

## مناطق قابل زیست در کهکشان‌ها

دکتر راهوار

آریانا سیف اللهی 402100837 – نرگس صفری 402100872

در جست‌وجوی حیات در کیهان، تمرکز دانشمندان تنها بر سیارات یا ستارگان محدود نمی‌شود؛ بلکه کل کهکشان نیز به عنوان یک سامانه‌ی گسترده با شرایط متغیر فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که زمین در «منطقه‌ی قابل زیست ستاره‌ای» (Stellar Habitable Zone) به دور خورشید می‌چرخد، هر کهکشان نیز ناحیه‌ای دارد که در آن احتمال شکل‌گیری و پایداری حیات بیش‌تر است. این محدوده را «منطقه قابل زیست کهکشانی» (Galactic Habitable Zone – GHZ) می‌نامند.

منطقه‌ی قابل زیست کهکشانی، محدوده‌ای درون کهکشان است که در آن:

۱. تراکم عناصر سنگین (فلزات) برای تشکیل سیارات سنگی کافی باشد،
۲. نرخ ابرنواخترها پایین باشد تا تابش‌های پرانرژی حیات را نابود نکند،
۳. و پایداری مداری ستارگان در مقیاس میلیارد سال تضمین شود.

### عوامل مؤثر بر زیست‌پذیری در کهکشان‌ها

۱. فراوانی عناصر سنگین (فلزیت)

حیات، همان‌گونه که در زمین می‌شناسیم، به عناصری مانند کربن، اکسیژن، نیتروژن، آهن و سیلیکون نیاز دارد. این عناصر درون کهکشان‌ها توسط نسل‌های پی‌درپی ستارگان و ابرنواخترها ساخته می‌شوند. در نواحی مرکزی کهکشان‌ها، به دلیل فعالیت ستاره‌زایی شدید و مرگ ستاره‌های پرجرم، فلزیت بالا است؛ اما در این مناطق، انفجارهای ابرنواختری و پرتوهای کیهانی زیادند و محیط ناپایدار است. در مقابل، نواحی بیرونی کهکشان‌ها فلزیت پایین‌تری دارند و ممکن است نتوانند سیارات سنگی پایدار ایجاد کنند. بنابراین منطقه‌ی قابل زیست معمولاً در میان ناحیه کهکشان (نه خیلی نزدیک به مرکز و نه در لبه‌ها) قرار می‌گیرد.

۲. تابش‌های پرانرژی و پایداری دینامیکی

در نزدیکی مرکز کهکشان‌ها، حضور سیاه‌چاله‌ی کلان‌جرم و چشمه‌های پرتو ایکس و گاما می‌تواند جو سیارات را نابود کند. همچنین چگالی ستارگان در آن نواحی بسیار زیاد است، که باعث اختلال گرانشی در مدار سیارات می‌شود. در بخش‌های بیرونی، برعکس، تراکم ستارگان به قدری کم است که تشکیل منظومه‌های خورشیدی پایدار دشوار می‌شود. بنابراین شرایط پایدار و کم‌خطر برای شکل‌گیری حیات معمولاً در فاصله‌ی میانی دیسک کهکشانی برقرار است.

۳. نرخ شکل‌گیری ستاره‌ها

نرخ بالای شکل‌گیری ستاره (Star Formation Rate) به معنی جوان بودن جمعیت ستارگان و محیط پرنشاط است. مناطق با نرخ ستاره‌زایی متعادل، به دلیل وجود ستارگان پایدار نوع K و G (شبیه خورشید)، احتمال بیش‌تری برای زیست‌پذیری دارند.

## مناطق قابل زیست در کهکشان‌های مارپیچی

کهکشان‌های مارپیچی مانند کهکشان راه شیری از نظر ساختاری شامل برآمدگی مرکزی، بازوهای مارپیچی، و هاله‌ی پیرامونی هستند.

تحقیقات نشان می‌دهد که منطقه قابل زیست کهکشانی در چنین کهکشان‌هایی به صورت یک حلقه میانی (Annular region) در فاصله‌ای میان حدود ۴ تا ۱۰ کیلوپارسک از مرکز قرار دارد (برای راه شیری تقریباً جایی نزدیک به مدار خورشید).

ویژگی‌های این ناحیه:

۱. فلزیت کافی برای تشکیل سیارات سنگی،

۲. نرخ پایین انفجارهای ابرنواختری،

۳. و پایداری دینامیکی مناسب در بازوهای میانی مارپیچی.

به طور مثال، خورشید و منظومه‌ی شمسی در فاصله‌ی حدود ۸ کیلوپارسک از مرکز کهکشان قرار دارد که در محدوده‌ی مناسب GHZ است.

از سوی دیگر، بازوهای مارپیچی اگرچه منابع غنی از گاز و گرد و غبار برای تولد ستارگان جدید هستند، ولی تراکم زیاد و برخورد‌های گرانشی ممکن است زیست‌پذیری را کاهش دهند.

بنابراین پایدارترین مکان‌ها معمولاً در میان بازوها (interarm regions) قرار دارند، نه دقیقاً روی بازوهای فعال.

## مناطق قابل زیست در کهکشان‌های بیضوی (Elliptical Galaxies)

کهکشان‌های بیضوی معمولاً از ستارگان پیر و قرمز تشکیل شده‌اند و میزان گاز میان‌ستاره‌ای در آن‌ها بسیار اندک است. به همین دلیل، نرخ ستاره‌زایی در کهکشان‌ها بسیار پایین یا تقریباً صفر است.

از سوی دیگر، فلزیت این ستارگان اغلب بالاست، چون نسل‌های متوالی ستاره‌ای قبلاً عناصر سنگین را تولید کرده‌اند.

اما با وجود فلزیت مناسب، شرایط برای شکل‌گیری حیات در کهکشان‌های بیضوی چندان مطلوب نیست، زیرا:

۱. فقدان گاز و غبار جدید مانع از تشکیل سیارات تازه می‌شود،

۲. تابش‌های پرانرژی ناشی از بقایای ابرنواخترها هنوز در محیط حضور دارند،

۳. و پویایی گرانشی این کهکشان‌ها اغلب ناپایدار است.

با این حال، اگر در کهکشان‌های بیضوی سیاراتی که در درون ستاره‌زایی گذشته شکل گرفته‌اند هنوز پایدار مانده باشند، احتمال دارد که بعضی از آن‌ها در مدار ستارگان سرد و پایدار باقی‌مانده باشند. بنابراین مناطق قابل زیست در کهکشان‌های بیضوی محدودتر و عمدتاً به بخش‌های بیرونی با چگالی کمتر اختصاص دارد.

## مقایسه کلی و نتیجه گیری

ویژگی	کهکشان مارپیچی	کهکشان بیضوی
ساختار	بازوهای گازی و برآمدگی مرکزی	توزیع هموار و فاقد ساختار بازویی
نرخ ستاره‌زایی	متوسط تا زیاد	بسیار کم
فلزیت	متغیر (کم در لبه‌ها، زیاد در مرکز)	عموماً بالا
تابش پراثری	زیاد در مرکز	کمتر از مرکز مارپیچی
ناحیه‌ی قابل زیست	حلقه‌ی میانی در دیسک	احتمالاً در نواحی بیرونی با ستارگان پایدار
نمونه‌ی شاخص	راه شیری، آندرومدا	NGC 3379، M87

به‌طور کلی، کهکشان‌های مارپیچی بهترین بستر برای پیدایش و تداوم حیات به‌شمار می‌روند، زیرا ترکیبی از فلزیت مناسب، پایداری مداری و نرخ ستاره‌زایی متعادل دارند.

در مقابل، کهکشان‌های بیضوی با وجود فلزیت بالا، به دلیل کمبود گاز و نبود ستاره‌زایی فعال، احتمال کمی برای شکل‌گیری حیات جدید دارند.

بر اساس مدل‌های کیهان‌شناسی و شبیه‌سازی‌های عددی، تخمین زده می‌شود که تنها حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد از کهکشان‌های مارپیچی دارای نواحی وسیع قابل زیست‌اند. این محدوده‌ها در مقیاس زمانی چند میلیارد سال پایدار می‌مانند، که زمان کافی برای تکامل زیستی فراهم می‌کند.

## جمع‌بندی نهایی

منطقه‌ی قابل زیست کهکشانی مفهومی چندبعدی است که به تعادل میان فلزیت، تابش، و پایداری دینامیکی بستگی دارد. در کهکشان‌های مارپیچی مانند راه شیری، این تعادل در فواصل میانی از مرکز برقرار است و امکان وجود تمدن‌های هوشمند در چنین مناطق گسترده‌ای از کیهان وجود دارد.

در کهکشان‌های بیضوی، هرچند مواد اولیه‌ی حیات در گذشته فراهم بوده، اما امروزه پویایی و زایش ستاره‌ای کافی برای ایجاد سامانه‌های جدید زیست‌پذیر وجود ندارد.

بنابراین، اگر جایی در کیهان میزبان زندگی فرازمینی باشد، به احتمال زیاد در بازوهای آرام و میان ناحیه‌ای یک کهکشان مارپیچی همانند کهکشان راه شیری قرار دارد.