



ABEL  
PRISEN

## رابرت لنگلندز، برنده جایزه آبل ۲۰۱۸

دیگری از تابع‌گونگی انجامید که در اثبات وایلز (Wiles) از حالات مهم حدس شیمورا-تانیاما-وی (Shimura-Taniyama-Weil) نقش داشت.

گروه  $GL(2)$  ساده‌ترین نمونه گروه کاهنده غیرآبلی است. لنگلندز پی برد که برای گذار به حالت کلی به یک فرمول اثر پایدار نیاز است، که بعداً به وسیله آرتور (Arthur) ثابت شد. این نتیجه، همراه با اثبات نگو (Ngô) از لم موسوم به لم بنیادی، که لنگلندز آن را حدس زده بود، به رده‌بندی نمایش‌های خودریخت گروه‌های کلاسیک برحسب نمایش‌های گروه‌های خطی کلی انجامیده است.

ایده تابع‌گونگی، به نحو شگفت‌انگیزی، تعدادی از نتایج مهم از جمله پیمانگی (modularity) خم‌های بیضوی و اثبات حدس ساتو-تیت (Sato-Tate) را تحت لوای واحدی درآورده و همچنین به بسیاری از حدس‌های مهم، از قبیل حدس‌های رامنوجان-پیرسون (Pearson) و سلبرگ و نیز حدس هاسه (Hasse). وی برای توابع زتا، وزن و اعتبار بخشیده است.

تابع‌گونگی در مورد گروه‌های کاهنده روی میدان‌های اعداد هنوز دور از دسترس مانده است ولی با پژوهش‌های بسیاری از متخصصان از جمله سه تن از برندگان مدال فیلدز: درینفلد (Drinfel'd)، لافورگ (Lafforgue)، و نگو با الهام از برنامه لنگلندز پیشرفت زیادی در این زمینه به دست آمده است. همچنین جنبه‌های جدیدی از این نظریه، از قبیل حدس‌های لنگلندز روی میدان‌های موضعی و میدان‌های توابع، و برنامه هندسی لنگلندز رشد و تکامل یافته است. ایده‌های لنگلندز موجب ارتقای نمایش‌های خودریخت به چنان جایگاهی شد،

فرهنگستان علوم و ادبیات نروژ جایزه آبل سال ۲۰۱۸ را به رابرت لنگلندز (Robert P. Langlands) از مؤسسه مطالعات پیشرفته پرینستون اهدا کرد. این جایزه به خاطر «برنامه ژرف‌بینانه او که نظریه نمایش را به نظریه اعداد مربوط می‌سازد» به وی تعلق گرفته است.

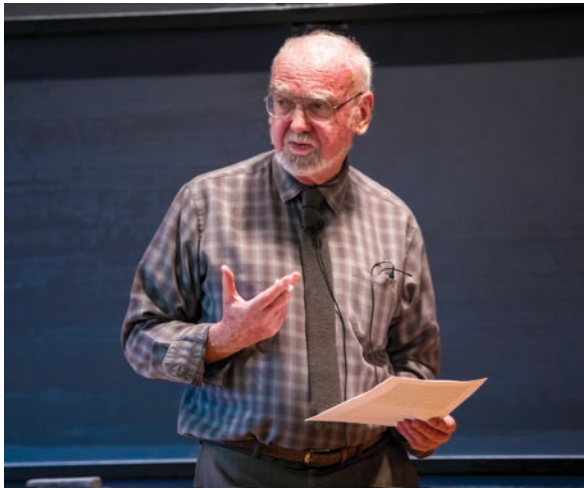
مضمون برنامه لنگلندز، پیش‌بینی وجود شبکه تنگاتنگی از پیوندها بین فرم‌های خودریخت (automorphic) و گروه‌های گالواست.<sup>۱\*</sup>

دستاورد بزرگ نظریه جبری اعداد در ثلث اول قرن بیستم، نظریه میدان‌های رده‌ای است. این نظریه، تعمیم وسیعی از قانون تقابل مربعی گاوس است و مجموعه‌ای از ابزارهای نیرومند برای مطالعه مسائلی ارائه می‌کند که تحت سیطره گروه‌های گالوای آبلی هستند. حالت غیرآبلی بسیار عمیق‌تر است. لنگلندز در نامه معروفی به آندره وی (Weil) در سال ۱۹۶۷، رئوس برنامه گسترده‌ای را مطرح کرد که ادراک ریاضیدانان از این مسئله را دگرگون ساخت.

تشخیص لنگلندز در این مورد که نمایش‌های گروه‌های گالوا را باید به فرم‌های خودریخت مربوط ساخت حاوی ایده‌ای غیرمنتظره و اساسی بود که امروز به تابع‌گونگی لنگلندز (Langlands Functoriality) معروف است. نکته اصلی در این ایده این است که نمایش‌های خودریخت یک گروه کاهنده (reductive) باید از طریق  $L$ -تابع‌ها، به نمایش‌های گالوا در یک گروه دوگان مربوط شوند.

ژاکه (Jaquet) و لنگلندز توانستند حالت اولیه‌ای از تابع‌گونگی را برای  $GL(2)$  با استفاده از فرمول اثر سلبرگ (Selberg trace formula) ثابت کنند. کار لنگلندز در این مورد به اثبات حالات

<sup>۱\*</sup> در شماره ۸۵ مجله اخبار، مقاله مشروحي در باره برنامه لنگلندز به قلم سيد محمد هادي هدايت‌زاده، از پژوهشگران پژوهشگاه، آمده است.



رابرت لنگلندز

مطالعه کارهای آتله سلبرگ ریاضیدان نوژی کرد، مبحثی که بعداً در پژوهش‌های خودش جنبه محوری یافت.

در سال ۱۹۶۰، لنگلندز با عنوان مدرس (instructor) در دانشگاه پرینستون شروع به کار کرد. در آنجا با سلبرگ و نیز آندره وی و هاریش-چاندرا که همگی در انستیتوی مطالعات پیشرفته در همان نزدیکی بودند ارتباط و معاشرت یافت و به خصوص تحت تأثیر کار هاریش-چاندرا در زمینه فرم‌های خودریخت قرار گرفت. لنگلندز همچنین به مطالعه مباحث دیگری از ریاضیات، از قبیل نظریه میدان‌های رده‌ای پرداخت. همکارش سالومون بوخنر (Salomon Bochner) وی را به سوی این مبحث هدایت کرد و رابرت را تشویق کرد که درسی در این زمینه بدهد. لنگلندز در ۱۹۶۲ به عضویت بخش ریاضیات انستیتو برگزیده شد.

در خلال تعطیلات کریسمس ۱۹۶۶، لنگلندز به ایده اساسی «تابع‌گونگی»، سازوکاری برای پیوند دادن مفاهیمی از نظریه اعداد با مفاهیم فرم‌های خودریخت، دست یافت. در اوایل ژانویه ۱۹۶۷، در راهرو انستیتو به آندره وی برخورد و شروع به شرح کشف خود برای او کرد. وی به لنگلندز پیشنهاد کرد اندیشه‌هایش را در نامه‌ای برای او بنویسد.

لنگلندز نامه را با سرعت با دست نوشت و آندره وی ترتیبی داد که آن را تایپ کنند. نامه در سطح وسیعی در میان ریاضیدانان پخش شد و طی پنج سال بعد، برای بسیاری از آنها تعدادی مسئله جالب، عمیق، و جدید مطرح کرد، و وقتی افراد بیشتری به پروژه اثبات حدس‌های او پیوستند، این پروژه به برنامه لنگلندز معروف شد. او بعدها درباره این نامه نوشت: «نکات جالبی در آن وجود دارد که درست‌اند و برای من تا به امروز هم غیرمنتظره هستند. شواهدی وجود داشت که  $L$  - تابع‌ها

که نقش عمیقی در سایر شاخه‌های ریاضیات، بسیار فراتر از دورترین رویاهای پیشگامانی چون وایل (Weyl) و هاریش-چاندرا (Harish-Chandra)، یافته‌اند.

## درباره زندگی لنگلندز

در ژانویه ۱۹۶۷، رابرت لنگلندز که در آن موقع دانشجویی سی‌ویک‌ساله در دانشگاه پرینستون بود نامه‌ای به آندره وی ریاضیدان معروف فرانسوی، در آن هنگام شصت‌ساله، نوشت و رئیس ایده‌های ریاضی جدیدش را در آن بیان کرد. وی نوشت: «اگر مایل باشید این مطالب را به عنوان گمانه‌زنی صرف بخوانید، سپاسگزار خواهم بود. در غیر این صورت، حتماً سطل آشغالی دم دستتان هست که نامه را در آن بیندازید.» این بیان فروتنانه لنگلندز امروز همچون قطعه‌ای از یک نمایش کمدی به نظر می‌رسد چون این نامه هفده‌صفحه‌ای نظریه‌ای را مطرح کرد که راه جدید کاملی برای اندیشیدن درباره ریاضیات گشود و پرده از پیوندهای عمیقی بین دو حوزه نظریه اعداد و آنالیز همساز [هارمونیک] برداشت، حوزه‌هایی که قبلاً نامرتبط به نظر می‌رسیدند.

در واقع، ایده‌های لنگلندز آنقدر اساسی و همه‌جانبه، و سازوکارهایی که برای پل‌زدن بین این حوزه‌های ریاضی پیشنهاد کرد چنان غنی بود که نامه او موجب پیدایش پروژه‌ای به نام برنامه لنگلندز شد که صدها تن از بهترین ریاضیدانان جهان طی پنجاه سال گذشته درگیر آن شده‌اند. هیچ پروژه دیگری در ریاضیات مدرن چنین دامنه گسترده‌ای نداشته، چنین تعداد زیادی نتیجه عمیق تولید نکرده، و این همه ریاضیدان مشغول پژوهش در آن نبوده‌اند. با افزایش ژرفا و وسعت نظریه لنگلندز، آن را غالباً به عنوان یک نظریه وحدت‌بخش بزرگ ریاضی توصیف می‌کنند.

رابرت لنگلندز در سال ۱۹۳۶ در نیووست مینستر واقع در ایالت بریتیش کلمبیای کانادا به دنیا آمد. در ۹ سالگی به اتفاق خانواده در یک شهر کوچک توریستی در نزدیکی مرز آمریکا اقامت گزیدند و والدینش در آنجا یک فروشگاه مصالح ساختمانی دایر کردند. او به هیچ وجه قصد نداشت به دانشگاه برود تا آنکه یکی از معلمانش، در حضور همکلاسی‌هایش، به او گفت اگر به دانشگاه نرود به استعدادهای خدادادش خیانت کرده است.

رابرت در ۱۶ سالگی وارد دانشگاه بریتیش کلمبیا شد، دوره کارشناسی ریاضی را در سال ۱۹۵۷ و کارشناسی ارشد را در سال بعد به پایان رساند، سپس برای تحصیلات دکتری به دانشگاه ییل (Yale) رفت. در همان سال اول، رساله دکتری خود را با عنوان نیم‌گروه‌ها و نمایش‌های گروه‌های لی به انجام رساند و در سال دوم شروع به

مفید باشند اما اینکه پیامدهایی برای نظریه جبری اعداد داشته باشند، به هیچ وجه قطعی نبود.»

لنگلندز سال ۶۸-۱۹۶۷ را در دانشگاه صنعتی خاورمیانه در آنکارا گذراند. او ترکی را خوب صحبت می‌کند. کلاً مشتاق آموختن زبان‌های خارجی است و آلمانی هم می‌داند و متون روسی را هم می‌تواند بخواند.

سپس به بیبل رفت و در آنجا دو ایده توأمان یعنی تابعگونی و تقابل (reciprocity) را پروراند و در مقاله‌ای با عنوان «مسائلی در نظریه فرم‌های خودریخت» منتشر کرد (۱۹۷۰). در ۱۹۷۲ به پرینستون برگشت و به عنوان استاد انستیتوی مطالعات پیشرفته مشغول کار شد.

در سراسر دهه ۱۹۷۰، لنگلندز به تحقیق روی ایده‌های مطرح در برنامه خود ادامه داد. در اواسط دهه ۱۹۸۰ توجه او به پرکولاسیون و ناوردایی همدیس، مباحثی در فیزیک نظری، معطوف شد. در سال‌های اخیر دوباره به ایده‌هایی برگشته که خود راهگشای آنها بود، از قبیل «آندوسکوپی».

لنگلندز در طول زندگی علمی خود به جوایز و افتخارات فراوانی دست یافته است؛ از جمله: نخستین جایزه ریاضی آکادمی ملی علوم آمریکا (۱۹۸۸)، جایزه کول در نظریه اعداد (۱۹۸۲)، به اتفاق بری میزر، جایزه وولف (۹۶-۱۹۹۵) به اتفاق اندرو وایلز، جایزه استیل برای کار دوران‌ساز در پژوهش (۲۰۰۵)، جایزه نمرز (Nemmers)، (۲۰۰۶)، و جایزه شاو (۲۰۰۷)، به اتفاق ریچارد تیلور.

کنت ریبت (Kenneth A. Ribet) رئیس انجمن ریاضی آمریکا (AMS) به مناسبت اهدای جایزه آبل به لنگلندز گفت: «رابرت لنگلندز، برنده جایزه آبل ۲۰۱۸، یکی از ممتازترین ریاضیدانان زنده امروز و یکی از چهره‌های شاخص تاریخ ریاضیات مدرن است. ایده‌هایی که از تحقیقات تکنیکی هوشمندانه و عمیق او در اوائل دوره کاری‌اش سرچشمه گرفته، هم نظریه اعداد و هم نظریه نمایش‌ها را دگرگون ساخته و غنا بخشیده است. روابط عمیقی که او بین این دو موضوع پیش‌بینی کرد و آزمود، چراغ راه پژوهش‌های ریاضیدانان بیشماری در ۵۰ سال اخیر بوده است.»

#### منبع

- Robert Langlands Awarded Abel Prize, Notices Amer. Math. Soc. 65 (6) (2018), 670-672.

### تاریخچه جایزه آبل

جایزه آبل به نام نیلس هنریک آبل (۱۸۲۹-۱۸۰۲) ریاضیدان بزرگ نروژی در قرن نوزدهم و با الگوبری از جایزه نوبل تأسیس شده است. در سال ۱۸۹۹، سوفوس لی ریاضیدان برجسته دیگر نروژی، پس از آنکه دریافت جوایزی که آلفرد نوبل در نظر گرفته شامل ریاضیات نمی‌شود، پیشنهاد کرد جایزه‌ای به نام آبل در رشته ریاضی برقرار شود. اسکار دوم پادشاه نروژ علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری در این زمینه بود و دو ریاضیدان نروژی، لودویگ سیلو و کارل استورمر، مطالعاتی برای تعیین مقررات جایزه انجام دادند. قرار بود اولین جایزه آبل در سال ۱۹۰۲ به مناسبت صدمین سالگرد تولد آبل اعطا شود. اما با مرگ سوفوس لی نفوذ او هم از میان رفت و تجزیه اتحادیه سوئد و نروژ در ۱۹۰۵ هم مزید بر علت شد و اولین تلاش در این زمینه ناکام ماند.

در آغاز قرن جدید میلادی، علاقه به ایجاد چنین جایزه‌ای دوباره اوج گرفت و سرانجام دولت نروژ در ماه اوت ۲۰۰۱ اعلام کرد که اولین جایزه آبل در سال ۲۰۰۲، به مناسبت دویستمین سالگرد تولد این ریاضیدان بزرگ، اعطا خواهد شد و سرمایه اولیه‌ای بالغ بر ۲۰۰ میلیون کرون نروژ به این امر تخصیص داد (مبلغ نقدی هر جایزه آبل، ۶ میلیون کرون - حدود ۷۱۵۰۰۰ دلار آمریکا - است). اولین جایزه افتخاری آبل را آتله سلبرگ ریاضیدان نروژی در سال ۲۰۰۲ دریافت کرد ولی اعطای جایزه طبق ضوابط و فرایند تعیین شده از سال ۲۰۰۳ آغاز شد. برنده جایزه آبل را آکادمی علوم و ادبیات نروژ، به توصیه کمیته جایزه، اعلام می‌کند. اعضای این کمیته ۵ ریاضیدان پیشرو هستند که از طرف اتحادیه بین‌المللی ریاضی و انجمن ریاضی اروپا تعیین می‌شوند.

برندگان جایزه آبل، از ۲۰۰۳ تاکنون همگی از ریاضیدانان بسیار سرشناس و تأثیرگذار بوده‌اند: ژان پیر سر (۲۰۰۳)، مایکل اتیا و ایزادور سنیرگر (۲۰۰۴)، پیتز لکس (۲۰۰۵)، لنارت کارلسون (۲۰۰۶)، سرینواسا وارادان (۲۰۰۷)، جان تامپسون و ژاک تیتس (۲۰۰۸)، میخائیل گروموف (۲۰۰۹)، جان تیت (۲۰۱۰)، جان میلنر (۲۰۱۱)، آندره سمردی (۲۰۱۲)، پیر دلین (۲۰۱۳)، یاکوف سینایی (۲۰۱۴)، جان نش و لوتیس نیرنبرگ (۲۰۱۵)، اندرو وایلز (۲۰۱۶)، و ایوز میر (۲۰۱۷).