

חלקיק שקיומו נובא על ידי חוקר ישראלי התגלה במאיץ החלקיקים בשווייץ

את מספר החלקיקים מסוג זה הידועים לאדם "ניתן לספור על אצבעות יד אחת", הסביר מומחה לתחום

15:15 01.08.2021 [בדעון לב](#)

חלקיק תת-אטומי חדש התגלה במאיץ LHC במרכז המחקר הבינלאומי CERN בשווייץ. החלקיק, המכונה Tcc+, הוא טתרה-קוורק המכיל שני קוורקים ושני אנטי-קוורקים. הגילוי הוצג בשבוע שעבר בכנס המרכזי הדו-שנתי של האגודה האירופית לפיזיקה. גילוי זה מספק עדות עקיפה חזקה לקיומו של חומר יציב מסוג חדש. אם חומר כזה אכן יתגלה, הוא יהיה החומר התת-אטומי היציב הראשון שמתגלה מזה 60 שנה.

כל החומר היציב ביקום הנצפה בנוי מאטומים, שמורכבים מאלקטרונים שחגים סביב גרעין המורכב מפרוטונים ונייטרונים. הפרוטונים והנייטרונים, שמורכבים בתורם משלושה קוורקים, מהווים 99.95% מהמסה של החומר היציב הנצפה ביקום. מכאן שהקוורקים הם אבני הבניין הבסיסיות שמהן בנוי רובו המוחלט של החומר הנראה.

מלבד הפרוטון והנייטרון, שמורכבים כל אחד משלושה קוורקים, הקוורקים מתאחדים גם בצמד של קוורק ואנטי-קוורק ליצירת מזונים. במשך שנים רבות, אמר פרופ' ארז עציון, ראש בית הספר לפיזיקה ואסטרונומיה של אוניברסיטת תל אביב, המבצע ניסויים ב-CERN אך אינו קשור לגילוי החדש, ניבאו מדענים את קיומם של תת-חלקיקים 'אקזוטיים', כלומר כאלה המורכבים מארבעה ואף חמישה קוורקים, אולם רק בשנים האחרונות התחילו תת-חלקיקים כאלה להתגלות בפועל בניסויים.

הכוחות הקושרים את ארבעת הקוורקים בתת-החלקיק החדש פועלים בצורה כזו שקשה לו להתפרק לשני מזונים, ולכן זמן החיים שלו ארוך במיוחד – פי שלושה מזה של תת-החלקיק האקזוטי מאריך החיים ביותר שהיה ידוע עד כה.

תת-החלקיק החדש מכיל שני קוורקים כבדים מסוג 'קסם' (charm; שם שניתן לקוורק כשנתגלה בניסוי ב-1974 – הממצא נראה אז לחוקרים כה מופלא ולא מובן, שהם נתנו לו את השם הייחודי) ושני אנטי-קוורקים קלים, אחד מסוג up ואחד מסוג down. זהו תת-החלקיק האקזוטי הראשון שמכיל שני קוורקים כבדים, ולא קוורק כבד ואנטי-קוורק כבד ועוד קוורק קל ואנטי קוורק קל כפי שקורה בכל יתר תת-החלקיקים האקזוטיים הידועים.

פרופ' יורם רוזן מהטכניון, המבצע ניסויים ב-CERN כחלק מפרויקט אטלס ואינו חלק מהניסוי הנוכחי, אמר על הגילוי החדש: "זו לא תגלית בסקלה של ההיגס, אבל כל תגלית היא צעד חשוב. כאן למשל, זמן החיים הארוך משמעותי להבנת המבנה שכן החלקיק כמעט אינו דועך על-ידי הכוח החזק כפי שדועכים שאר תת-החלקיקים האקזוטיים. הדבר יוכל להסביר את המבנה הפנימי שלו".

רוזן הוסיף ש"אם היום היו מגלים חרק חדש, אולי לא היית מתרגש במיוחד, כי יש כמעט מיליון מינים כאלה. תת-חלקיקים, או 'הדרונים', ידועים בסך הכל כמאה. ואת כל ההדרונים האקזוטיים, כלומר טרה-קוורקים ופנטה-קוורקים, הידועים לנו אפשר לספור על אצבעות יד אחת".

במאיץ החלקיקים הענק שבז'נווה, חוקרים מאיצים במנהרה תת-קרקעית מעגלית שהיקפה 27 ק"מ שתי אלומות פרוטונים בכיוונים הפוכים. האלומות מתנגשות זו בזו, בתוך גלאים מיוחדים שאוספים את כל המידע על אודות הרסיסים שנוצרים בכל אחת מההתנגשויות. לאחר מכן מסננות תוכנות מחשב מתוך נתונים אלה מידע על חלקיקים חדשים שנוצרו בכל אירוע. לכל חלקיק תת-אטומי יש חתימה ייחודית משלו שמופיעה בעיבודי מחשב אלה וכך זוהה גם החלקיק החדש.

רוזן הוסיף כי גילוי תת-חלקיק כזה כרוך בעבודה מפרכת במיוחד. "כל חוקר מפעיל פילטר משלו על הנתונים שהתקבלו, כדי לגלות את הדברים שמעניינים אותו. אחרי שמגלים משהו רק אז מתחילה העבודה הקשה, כי צריך לוודא שמה שנראה הוא באמת מה שחושבים ולא שגיאה או תופעת רקע. זה לוקח שנים. עיקר העבודה היא לא לגלות אלא לוודא, להוכיח שמה שראינו אמיתי".

הוודוא כי Tcc+ אכן קיים יכול להיות בעל חשיבות רבה לעתיד המחקר. לפני ארבע שנים נחזו במדויק המסה ותכונות אחרות של הטרה-קוורק במאמר מאת פרופ' מרק קרלינר מבית הספר לפיזיקה ולאסטרונומיה באוניברסיטת תל אביב ופרופ' ג'ונתן רוזנר מאוניברסיטת שיקגו, שהתפרסם בכתב העת Physical Review Letters. באותו מאמר ניבאו השניים את קיומו של תת-חלקיק אחר, שבו במקום שני קוורקים כבדים מסוג 'קסם' יהיו שני קוורקים מסוג 'בוטום' שהם כבדים בערך פי שלושה. "הראינו שם בצורה אמינה שתת-חלקיק אקזוטי כזה יהיה יציב ביחס לכוח הגרעיני החזק, דבר שלא מוכר לנו כיום בטבע", אמר קרלינר. "עד היום היתה שאלה עד כמה הניבוי התיאורטי הזה מדויק. מכיוון שבאותו מאמר נצפתה המסה של תת-חלקיק שנמצא עכשיו, והתברר שהתחזית היתה מדויקת מאוד, זה מחזק את הניבוי התיאורטי של החלקיק השני, שיהיה סוג חומר חדש לגמרי".

תת-החלקיק היציב שאת קיומו צפו קרלינר ורוזנר הוא בעל זמן חיים ארוך פי מאה מיליון לעומת תת-החלקיקים האקזוטיים הידועים כיום, ואם אכן יאושר קיומו בניסוי, הוא יהיה תת-החלקיק האקזוטי הראשון שהוא יציב כמו הפרוטון והנייטרון. "התגלית החדשה מספקת לנו עדות חזקה מאוד, אם כי לא עדות ניסיונית ישירה, לחיזוי התיאורטי שקיים סוג חומר כזה, יציב מאוד", אמר קרלינר.

בשנים הבאות יערכו ב-CERN ניסויים אשר יבחנו את הניבוי הזה באופן מפורט. "נפתחה פה חגיגה", אמר פרופ' עציון על הגילוי החדש. "הדיוק במדידת המסה ותכונות תת-החלקיק החדש כבר מאפשרים לנו להעמיק את הבנתנו בתיאוריה של הכוחות הבסיסיים בטבע, וזה כנראה תת-החלקיק הראשון מהסוג הזה, ולא האחרון".