

רשת מצפי הגלים הגרביטציוניים LIGO-Virgo מזהה עוד התנגשות כוכבי ניוטרונים

ב-25 באפריל 2019, המצפה של ליג"ו בליבינגסטון זיהה מה שנראה כאדוות גרביטציוניות שנוצרו בהתנגשות זוג כוכבי ניוטרונים. ליג"ו-ליבינגסטון הוא חלק מרשת גלאי גלים גרביטציוניים הכוללת את ליג"ו (LIGO, the Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory), במימון הקרן האמריקאית הלאומית למדע (NSF), והגלאי האירופאי וירג"ו (Virgo). עתה, מחקר חדש מאשר שהמאורע אכן היה כנראה תוצאה של התמזגות שני כוכבי ניוטרונים. זו הפעם השניה בלבד שאירוע שכזה אי פעם נצפה, באמצעות גלים גרביטציוניים.

התצפית הראשונה, באוגוסט 2017, עשתה היסטוריה כפעם הראשונה בה גלים גרביטציוניים ואור זהו מאותו מאורע מקור קוסמי. מנגד, מההתמזגות של ה-25 באפריל לא זוהה אור. ברם, ניתוח של נתוני הגלים הגרביטציוניים לבדם הספיק להראות שההתנגשות יצרה גוף עם מסה גבוהה באופן חריג.

"מתצפיות סטנדרטיות עם אור כבר הכרנו 17 זוגות של כוכבי ניוטרונים בגלקסיה שלנו, והערכנו את המסות של הכוכבים האלה", אמר בן פאר, חבר צוות ליג"ו באוניברסיטת אורגון. "מה שמפתיע הוא שהמסה הכוללת של הזוג הזו הרבה יותר גבוהה מהצפוי".

"זיהינו אירוע שני המתאים למערכת בינארית של כוכבי ניוטרונים, וזה אישוש חשוב לאירוע מאוגוסט 2017 שסימן את פתיחת העידן המלהיב של אסטרונומיה מרובת-ערוצים לפני שנתיים", אמר יו ון דן ברנד, דובר וירג"ו ופרופסור באוניברסיטאות מאסטריוט, VU באמסטרדם, ו Nikhef בהולנד. אסטרונומיה רב-ערוצית מתאפשרת כאשר סוגים שונים של אותות מעידים בו-זמנית על אותו מאורע, כמו גלים גרביטציוניים ואור.

המחקר, שהתפרסם בכתב העת *The Astrophysical Journal Letters*, נכתב בידי צוות בינלאומי המורכב ממערכי שיתוף הפעולה המדעיים של ליג"ו ווירג"ו, כאשר האחרון קשור לגלאי שבאיטליה. התוצאות הוצגו היום, 6 בינואר, בכינוס ה-235 של החברה האסטרונומית האמריקאית שהתקיים בהונולולו, הוואי.

כוכבי ניוטרונים הם שרידים של כוכבים שמתו, ושעברו פיצוצים קטסטרופליים בעת שקרסו בסוף חייהם. כאשר שני כוכבי ניוטרונים מסתחררים זה סביב זה, הם מתנגשים באופן אלים אשר שולח רעידות גרביטציוניות דרך הזמן-מרחב.

ליג"ו היה למצפה הראשון שמדד גלים גרביטציוניים באופן ישיר ב-2015; האות אז הגיע מהתנגשות של שני חורים שחורים. מאז, ליג"ו ווירג"ו מדדו עוד עשרות אותות נוספים החשודים כהתמזגויות זוגות חורים שחורים.

התנגשות כוכבי הניוטרונים באוגוסט 2017 נחזתה בידי שני גלאי ליג"ו, בליבינגסטון, לואיזיאנה ובהנפורד, וושינגטון, יחד עם אוסף של טלסקופים מבוססי-אור ברחבי העולם (התנגשויות כוכבי ניוטרונים מפיקות אור, בעוד שהתנגשויות חורים שחורים לא אמורות לעשות זאת). ההתנגשות לא נצפתה בבירור בנתונים של וירג"ו, אולם דווקא עובדה זו סייעה למקד את מקור האות על פני השמים.

האירוע של אוגוסט 2019 זוהה לראשונה בנתונים של ליג"ו-ליבינגסטון בלבד. הגלאי של ליג"ו-הנפורד לא היה פעיל באותו זמן, ובשל המרחק (מעל 500 מיליון שנות אור), האירוע היה חלש מכדי להיראות בנתונים של וירג"ו.

שימוש בנתונים של ליבינגסטון יחד עם המידע מוירג'ו אפשר לצמצם את מיקום האירוע לתחום בשמים המתפרס על מעל 8200 מעלות ריבועיות, כלומר בערך 20% מפני השמים. לשם השוואה, מיקום האירוע של אוגוסט 2017 צומצם לכ-16 מעלות ריבועיות, שהן 0.04% מהשמיים.

"זו הפעם הראשונה בה אנו מפרסמים אירוע מגלאי יחיד", אמרה אנהמריה אפאר מקאלטק, מדענית שעובדת בליג'ו-ליבינגסטון. "אבל לוירג'ו הייתה תרומה משמעותית. ניצלנו מידע לגבי אי-הגילוי בוירג'ו כדי למקם, באופן גס, את מקור הסיגנל".

הנתונים מליג'ו מגלים שהמסה הכוללת של שני הגופים הייתה בערך פי 3.4 ממסת השמש שלנו. בגלקסיה שלנו, מוכרות מערכות של זוגות כוכבי ניוטרונים רק עד 2.9 פעמים מסת השמש. אפשרות אחת להסבר המסה הגבוהה באופן חריג היא שההתנגשות לא הייתה בין זוג כוכבי ניוטרונים, אלא בין כוכב ניוטרונים לחור שחור, היות שחורים שחורים יכולים להיות כבדים יותר. אבל לשם כך, החור השחור יצטרך להיות קטן באופן חריג ביותר. על-כן ע"פ סביר בהרבה שההתנגשות הייתה בין שני כוכבי ניוטרונים.

"מה שאנו למדים מהנתונים הוא את המסות, והמסות של האובייקטים מתאימות בסבירות הגבוהה ביותר לכוכבי ניוטרונים. אבל כמערכת זוגית של כוכבי ניוטרונים, המסה הכוללת גבוהה בהרבה משל כל זוג מוכר אחר בגלקסיה", אמר סורבהי סאצ'דב, חבר צוות ליג'ו מאוניברסיטת Penn State. "ועשויות להיות לכך השלכות מעניינות לגבי אופן ההיווצרות של הזוג מלכתחילה".

מקובלים שני אופני היווצרות אפשריים לזוגות של כוכבי ניוטרונים: הם עשויים להיווצר ממערכות זוגיות של כוכבים מסיביים שכ"א מהם מסיים את חייו ככוכב ניוטרונים, או להיווצר כאשר שני כוכבי ניוטרונים שנוצרו בנפרד מתקרבים זה לזה בסביבה כוכבית צפופה. הנתונים של ליג'ו מה-25 באפריל לא קובעים מי משני התרחישים סביר יותר, אבל כן מסמנים שעוד נתונים ומודלים חדשים דרושים על מנת להסביר את המסה הגבוהה והמפתיעה.

מידע נוסף על הגלאים

ליג'ו ממומן בידי ה-NSF ומתופעל בידי קאלטק MIT, אשר הגו את הרעיון של ליג'ו והובילו את הפרויקט. הפרויקט של Advanced LIGO מומן בידי ה-NSF יחד עם התחייבויות ותרומות משמעותיות של גרמניה (חברת מקס פלאנק), בריטניה (המועצה למתקני מדע וטכנולוגיה), ואוסטרליה (מועצת המחקר האוסטרלית – OzGrav). כ-1300 מדענים מכל רחבי העולם משתתפים המאמצים דרך מרעך שיתוף הפעולה המדעי של ליג'ו, הכולל גם את מערך GEO. רשימת שותפים נוספים נמצאת ב-<https://my.ligo.org/census.php>.

מערך וירג'ו מורכב מ-520 חברים מ-99 מוסדות ב-11 מדינות הכוללות את איטליה, בלגיה, גרמניה, הולנד, הונגריה, ספרד, פולין וצרפת. מצפה הגרביטציה האירופאי (EGO) מארח את גלאי וירג'ו ליד פיזה באיטליה, וממומן בידי המרכז הלאומי למחקר מדעי בצרפת (CNRS), במכון הלאומי לפיסיקה גרעינית באיטליה (INFN),

Nikhef בהולנד. רשימה של הקבוצות החברות בוירג'ו ניתן למצוא ב-<http://public.virgo-gw.eu/the>

<http://www.virgo-gw.eu>. מידע נוסף זמין באתר של וירג'ו, <http://www.virgo-gw.eu>.

Media Contacts

עברית

אופק בירנהולץ, אוניברסיטת בר-אילן

Ofek.birnholtz@biu.ac.il

058-5452565

Caltech

Whitney Clavi

wclavin@caltech.edu

626-390-9601

MIT

Abigail Abazorius

abbya@mit.edu

617-253-2709

Virgo

Livia Conti

livia.conti@pd.infn.it

NSF

Ivy Kupec

ikupec@nsf.gov

703.292.8796