

החתימה התצפיתית של הכוכבים הראשונים במימן אטומי בהסחה לאדום של 20

אלי ויזבל (הרווארד), רנן ברקנא (אוני' ת"א), אנסטסיה
פיאלקוב (אוני' ת"א), דמיטרי טסליאקוביץ' (המכון
הטכנולוגי של קליפורניה) וקריס היראטה (המכון
הטכנולוגי של קליפורניה)

יפורסם במגזין נייצ'ר (Nature), מופיע באתר
המגזין מה- 20 ביוני 2012

<http://wise-obs.tau.ac.il/~barkana/naturez20.html>

סיכום מקוצר

חוקרים מצאו שיטה חדשה לגלות את הכוכבים הראשונים מהתקופה המוקדמת שבה גיל היקום היה רק אחוז אחד מגילו הנוכחי. בעזרת מודל מחשב חדיש הם הראו שהפרש מהירויות בין גז לחומר אפל גורם לכוכבים הראשונים ליצור תבנית של ריכוזים גדולים לצד אזורים חסרי כוכבים. התגלית של התבנית הבולטת הזו מאפשרת לאסטרונומים לצאת ולחפש את גלי הרדיו באורך גל של 21 ס"מ שפלט המימן הבראשיתי, כשהוא חומם ע"י הכוכבים הראשונים בעת שהיקום היה בן 200 מיליון שנה בלבד.

סיכום מורחב

היווצרות הכוכבים היא חלק מההיסטוריה הקוסמית שלנו. אסטרונומים כיום יודעים שהרבה לפני שהופיעו הכוכבים, מילא את היקום המוקדם גז חם ואחיד. מנגד, היקום המורכב של היום מכיל כוכבים וגלקסיות. אחד התחומים המרתקים באסטרונומיה הוא חקר עידן היווצרות הכוכבים הראשונים, שבו החל היקום לקבל את צורתו המודרנית. הגלקסיה הכי רחוקה שנתגלתה עד כה נוצרה בתקופה שהיקום היה בן 800 מיליון שנה, ויהיה קשה מאד לראות בצורה ישירה גלקסיות מוקדמות הרבה יותר. מכיון שהיקום היה מלא באטומי מימן בזמנים אלה, הדרך הכי מבטיחה לצפות בעידן היווצרות

הכוכבים הראשונים היא בעזרת הקרינה של מימן באורך גל של 21 ס"מ (שנופל בתחום של גלי רדיו). גם את הקרינה הזו קשה למדוד, כי צריך להתמודד עם הקרינה החזקה, באותו אורך-גל, של הגלקסיה שלנו וגלקסיות קרובות. התקווה היא שהסיגנל הקוסמי לא יהיה אחיד אלא ישתנה ממקום למקום, ואז יהיה קל יותר להפריד אותו מהקרינה המקומית שהיא יחסית אחידה.

אכן, מצפים להפרעות גדולות בהתפלגות הכוכבים הראשונים, כך שאזורים מסוימים יהיו מלאים בכוכבים (מחולקים למיני-גלקסיות שהן קטנות מאד ביחס לגלקסיות של היום כמו שביל החלב), בעוד אזורים אחרים יהיו כמעט ריקים. ניתן להבין את הסיבה לכך מאנלוגיה פשוטה: נניח שאנחנו רוצים למצוא על כדה"א את כל הפסגות מעל 5000 מטר. פסגות אלה (כ- 200 במספר) לא מפולגות באופן אחיד על כדה"א, אלא נמצאות כולן בכמה ריכוזים על רכסי ההרים הגדולים. הנקודה היא שעל רכס הרים גדול, כל גבעה הופכת לפסגה גבוהה, כאשר גבעה דומה שנמצאת בעמק היא רק גבעה. באופן דומה, הגלקסיות הראשונות מרוכזות באזורים שבהן הצפיפות הממוצעת של החומר היא גבוהה בכל האזור; הצפיפות הגבוהה מגבירה את כוח המשיכה באזור כולו ועוזרת ליצור ריכוזי חומר אפל, שהגז אז נופל לתוכם ויוצר כוכבים.

לרעיון הבסיסי הזה נוספה לאחרונה ההבחנה שהחומר האפל והחומר הרגיל (ז"א הגז) נעים במהירויות שונות ביקום המוקדם. בשנתיים האחרונות נחקרה ההשפעה של הבדלי המהירויות האלה בעזרת מודלים מתמטיים וסימולציות נומריות. במאמר שלנו יצרנו לראשונה סימולציה של ההתפלגות התלת-ממדית של הכוכבים הראשונים והראנו שהבדלי המהירויות מגבירים מאד את ההפרעות (פלקטואציות) על סקאלות גדולות. ספציפית, בעידן של החימום הראשון של המימן בין הגלקסיות (ע"י קרינת רנטגן מהגלקסיות), נצפה להפרעות גדולות על סקאלה שמתאימה ל- 400 מיליון שנות אור ביקום כיום. את הפרעות אלה נראה בסקאלה זוויתית של 2/3 מעלה (לשם השוואה, את השמש והירח אנו רואים בגודל של כ- 1/2 מעלה), ולכן יהיה קל יחסית למדוד אותן (כי אין צורך בטלסקופים בעלי הפרדה זוויתית גבוהה). לכן, התבנית שאנחנו מנבאים פותחת את האפשרות לגלות בעזרת גלי רדיו את הכוכבים המוקדמים שנוצרו כשגיל היקום היה כ-180 מיליון שנה (1.3% מגיל היקום כיום). הסיגנל שאנחנו מנבאים גם כולל בתוכו חתימה תצפיתית כזו שמדידה שלה תצביע באופן ברור על קיום מיני-גלקסיות קטנות בתקופה ההיא ועל ההשפעה של הבדלי המהירויות עליהן. זוהי הזדמנות גדולה ואנו מצפים למאמץ תצפיתי ניכר בכיוון זה.