورد نظر ممکن است به عنوان کهکشان های کروی فشرده طبقه بندی شوند.



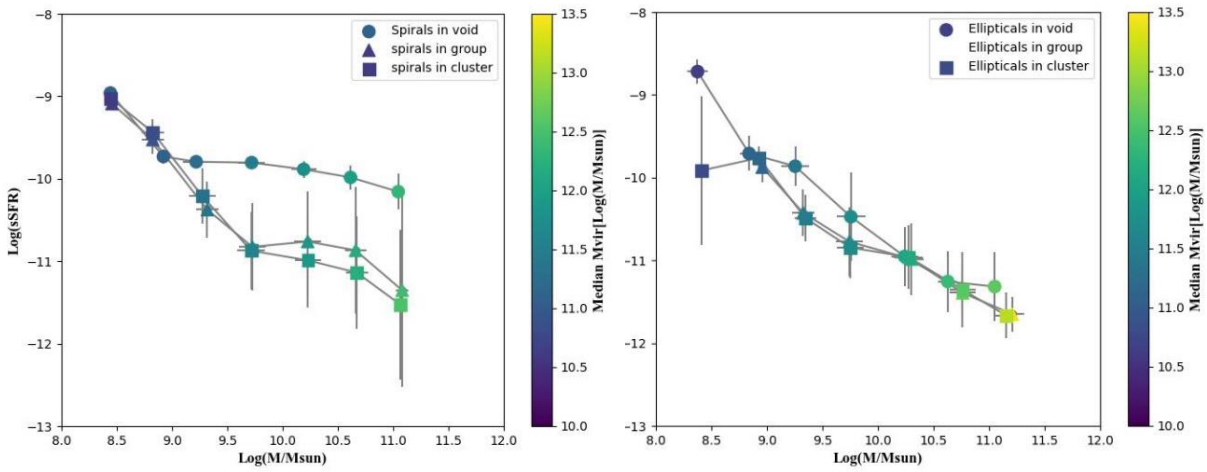
شکل ۱. مقایسه رابطه اندازه–جرم کهکشان ها در شبیه سازی میلنیوم (z=۰) در محیط های کم چگال و پرچگال. اندازه کهکشان ها با افزایش جرم آنها افزایش می یابد. علاوه بر این، کهکشان های کم جرم تحت تأثیر محیط قرار می گیرند در حالی که کهکشان های با جرم بالا مستقل از محیط هستند.

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

رابطه نرخ ستاره زایی- جرم ستارهای کهکشانها

برای بررسی تأثیر محیط بر ویژگی‌های کهکشانها، به ویژه تمرکز بر نرخ ویژه ستاره زایی(sSFR)[۴]، نمودار مقدار متوسط sSFR بر اساس جرم متوسط ستاره‌ای کهکشان‌ها در محدوده‌های مختلف برای جمعیت‌های مارپیچی و بیضوی را رسم کردیم. ما همچنین دو عامل مهم مؤثر بر نرخ تشکیل ستاره در محیط‌های مختلف را مطالعه کردیم که عبارتند از: جرم کل هاله (M200/Msun) و جرم گاز سرد دیسک کهکشانی (McoldGas/Mstar).

در شکل ۲، داد های خود را به شکل های مارپیچی و بیضوی جدا کرده ایم و مقدار متوسط sSFR را به عنوان تابعی از جرم متوسط ستاره ای برای هر محدوده جرمی در محیط های مختلف ترسیم کردیم. دو شکل نشان می‌دهند که افزایش جرم ستاره‌ای با کاهش واضح نرخ ویژه تشکیل ستاره (sSFR) همراه است. شکل اول نشان می دهد که نرخ ستاره زایی کهکشان های بیضوی به طور قابل توجهی تحت تأثیر محیط آنها نیست. شکل دوم همچنین نشان می‌دهد که سرعت تشکیل ستاره (sSFR) کهکشان‌های مارپیچی با جرم بالا در تهی جاها در مقایسه با کهکشان‌های گروه‌ها و خوشه‌ها در همان محدوده جرمی گزارش شده توسط [14] بیشتر است. این مطالعه نشان می‌دهد که خواص محیط‌ها بر سرعت تشکیل ستاره‌های کهکشان‌های مارپیچی تأثیر می‌گذارند. با بررسی دقیق نمودار، آشکار می‌شود که تغییر در sSFR در میان کهکشان‌ها در محیط‌های متمایز را نمی‌توان به تفاوت در جرم کل هاله آنها نسبت داد.

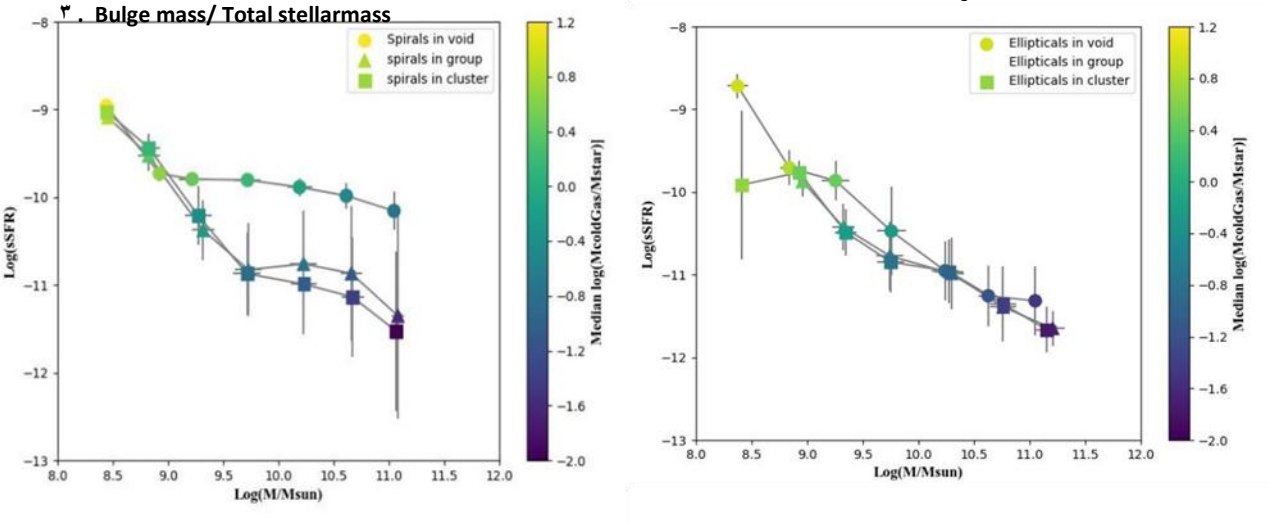


شکل ۲. مقایسه sSFR - جرم ستاره ای کهکشان ها در محیط های مختلف. پنل اول برای مارپیچ ها و دومی الگوی بیضوی را نشان می دهد. Mvir بر sSFR برای هر دو جمعیت تأثیری ندارد.

در شکل ۳، ما دو نمودار جدید ایجاد کرده‌ایم که مقدار متوسط sSFR کهکشان‌ها را بر اساس جرم متوسط ستاره‌ای کهکشان‌ها نشان می‌دهد. با این حال، این بار ما از جرم گاز سرد موجود در دیسک کهکشانی(ستاره‌ساز) به‌عنوان کد رنگی استفاده کرده ایم. نتیجه آنکه کهکشان های موجود در تهی جا ها، به ویژه کهکشانهای مارپیچ ، دارای مقدار بیشتری جرم گاز سرد در مقایسه با همتایان خود در محیط های دیگر هستند. این منجر به افزایش سرعت تشکیل

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

ستاره در این کهکشان ها می شود. بنابراین، مقدارفراوانی جرم گاز سرد نقش مهمی در sSFR در کهکشان‌ها در محیط‌های مختلف دارد.



شکل ۳. مقایسه sSFR - جرم ستاره ای کهکشان ها در محیط های مختلف. این نرخ بالای تشکیل ستاره در کهکشان های واقع در تهی جا را می توان به مقدار بیشتر گاز سرد (ستاره ساز) موجود در این کهکشان ها نسبت داد.

بحث

در سراسر این مقاله، برای نشان دادن تأثیر احتمالی محیط‌ها بر رابطه اندازه-جرم ستاره‌ای و نرخ خاص تشکیل ستاره (sSFR) کهکشان‌ها، داده‌های Millenuum خود را به محیط‌های متراکم (گروه‌ها و خوشه‌ها) و کم‌چگال (تهی جاها) تقسیم کردیم. دو نوع مختلف از برهمکنش ها می توانند یافته های ما را توضیح دهند: برهمکنش های هیدرودینامیکی و برهمکنش های گرانشی.

ما رابطه بین اندازه و جرم کهکشان ها را در محیط های با چگالی کم و بالا تجزیه و تحلیل کرده ایم. یافته‌های ما نشان می‌دهد که کهکشانهای مارپیچی با جرم ستاره‌ای کم که درون تهی جاها وجود دارند، در مقایسه با همتایان خود در گروه‌ها و خوشه‌ها، بزرگ‌تر هستند. علاوه بر این، ما نشان دادیم که کهکشانهای مارپیچی با جرم ستاره‌ای بالا وقتی در محیط‌های متراکم یافت می‌شوند، sSFR پایینی از خود نشان می‌دهند. ما تجزیه و تحلیل کردیم که چگونه جرم هاله و جرم گاز سرد در این کهکشان ها بر رفتار ستاره زایی آنها تأثیر می گذارد. یافته های ما نشان می دهد که جرم گاز سرد نقش مهمی در این رفتار دارد. فرایندهای متعددی در محیط‌های متراکم وجود دارد که می‌توانند با حذف یا مختل کردن گاز بین ستاره‌ای در دیسک‌ها و هاله‌های کهکشانی، تشکیل ستاره‌ها را خاموش کنند.

کهکشانهای مارپیچی کم جرم به دلیل پتانسیل خود گرانشی کم ، به ویژه در برابر فعل و انفعالات محیطی حساس هستند. فعل و انفعالات گرانشی در خوشه ها، احتمالاً به شکل برخورد سریع، می تواند به طور موثر ستاره ها و گازها را

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

از قسمت های بیرونی کهکشان های مارپیچی حذف کند و حتی ریختشناسی کهکشان ها را تغییر دهد.اندازه کوچکتر کهکشانهای مارپیچی کم جرم در محیط های متراکم را می توان همانطور که در مورد آن بحث کردیم توضیح داد.

در مقایسه با محیط تهی جا، شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه نرخ ستاره زایی یک کهکشان مارپیچی عظیم از طریق مبادله گازهای گرم و سرد میان هاله کهکشان و محیط ستاره ای کهکشان ایجاد می شود [5] با ورود کهکشان به یک محیط پر چگال مانند خوشه کهکشانی، گازهای داغ میان کهکشانی در خوشه با ایجاد فشار بر گاز موجود در هاله کهکشان که به علت سرعت نسبی کهکشان با محیط میان کهکشانی ایجاد می شود، از بین می رود. این امر موجب از بین رفتن ذخیره گاز مورد نیاز برای ایجاد ستاره زایی کهکشان شده و کهکشان با مصرف گازهای درون ستاره ای و پایان این گازها به سمت خاموشی خواهد رفت .این فرایند می تواند دلیلی بر کاهش نرخ ستاره زایی کهکشانها ی مارپیچی در محیط های پر چگال باشد [7].

نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل جامع ما از داده های شبیه سازی Milenuum ارزشمندی را ارائه کرده است که به شرح زیر خلاصه می شود:

- مطالعات ما بر روی کهکشان های مارپیچی کم جرم، یافته های قابل توجهی در مورد تأثیر محیط بر انداز آنها به دست آورده است. در محیط های متراکم تر، برهمکنش گرانشی و برخودر سریع کهکشانی، باعث کاهش اندازه دیسک می شود. برعکس، کهکشان‌های مارپیچی با جرم بالا در محیط‌های کم چگالی، این برهم‌کنش‌ها را تجربه نمی‌کنند و در نتیجه اندازه دیسک بزرگ‌تری دارند.

- تحقیقات ما نشان می دهد که برهمکنش های گرانشی بر اندازه کهکشان های مارپیچی با جرم بالا تأثیری ندارد. این یافته نشان می دهد که روند تحول این کهکشان ها در هر سه محیط یکسان است.همچنین نتایج نشان می دهند که تأثیر محیط بر sSFR قابل توجه است. کهکشان‌ها در محیط‌های متراکم‌تر، به علت برهمکنش های گرانشی و اثر فشار محیط داغ بین کهشکانی، گاز سرعت خود را از دست می دهند. در نتیجه کاهش فراوانی گاز سرد، سرعت تشکیل ستاره کاهش می یابد. کهکشان های موجود در تهی جا ها کاملاً منزوی هستند و می توانند گاز سرد خود را حفظ کنند که به نوبه خود به آنها امکان می دهد به شکل گیری ستاره ادامه دهند. لازم به ذکر است که علیرغم جرم بالای کهکشانهای مارپیچ ، جرم هاله آنها در تمام محدوده ها ثابت می ماند و بر توانایی آنها برای تشکیل ستاره تأثیر نمی گذارد.

- ما دریافتیم که محیط بر اندازه و سرعت تشکیل ستاره کهکشان های بیضوی با جرم بالا تأثیری ندارد. کهکشان‌های بیضوی با جرم کم وقتی در محیط‌هایی با چگالی کمتر یافت می‌شوند کمی بزرگ‌تر هستند و همچنین سرعت تشکیل ستاره‌ای بالاتری نسبت به آنهایی که در محیط‌های چگال‌تر یافت می‌شوند، نشان می‌دهند. بررسی بیشتر با استفاده از مجموعه داده بزرگتر برای کاوش ضروری است.

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

ما جمعیتی از کهکشان‌های بیضوی را در تهی جاها پیدا کرده‌ایم که نرخ‌های تشکیل ستاره (sSFR) بالا و نسبت برآمدگی به کل (B/T) بالاتری دارند. این کهکشان ها به طور بالقوه می توانند کهکشان های کروی شکل ستاره ای باشند. این کهکشان‌ها ممکن است به دلیل ادغام‌های جزئی یا قرار گرفتن در محیط‌های غنی از گاز، دوره اخیر تشکیل ستاره را پشت سر گذاشته باشند. با این حال، تحقیقات بیشتر برای درک بهتر این جمعیت خاص ضروری است.مطالعات بیشتر با حجم بیشتری از داده ها، موضوع را روشن می کند.

منابع

1-A. van der Wel, M. Franx, The Astrophysical Journal, ۷۸۸:۲۸ (۱۹pp), ۲۰۱٤

2-Aikio, J., & Maehoenen, P. ۱۹۹۸, ApJ, ٤۹۷, ٥۳٤

3-Ayromlou M., Nelson D., Yates R. M., Kauffmann G., Renneby M.,White S D. M., ۲۰۲۱, MNRAS, ٥۰۲, ۱۰٥۱

4-Ayromlou M., Nelson D., Yates R. M., Kauffmann G., White S. D. M., MNRAS, ٤۸۷, ٤۳۱۳ (۲۰۱۹)

5-Rasmussen et al, The Astrophysical Journal, ۷٥۷:۱۲۲ (۲۰۱۲)

6-Larson et al, Astrophysical Journal, Part ۱, vol. ۲۳۷, p. ۷۰۷-٦۹۲(۱۹۸۰)

7-Kapferer et al, A&A, ٤۹۹, ۸۷–۱۰۲ (۲۰۰۸)

8-Davis M., Efstathiou G., Frenk C. S., White S. D. M., ۱۹۸٥, ApJ, ۲۹۲, ۳۷۱

9-Jian Fu, MNRAS ٤۸۷, ٤۳۱۳–٤۳۳۱ (۲۰۱۹)

10-John Kormendy, The Astrophysical Journal, ٤۱۹-۲۱۷:٤۰٦, ۱۹۷۷.

11-Lamiya Mowla, arXiv:۱۹۰۱,۰٥۰۱٤v۲ [astro-ph.GA] ۳۰ Sep ۲۰۱۹

12-M. Yates, MNRAS ٤۳٥, ۳٥۰۰–۳٥۲۰ (۲۰۱۳)

13-Naab, T., Johansson, P. H., Ostriker, J. P., & Efstathiou, G. ۲۰۰۷, ApJ, ٦٥۸, ۷۱۰

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

14-Robert C. Kennicutt, Jr, The Astrophysical Journal, ٦٧-٢٧٢:٥٤, (١٩٨٣)

15-Shankar, F., Marulli, F., Bernardi, M., et al. ٢٠١٣, MNRAS, ٤٢٨, ١٠٩

16-Shen, S., Mo, H. J., White, S. D. M., et al. ٢٠٠٣, MNRAS, ٣٤٣, ٩٧٨

17-Kauffmann, G., Heckman, T. M., White, S. D. M., et al. ٢٠٠٣, MNRAS, ٣٤١, ٥٤

18-Shy Genel, Dylan Nelson, MNRAS ٤٧٤, ٣٩٧٦–٣٩٩٦ (٢٠١٨)

19-Springel V. et al., ٢٠٠٥, Nature, ٤٣٥, ٦٢٩

20-Tavasoli S., Vasei K., Mohayaee R., ٢٠١٣, A&A, ٥٥٣, A١٥

21-van Dokkum, P. G., Whitaker, K. E., Brammer, G., et al. ٢٠١٠, ApJ, ٧٠٩, ١٠١٨

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]

The Mass-Size Relation of Galaxies in Varied Environments

Mohammareza Shojaei*(1), Saeed Tavasoli (1), Parsa Ghafour (1);

1. Kharazmi University, Physics Faculty

Abstract

We investigate the stellar mass-size relation of galaxies and their specific star formation rate (sSFR) in both high-density and low-density environments. The study is based on data obtained from the Millennium simulation in z=0. According to our research, the size of massive elliptical and spiral galaxies is unaffected by their environment. These studies show that low-mass spiral galaxies are larger in voids than in dense environments. Also, among the elliptical galaxies, we observed a group of low-mass galaxies that were more compact despite the same mass. Due to the effects of ram pressure stripping and gravitational interaction, massive spiral galaxies tend to have lower star formation rates. The size of low-mass spiral galaxies is affected by dense environments, resulting in larger sizes in voids. Our analysis indicates that the abundance of cold gas has a greater impact on star formation rate than the halo mass of galaxies in all environments.

Key words: Keywords: galaxies: evolution – galaxies: structure –galaxies: stellar content – galaxies: fundamental parameters

*Corresponding Author: Mohammadreshojaei@gmail.com

[Downloaded from jmrph.khu.ac.ir on 2025-04-11]