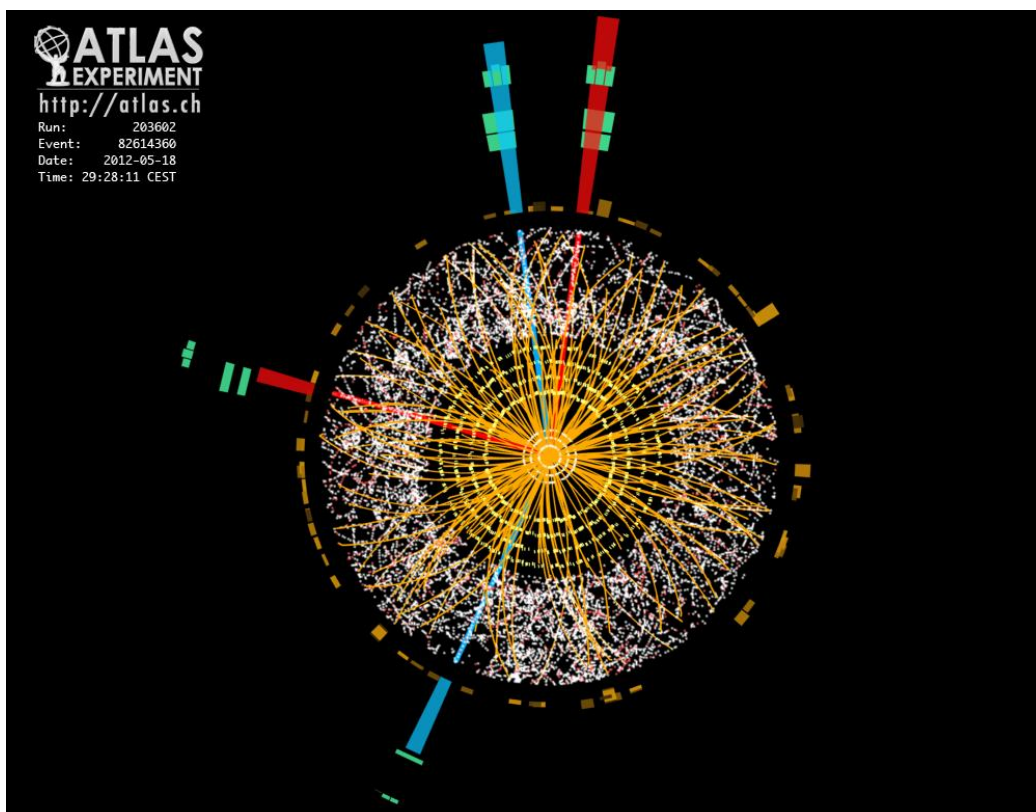


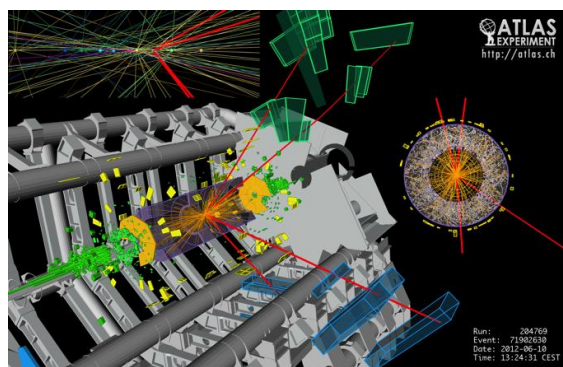
## תוצאות חדשות בחיפוש אחר חלקיק ההיגס ב-ATLAS



איור 1: מאורע המכיל ארבע אלקטרונים כפי שנצפה ב-ATLAS בשנת 2012. מאורעות כדוגמת זה עשויים להיות תוצר של דעיכה של חלקיק ההיגס.

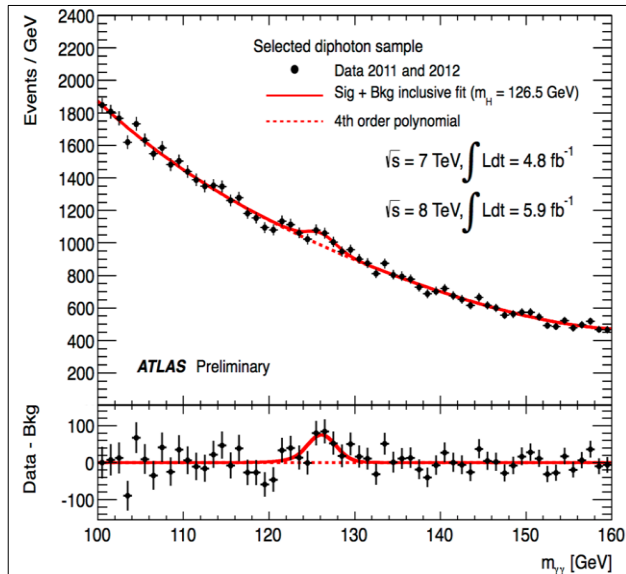
4 ביולי 2012, המרכז האירופי למחקר גרעיני (CERN).

הבוקר, צוות הגלאי ATLAS הציג לראשונה תוצאות עדכניות בחיפוש אחר בוזון ההיגס, בסמינר שנערך במשותף ב-CERN ובשיחת וידאו בכנס הבינלאומי לפיזיקה של אנרגיות גבוהות (ICHEP) במלבורן, אוסטרליה. בכנס זה יוצג ניתוח מלא של המידע בהמשך השבוע. תוצאות מוקדמות אלו הוצגו למדענים ב-CERN, ולעמיתיהם במאות מכוני מחקר ברחבי העולם באמצעות שידור אינטרנטי.



איור 2: מאורע המכיל ארבע מיאונים כפי שנצפה ב-ATLAS בשנת 2012. מאורעות כדוגמת זה עשויים להיות דעיכה של חלקיק ההיגס.

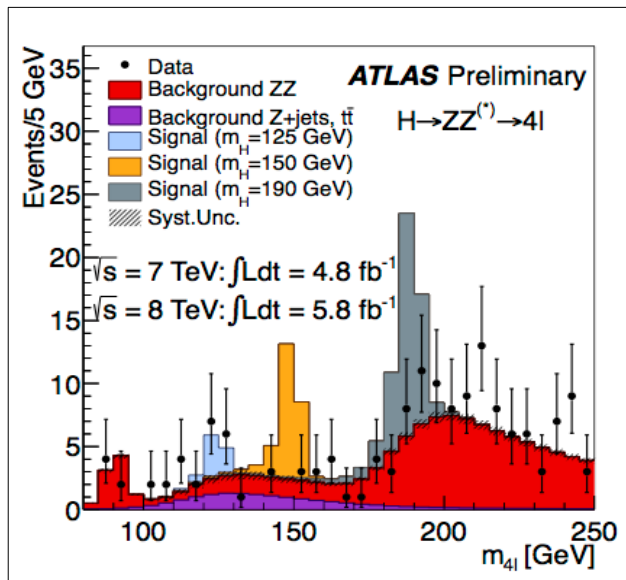
"המחקר היום מתקדם יותר מכפי שיכולנו לדמיין לפני זמן קצר" אמרה פאבולה ג'יאנוטי, הדוברת של ATLAS. "אנחנו רואים סימנים ברורים לחלקיק חדש, במובהקות סטטיסטית של 5 סטיות תקן, במסה של 126 GeV (גיגה אלקטרון-וולט) לערך. הביצועים היוצאים מן הכלל של מאיץ ההדרונים הגדול (LHC) ושל הגלאי ATLAS, והמאמצים האדירים של כל המעורבים הביאו אותנו לשלב המרגש הזה. בקרוב ניתן יהיה לסכם את התוצאות הראשוניות, אבל עוד הרבה מאמץ ידרש על מנת לקבוע את תכונותיו הפיזיקליות של החלקיק החדש".



איור 3: התפלגות המסה עבור ערוץ הדעיכה של היגס לשני פוטונים. העדות החזקה ביותר לקיומו של החלקיק החדש מגיעה מניתוח מאורעות המכילים שני פוטונים.

בעל מובהקות סטטיסטית, המעיד על חלקיק במסה של  $126\text{GeV}$  לערך. ניתוח סטטיסטי משותף של שני הערוצים האלו ביחד עם ערוצים נוספים מראה גילוי של אות במובהקות סטטיסטית של 5 סטיות תקן. כלומר, ביקום ללא חלקיק ההיגס, רק בניסוי אחד מתוך שלושה מיליון ניסויים היו מתקבלות תוצאות דומות.

התוצאות הן עדכון של אנליזה שהוצגה בדצמבר האחרון בסמינר ב-*CERN*, ושפורסמה בתחילת השנה. התוצאות מדצמבר, המבוססות על מידע שנאסף מהתנגשויות פרוטונים באנרגית מרכז מסה של  $7\text{TeV}$  במהלך שנת 2011 הגבילו את המסה האפשרית של בוזון ההיגס לשני טווחים צרים אפשריים, האחד סביב  $117\text{GeV}$  והשני סביב  $129\text{GeV}$ . עודף קטן של מאורעות מעל הרקע הצפוי נראה על ידי הגלאים *ATLAS* ו-*CMS* בסביבות  $126\text{GeV}$ , מסה הקרובה למסת אטום היוד.



איור 4: התפלגות המסה עבור ערוץ הדעיכה היגס לארבעה לפוטונים. ערוץ הדעיכה בעל האות הצפוי הנקי ביותר הוא היגס הדועך לשני חלקיקי Z שכל אחד מהם דועך לזוג אלקטרונים או לזוג מיאונים. באזור שבין  $120\text{GeV}$  לבין  $130\text{GeV}$ , בו צפויים להתקבל 5.3 מאורעות, נצפים 13 מאורעות. מניתוח מלא של המידע, עולה שעודף זה של מאורעות יכול להתקבל בהסתברות של  $3 \cdot 10^{-4}$  ביקום ללא החלקיק החדש.

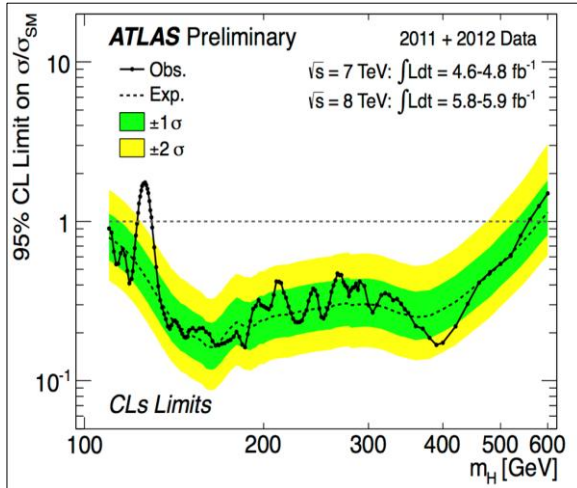
בוזון ההיגס הוא חלקיק לא יציב, שיכול להתקיים לשבריר קטן של שניה בלבד, ודועך לחלקיקים אחרים, לכן הוא ניתן לגילוי בניסוי רק על ידי מדידת תוצרי הדעיכה שלו. על פי המודל האחיד, תיאוריה פיזיקלית המספקת תיאור מדויק למדי של החומר ביקום, בוזון ההיגס צפוי לדעוך לאחת מכמה קומבינציות אפשריות של חלקיקים, הנקראות ערוצי דעיכה. ההתפלגות בין ערוצי הדעיכה השונים תלויה בין היתר במסת הבוזון.

באטלס ריכזו את המאמצים בשני ערוצי דעיכה משלימים: דעיכת היגס לשני פוטונים (חלקיקי אור) ודעיכת היגס לארבעה לפוטונים (אלקטרונים או אחיהם הכבדים, המיאונים). בשני ערוצים אלו, ניתן להעריך בצורה מיטבית את מסת החלקיק. קיים הבדל בין שני הערוצים: ערוץ הדעיכה של שני הפוטונים מזוהה על ידי אות קטן על פני רקע גדול אבל מתואר היטב, ולערוץ הדעיכה של ארבעת הפוטונים יש אות קטן יותר, אך גם רקע נמוך. שני ערוצי הדעיכה מציגים, עודף מאורעות על פני המצופה מהרקע, בעל מובהקות סטטיסטית משותף של שני הערוצים האלו ביחד עם ערוצים נוספים מראה גילוי של אות במובהקות סטטיסטית של 5 סטיות תקן. כלומר, ביקום ללא חלקיק ההיגס, רק בניסוי אחד מתוך שלושה מיליון ניסויים היו מתקבלות תוצאות דומות.

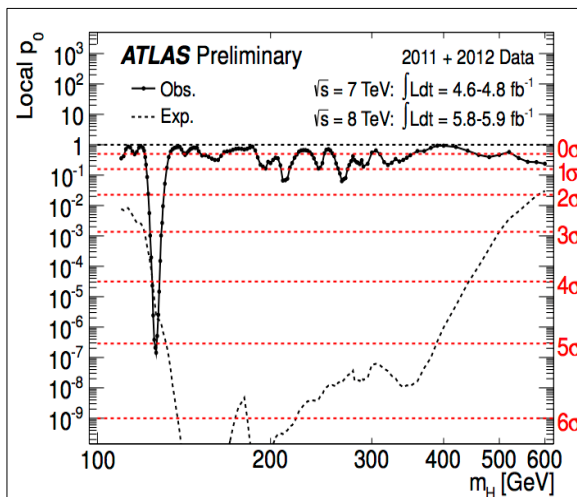
המידע שנאסף במשך שלושה חודשים בשנת 2012, מגיע מהתנגשויות בין פרוטונים באנרגיית מרכז מסה של  $8\text{TeV}$ , וכולל יותר מאורעות מאשר אלו שנאספו במהלך כל שנת 2011. הצטברות מהירה זו של מידע התאפשרה תודות למאמצים יוצאי הדופן של צוות המאיץ. המידע שמוצג בסמינר הינו תוצר של כמיליון מילארדי ( $10^{15}$ ) התנגשויות פרוטונים.

הגלאי *ATLAS* תפקד בצורה מרשימה, גם תחת עומס ההתנגשויות בשנת 2012, ואסף מידע איכותי ביעילות גבוהה. כח המחשוב רב העוצמה של הגריד, רשת המחשבים העולמית של המאיץ היה הכרחי עבור עיבוד המידע.

הצעד הבא עבור *ATLAS*, המאיץ *LHC* וקהילת הפיזיקאים העוסקים באנרגיות גבוהות הוא למדוד את התכונות של עודף המאורעות הזה, ולהשוות את המדידות עם התכונות של בוזון ההיגס שנובאו אל ידי התיאוריה. כבר עכשיו חלק מהתכונות תואמות את המצופה: העובדה שהחלקיק נצפה בערוצי הדעיכה המצופים ובמסה המתאימה למדידות עקיפות שבוצעו בעבר. בחודשים הקרובים, אטלס ימדוד בצורה טובה יותר את התכונות האלו, ויגלה תמונה



איור 5: גבול נסיוני ליצירת היגס של המודל הסטנדרטי במסות שונות. העקומה החלקה מתארת את הגבול הנסיוני עבור יצירת היגס עבור כל ערך של מסה. האזור בו עקומה זו יורדת מתחת לקו האופקי שערכו 1, הוא אזור אסור במידת ודאות של 95%. העקומה המקווקו מראה את הגבול הצפוי בהעדרו של חלקיק ההיגס, והיא מבוססת על סימולציה. הפסים הירוקים והצהובים מתאימים לסטייה במידת וודאות של 68% ושל-95% (בהתאמה) מהצפוי.



איור 6: ההסתברות של הרקע ליצור עודף מאורעות דמוי אות, עבור מסות היגס שונות. כמעט בכל טווח המסות הסתברות זו היא של כמה אחוזים, אבל באזור מסה של 126.5 GeV ההסתברות קטנה ל- $3 \cdot 10^{-7}$  והיא מתאימה למובהקות סטטיסטית של 5 סטיות תקן, הנדרשת להצהרה של תגלית חלקיק חדש. בוזון היגס של המודל הסטנדרטי צפוי ליצור עמק של 4.6 סטיות תקן.

ברורה יותר: האם עודף המאורעות נובע מבוזון ההיגס, מחלקיק ראשון ממשפחה גדולה יותר של חלקיקים כאלו, או שמא מדובר בתופעה אחרת לחלוטין.

המאיץ צפוי לספק לגלאי ATLAS כמות מידע כפולה עד סוף שנת 2012, אז יושבת לתקופה של כשנתיים לצורך שדרוג. כשהמאיץ ישוב לפעול לקראת סוף שנת 2014, הוא יפעל באנרגיה כמעט כפולה מזו הנוכחית. המידע שנאסף עד כה, וזה שיאסף בעתיד על ידי המאיץ המשופר, יאפשר למדענים לענות על שאלות בנוגע לחלקיק ההיגס, כמו גם שאלות בסיסיות נוספות הנוגעות להבנתנו את היקום.

### אודות אטלס

הגלאי ATLAS הינו ניסוי בפיזיקת חלקיקים הממוקם במאיץ ההדרונים הגדול (LHC) שב-CERN. בעזרת הגלאי ATLAS המדענים תרים אחר תופעות חדשות בהתנגשויות בין הדרונים באנרגיות גבוהות, וחוקרים את כוחות היסוד המעצבים את היקום בו אנו חיים מאז ראשית הזמן. הנושאים הנחקרים כוללים בין היתר את מקור המסה, קיומם של מימדים נוספים, איחודם של כוחות היסוד, וחיפוש אחר חומר אפל.

כיום, שיתוף הפעולה בניסוי ATLAS מורכב מ-3,000 פיזיקאים מ-176 מכוני מחקר ב-38 מדינות שונות בעולם. יותר מ-1,000 דוקטורנטים מעורבים בהפעלתו של הגלאי ובניתוח המידע המתקבל ממנו.

ניתן למצוא מידע הנוגע לגלאי ATLAS באתר האינטרנט: <http://atlas.ch>.

מידע נוסף ניתן למצוא באתרים הבאים:

- <http://cern.ch/atlas-live> שידור ישיר
- <http://twitter.com/ATLASexperiment>
- <http://gplus.to/ATLASexperiment>
- <http://www.facebook.com/ATLASexperiment>
- <http://www.youtube.com/TheATLASexperiment>
- <http://atlas.ch/blog>