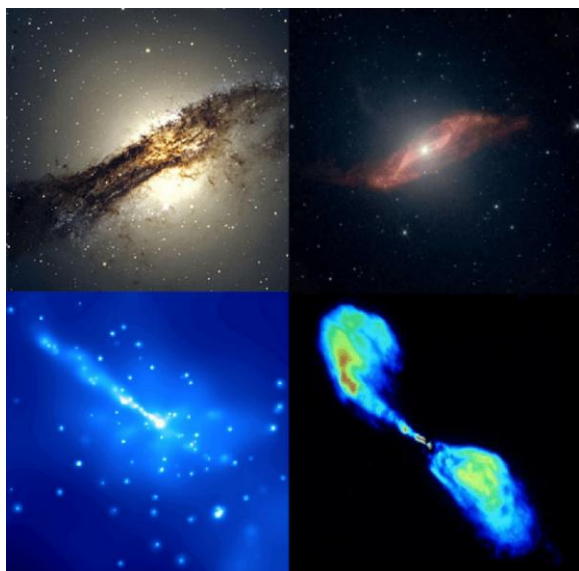


Ενεργοί γαλαξίες και ζωή

Υπάρχει άμεση σύνδεση ανάμεσα στην πιθανότητα ανάπτυξης ζωής σε έναν πλανήτη και την κεντρική μαύρη τρύπα του γαλαξία όπου ανήκει. Η τελευταία επηρεάζει την εξέλιξη της δημιουργίας αστεριών αλλά και τα ίδια τα πλανητικά περιβάλλοντα.

Οι γαλαξιακές συγχωνεύσεις μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη δίσκου προσαύξησης γύρω από την κεντρική μαύρη τρύπα ενός γαλαξία. Πέρα από κάποιο όριο μάζας αυτός ο δίσκος μπορεί να περιστρέφεται γύρω από την μαύρη τρύπα με φορά αντίθετη προς την δικιά της περιστροφή (counterrotation). Μετά την ανάπτυξη του δίσκου δημιουργούνται 2 πίδακες από τους πόλους της μαύρης τρύπας, κάθετοι στο επίπεδο του δίσκου. Αυτοί ενισχύουν την αστρογέννηση στην μεσοαστρική ύλη πάνω και κάτω από το γαλαξιακό επίπεδο. Η αντίθετης φοράς περιστροφή του δίσκου επιβραδύνει την κεντρική μαύρη τρύπα (λόγω μεταφοράς στροφορμής) μέχρι την μηδενική περιστροφή, και μετά την επιταχύνει προς την αντίθετη κατεύθυνση. Από την παραπάνω διεργασία επηρεάζεται ο ρυθμός προσαύξησης του δίσκου, άρα και η ανάδραση από τους πίδακες.

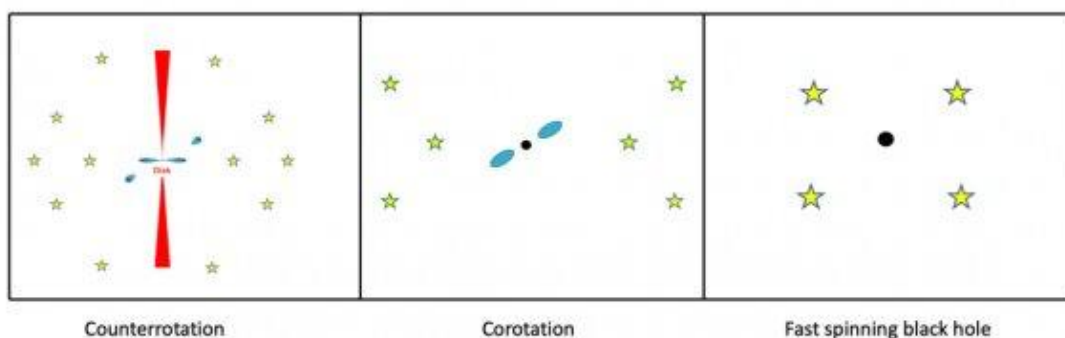
Οι ενεργοί γαλαξιακοί πυρήνες (AGN, active galaxy nuclear) με εμφανείς πίδακες (radio loud, με ισχυρή εκπομπή στα ραδιοκύματα) έχουν σημαντική επίδραση στον ρυθμό αστρογέννησης ενός γαλαξία. Δημιουργούνται από γαλαξιακές συγχωνεύσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την εισροή ψυχρού αερίου προς την περιστρεφόμενη κεντρική μαύρη τρύπα. Δημιουργείται ένας δίσκος προσαύξησης με αντίθετη περιστροφή. Η αντίθετη περιστροφή ευθυγραμμίζει και ενισχύει τους πίδακες. Αυτοί διεισδύουν στην μεσοαστρική ύλη κάθετα από το γαλαξιακό επίπεδο, αυξάνουν την πυκνότητα του εκεί αερίου και πυροδοτούν την δημιουργία αστεριών. Αυτός ο εμπλουτισμός της αστρογέννησης εξαρτάται από το περιβάλλον ενός γαλαξία.



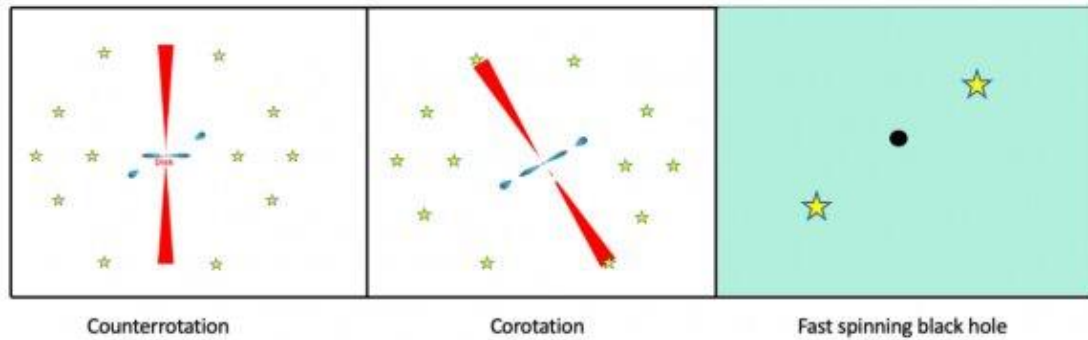
Σε έναν απομονωμένο γαλαξία (σε περιοχή με μικρή πυκνότητα σε γαλαξίες) το ψυχρό αέριο προσαυξάνεται στην κεντρική μαύρη τρύπα (μέσου του δίσκου προσαύξησης) με τον μέγιστο δυνατό ρυθμό (στο όριο Eddington). Η επιβράδυνση του ρυθμού περιστροφής της

μαύρης τρύπας από την αντίθετη περιστροφή του δίσκου θα συμβεί σε χρονοδιάγραμμα 8 εκατομμυρίων ετών. Τότε θα διακοπεί και η δραστηριότητα των πιδάκων. Σε έναν γαλαξία που βρίσκεται σε πιο πυκνό γαλαξιακό περιβάλλον (σε περιοχή με μεγάλη πυκνότητα σε γαλαξίες) η μάζα της κεντρικής μαύρης τρύπας είναι μεγαλύτερη, οι πίδακες πιο ισχυροί και η επίδρασή τους στον ρυθμό αστρογέννησης του γαλαξία πιο σημαντική. Η προσαύξηση στον δίσκο κυριαρχείται από ροή οριζόντιας μεταφοράς (ADAF, advection dominated accretion flow) μετά από χρονοδιάγραμμα 4 εκατομμυρίων ετών. Σε αυτήν την κατάσταση του δίσκου το ψυχρό αέριο προσαυξάνεται με ρυθμό 2 τάξεις μεγέθους κάτω από το όριο Eddington. Ανάλογα καθυστερεί και η επιβράδυνση της περιστροφής της κεντρικής μαύρης τρύπας στο μηδέν. Το αποτέλεσμα είναι οι 2 πίδακες να ενισχύουν την αστρογέννηση 2 τάξεις μεγέθους περισσότερο σε γαλαξίες σε πυκνά περιβάλλοντα παρά σε απομονωμένους γαλαξίες.

Η προσαύξηση ADAF δεν καταστέλλει την δημιουργία πιδάκων. Έτσι δημιουργούνται πάλι 2 πίδακες όταν η μαύρη τρύπα περιστρέφεται πλέον αντίθετα από την αρχική της φορά (δηλαδή στην ίδια κατεύθυνση με τον δίσκο προσαύξησης). Ο δίσκος και οι πίδακες τώρα εμφανίζουν μια κλίση σε σχέση με πριν. Οι πίδακες έχουν πλέον αρνητική ανάδραση στον γαλαξία. Λόγω της κλίσης τους σαρώνουν πυκνές περιοχές της μεσοαστρικής ύλης του γαλαξία (τον γαλαξιακό δίσκο), όπου επικρατούσε ένας αξιόλογος ρυθμός αστρογέννησης. Επηρεάζεται αρνητικά ο ρυθμός αστρογέννησης, ακόμα και πλανήτες που έχουν ήδη δημιουργηθεί μπορεί να <στειωθούν> με αυτόν τον τρόπο, να μην είναι πλέον κατοικήσιμοι. Η αλληλεπίδραση των πιδάκων με την μεσοαστρική ύλη του γαλαξιακού δίσκου δημιουργεί μια άλω ακτινών X, που επηρεάζει την χημική εξέλιξη των πλανητών. Αντίθετα, σε μεμονωμένα περιβάλλοντα η ανάδραση των AGN είναι πάντα θετική, δεν δημιουργούνται πίδακες με κλίση προς τον γαλαξιακό δίσκο όπως στα πυκνά γαλαξιακά περιβάλλοντα.



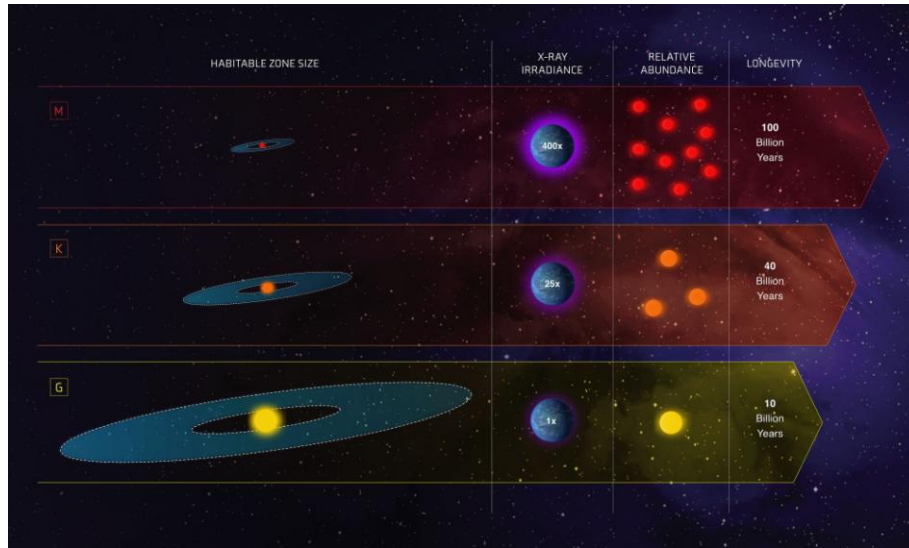
Σε απομονωμένο περιβάλλον



Σε πυκνό γαλαξιακό περιβάλλον

Να σημειώσουμε ότι μόνο ένα μέρος των AGN παρουσιάζει πίδακες, και ένα μικρό μέρος αυτών των γαλαξιών βρίσκεται σε απομονωμένα περιβάλλοντα. Υπολογίζουμε έναν ρυθμό αστρογέννησης 5 φορές μεγαλύτερο από ότι στον Γαλαξία μας για γαλαξίες σε απομονωμένα περιβάλλοντα σε φάση AGN, ενώ σε πυκνά περιβάλλοντα 13 φορές μεγαλύτερο (στην φάση αντίστροφης περιστροφής του δίσκου προσαύξεσης).

Η φάση όπου ήταν πιο έντονο το φαινόμενο παρουσίας AGN στους γαλαξίες ολοκληρώθηκε πριν από 11 δις έτη. Τότε κορυφώθηκε ο ρυθμός αστρογέννησης στην ιστορία του σύμπαντος. Με την επισφαλής παραδοχή ότι η εμφάνιση νοήμων ζωής είναι πιο πιθανή να συμβεί σε χρονοδιάγραμμα 4,5 δις ετών μετά την δημιουργία ενός κατοικήσιμου πλανήτη (από το παράδειγμα της Γης), η κορύφωση της εξέλιξης νοήμων ζωής στο σύμπαν συνέβη πριν από 6,5 δις έτη. Αυτό το συμπέρασμα ισχύει μόνο για τους γαλαξίες σε απομονωμένα περιβάλλοντα. Δεν αναφερόμαστε σε απομονωμένους ελλειπτικούς γαλαξίες χωρίς αστρογέννηση, όπου υπάρχουν σχεδόν αποκλειστικά αστέρια μικρής μάζας. Τα αστέρια φασματικού τύπου M (με μάζα 0,8 φορές του ήλιου και μικρότερη) έχουν πλανήτες με αφιλόξενα για την ζωή περιβάλλοντα. Οι πλανήτες τους πρέπει να βρίσκονται πολύ κοντά στα σχετικά ψυχρά αυτά αστέρια ώστε να είναι στην κατοικήσιμη ζώνη (απόσταση από το αστέρι όπου η θερμοκρασία του πλανήτη είναι κατάλληλη για την ύπαρξη νερού σε υγρή μορφή). Αυτό κάνει τους πλανήτες να δέχονται ισχυρή ακτινοβολία από τις αστρικές εκλάμψεις, και πολλές φορές να υπόκεινται σε βαρυτικό κλείδωμα. Το τελευταίο σημαίνει να έχουν σύγχρονη περιστροφή με την περιφορά τους γύρω από το αστέρι, δηλαδή η μία τους πλευρά να έχει πάντα ημέρα και η άλλη πάντα νύχτα.



Σε πυκνά γαλαξιακά περιβάλλοντα η συμπαντική εξέλιξη και οι δευτερεύουσες γαλαξιακές συγχωνεύσεις αναζωπυρώνουν την δημιουργία αστεριών και πλανητών. Επίσης η αυξημένη μεταλλικότητα που παρουσιάζουν τα αστέρια σε αυτούς τους γαλαξίες ενισχύει την πιθανότητα δημιουργίας φιλόξενου προς τη ζωή περιβάλλοντος στους πλανήτες στην κατοικήσιμη ζώνη. Το ίδιο και το μεγάλο πλήθος αστεριών με μάζα παρόμοια με αυτή του ήλιου μας.

Από την εργασία του David Garofalo

