

داستان شگفت‌آور خانواده بول*

مویرا چاس
مترجم: محسن کیان

چکیده. چکیده مترجم: این مقاله، شرح مختصری از زندگی جرج بول، همسر او مری اورست بول، و همچنین فعالیت‌های علمی ایشان است. در این مقاله، زندگی خواندنی این خانواده و تاثیر اعضای آن بر علم ریاضی و جامعه به اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد.

۱. مقدمه

جورج بول^۱ (۱۸۱۵-۱۸۶۴)، زمانی که با مری اورست^۲ (۱۸۳۲-۱۹۱۶) ازدواج کرد، استاد ریاضیات دانشگاه کورک^۳ بود. مری بی‌وقفه درباره بسیاری از موضوعات، از جمله آموزش ریاضی، مطالعه می‌کرد و می‌نوشت. در بین پنج دخترشان، دختر وسطی، آلیشیا^۴ (۱۸۶۰ - ۱۹۴۰) (که هنگام فوت پدرش تنها چهار سال سن داشت) یافته‌هایی در مورد هندسه اقلیدسی چهار بعدی داشته است. ایده‌های جورج بول حوزه‌های مختلف ریاضیات، به‌ویژه منطق را تحت تأثیر قرار داد، تا جایی که ایده‌های وی پایه و اساس ساختارهایی شدند که زیربنای فناوری رایانه امروزی است. او در بین گروه برگزیده‌ای از ریاضیدان‌هایی است که از نام خانوادگی آن‌ها یک صفت پرکاربرد گرفته شده است. بسیاری از حقایق ذکر شده در این مقاله با انجام جستجوهای بولی^۵ در اینترنت به‌دست آمده است و این نشان دهنده گستردگی استفاده از صفت “بولی” است.

هدف اصلی این مقاله بحث در مورد زندگی و ایده‌های ریاضی جورج بول، مری اورست بول، و آلیشیا بول استات است.

چارلز هینتون^۶، دوست خانواده بول (و چندی بعد عضوی از این خانواده)، ایده‌های اساسی در مورد مکعب چهاربعدی یا تسراکت^۷ را به آلیشیا آموزش داد. این نام را نیز وی برای مکعب چهاربعدی برگزیده بود. چند سال بعد آلیشیا کتابی را که چارلز هینتون درباره این ایده‌ها نوشته بود، ویراستاری کرد. باور این مقاله بر آن است

عبارات و کلمات کلیدی: زندگی خانواده بول، جرج بول، مری اورست، آلیشیا بول، فضای چهاربعدی، تسراکت
دبیرتخصصی رابط: علیرضا عبدالحی
نوع مقاله: ترجمه‌ای

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۱۷

* نوشته حاضر ترجمه مقاله زیر است:

Moira Chas, The Extraordinary Case of the Boole Family, *Notices Amer. Math. Soc.*, **66** (2019) 1853-1866.

<http://dx.doi.org/10.22108/MSCI.2022.134534.1519>

¹George Boole ²Mary Everest ³ University of Cork ⁴Mary Everest ⁵Boolean searches ⁶Charles Hinton ⁷Tesseract

که کارهای آلیشیا روی ضمیمه کتاب چارلز هینتون، سبب شد آلیشیا برای مطالعه نظایر چهاربعدی منظم اجسام افلاطونی انگیزه پیدا کند. در این مقاله، زندگی شگفت‌آور و نتایج فکری سایر اعضای خانواده بول نیز به اختصار مورد بحث قرار خواهند گرفت.

۲. جرج بول در مسیر دانش

جرج بول در سال ۱۸۱۵ در لینکولن انگلستان^۸، در خانواده یک کفاش با ذهنی اصیل و عطشی سوزان برای دانش، به دنیا آمد. نشانه‌های استعدادهای استثنایی و متنوع جورج در اوایل کودکی وی ظاهر شدند. به دلیل شرایط متزلزل مالی خانواده‌اش، او تحصیلات رسمی مختصر و بسیار مقدماتی را گذراند، اما برای تحصیلات غیر رسمی وی هیچ مرزی نبود. او انگلیسی و ریاضیات مقدماتی را از پدرش آموخت و هر کتابی به دستش می‌رسید، می‌خواند: تاریخ، بیوگرافی، علوم، شعر، رمان. منبع اصلی مطالعات وی، دوستان و کتابخانه‌های عمومی بودند. در مسیر یادگیری زبان لاتین، شخصی او را در اولین قدم‌ها راهنمایی کرد. سپس، وی به تنهایی مطالعه را تا جایی ادامه داد که به زبان‌های یونانی، فرانسوی، آلمانی و ایتالیایی مسلط شد. تسلط به این زبان‌ها بعدها به بول امکان داد که از پیشرفت‌های ریاضی در اروپا آگاه باشد. همچنین او را بر آن داشت تا روی ساختار جمله‌ها و استدلال‌ها فکر کند، فکری که بر ایده‌های وی در مورد منطق تاثیر گذاشت. او همانند آدا لاولیس^۹، امیلی دوشاتله^{۱۰}، و ماریا آگیزی^{۱۱}، از دانش خود در زبان برای درک بهتر ریاضی و فلسفه استفاده کرد.

۳. متمرکز بر ریاضیات

پدر جرج بیش از آن‌که انرژی خود را برای ساختن کفش صرف کند، آن را صرف ساختن ابزارهای نوری می‌کرد. این تمایل برای اقتصاد خانواده بول ویران‌گر بود. زمانی که جرج شانزده ساله بود، کسب و کار خانوادگی آن‌ها از بین رفت و او مجبور شد برای حمایت از پدر و مادر و خواهر و برادرش، به عنوان دستیار معلم مشغول به کار شود. تقریباً در همان زمان، تلاش‌های شدید ذهنی جرج بر ریاضیات متمرکز شد. او کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال نوشته سیلوستر لاکروا^{۱۲} (به زبان اصلی کتاب که فرانسوی بود) را خواند و به آن تسلط پیدا کرد. زمانی که از او پرسیدند چگونه موفق شده چنین کتاب دشواری را یاد بگیرد، او پاسخ داد: بدون وقفه خواندم و دوباره خواندم تا زمانی که فهمیدم. این در حالی بود که او به طور کامل خانواده‌اش را حمایت مالی می‌کرد و مشغول کار روی پروژه‌هایی برای جامعه بود.

نامه‌ای که او در نوزده سالگی برای یکی از دوستانش نوشت، ریشه ایده‌های او در منطق را نمایان کرد. "... ما مجاز هستیم نمادها را برای نمایش آنچه برایشان انتخاب می‌کنیم به خدمت بگیریم- اشیاء، عملیات، روابط و غیره- به شرط این‌که نخست، پس از انتخاب، به معنی آن پایبند باشیم، دوم آن‌که، ما نمادها را در پیروی از قوانین چیزهایی بکار می‌بریم که برای آن‌ها مقدور است."

بول هنوز بیست ساله نشده بود که مدرسه خود را تاسیس کرد و تا سال ۱۸۴۹، که به عنوان پروفیسور ریاضیات در کوینز کالج دانشگاه کورک در ایرلند منصوب شد، در آنجا کار کرد.

^۸Lincoln, England ^۹Ada Lovelace ^{۱۰}Madame du Châtelet ^{۱۱}Maria Agnesi ^{۱۲}Silvestre Lacroix

۴. اولین مقالات ریاضی

در سال ۱۸۳۹، دانکن گریگوری^{۱۳}، ویراستار مجله ریاضی کمبریج^{۱۴}، مقاله‌ای علمی دریافت کرد که توسط جرج بول فرستاده شده بود. این مقاله، آغاز یک همکاری دوستانه و انگیزشی بود که تا سال ۱۸۴۴ که گریگوری از دنیا رفت، ادامه داشت. با اینکه آنها تقریباً هم‌سن بودند ولی گریگوری سابقه دانشگاهی بیشتری داشت و می‌توانست به بول کمک کند که نوشته‌هایش را در قالبی استاندارد تهیه کند. مجله ریاضی کمبریج بیش از بیست مقاله از بول در موضوعات مختلفی مانند معادلات دیفرانسیل، منطق، احتمال، تبدیلات خطی، انتگرال، و هندسه به چاپ رسانید. یکی از مقالات جرج که توسط گریگوری چاپ شد، مقاله “شرحی بر یک نظریه کلی از تبدیلات خطی”^{۱۵} [۲] بود، که بذری برای نظریه ناورد^{۱۶} [۱۵، ص. ۵۴] شد، نظریه‌ای که بعداً به میحث مهمی تبدیل شد. فرم کلی درجه دوم $x^2 + bxy + cy^2$ دارای مین $b^2 - 4ac$ است. بول اولین فردی بود که این حقیقت را، که تغییر متغیر خطی باعث می‌شود مین فرم جدید در مربع دترمینان تغییر متغیرها ضرب شود، فرمول‌بندی و از نظر هندسی توصیف کرد. خیلی زود نظرات بول توسط آرتور کیلی^{۱۷} برای تعمیم این نتیجه به فرم‌های دو متغیره و یا بیشتر و با درجات بالاتر مورد استفاده قرار گرفت. نظریه جبری متغیرها که از این مطالعات منتج شد، در موضوعات پرکاربردی مانند نظریه ناوردای هندسی^{۱۸} به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، همان‌گونه که توسط دیوید مامفورد^{۱۹} در سال ۱۹۶۵ شرح داده شد. بول و کیلی تبدیل به دوستانی شدند که پیوسته ارتباط داشتند.

بول همچنین با ریاضیدانی به نام آگوستوس دی‌مورگان^{۲۰} همکاری داشت و در بسیاری از موضوعات علاقه‌ی مشترکی داشتند، از جمله منطق ریاضی، نوشتن کتاب‌های ریاضی، نجوم، و آموزش طبقات کارگری.

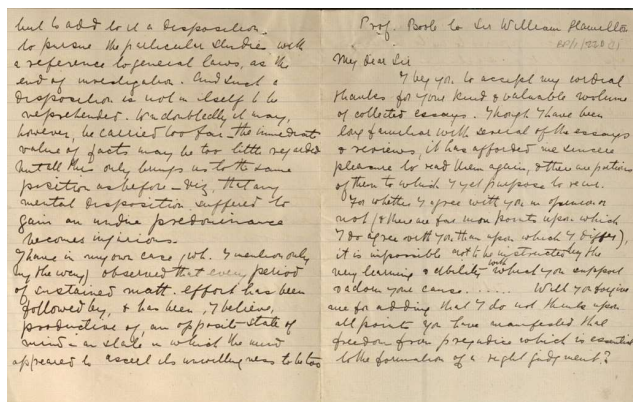
در سال ۱۸۴۳ بول، که هنوز به عنوان یک مدیر در حال اداره مدرسه شبانه‌روزی خود برای مردان جوان بود، یک مقاله در مورد معادلات دیفرانسیل با عنوان “درباره‌ی یک روش کلی در آنالیز”^{۲۱} نوشت [۲، ص. ۱۱۹] که در آن، تغییر متغیر نمایی و تغییر پارامترها را به روش جداسازی نمادها، با هم ترکیب کرده بود. (این روش جداسازی نمادها خوانده شد زیرا در این روش نماد d/dx برای اختصار به جای dy/dx به‌کار برده شد.) بول می‌نویسد “موضعی که من بسیار مشتاق به اثبات آن هستم این است که هر پیشرفت بزرگ در آنالیز عالی باید به دنبال توجه بیشتر به قوانین ترکیب نمادها به دست آید” [۲، ص. ۲۸۲]. احتمالاً اولین تعریف روشن از عملگر^{۲۲} در این مقاله ارائه شده است. به‌علاوه، مقاله شامل ایده‌هایی است که در کار بول تکرار می‌شوند: یک عملگر، D (برای مشتق‌گیری)، یک شیء ریاضی است و بنابراین، به‌عنوان مثال، چندجمله‌ای‌های D می‌توانند به عنوان ابزاری برای حل معادلات دیفرانسیل استفاده شوند- خلاصه‌ای از نظریه نوین جبرهای دیفرانسیل و “ D -مدول‌ها”.

مقاله “درباره‌ی یک روش کلی در آنالیز” آنقدر طولانی بود که برای چاپ در مجله ریاضی کمبریج مناسب نبود. بنابر پیشنهاد گریگوری و دی‌مورگان، بول شهادت این را پیدا کرد که مقاله‌اش را برای چاپ در مجله معتبر داد و ستد های فلسفی^{۲۳} به انجمن سلطنتی بفرستد.

مک‌هیل^{۲۴} می‌نویسد: اگرچه شاهد قطعی وجود ندارد اما احتمالاً مقاله بول در شرف رد شدن بوده است، بدون این‌که حتی خوانده شود [۱۵، ص. ۶۱]. در هر حال، استدلال عقلی موجب شد که مقاله به دو داور فرستاده شود. یکی از آنها مقاله را رد کرد. داور دیگر فیلیپ کلند^{۲۵}، استاد ریاضی در دانشگاه ادینبورو^{۲۶} بود که چند سال بعد

¹³Duncan F. Gregory ¹⁴Cambridge Mathematical Journal ¹⁵Exposition of a general theory of linear transformations
¹⁶invariant theory ¹⁷Arthur Cayley ¹⁸Geometric Invariant Theory ¹⁹David Mumford ²⁰Augustus De Morgan ²¹On
a general method of analysis ²²operator ²³Philosophical Transactions ²⁴MacHale ²⁵Phillip Kelland ²⁶University of
Edinburgh

نوشت: "انجمن سلطنتی با ارجاع این مقاله به من، مرا مفتخر کرد و من این شانس را داشتم که اهمیت آنرا درک کنم و به انجمن پیشنهاد کنم که مقاله را پذیرش کند" [۱۵، ص. ۶۲].
مقاله آن مدیر مدرسه گمنام، سرانجام به عنوان بهترین مقاله از طرف انجمن سلطنتی، مدال طلا دریافت کرد.



شکل ۲: نامه‌ای از جرج بول به سر ویلیام همیلتون (۱۸۵۲)

شکل ۱: پرتره تمام قد تک‌رنگ نصب شده از بول، از مدرسه عکاسی لندن، خیابان ۱۷۴ ریجنت، لندن

۵. تمرکز بر منطق

در سال ۱۸۴۷، یک مباحثه تلخ بین دی‌مورگان و منطق‌دان اسکاتلندی، ویلیام همیلتون^{۲۷} (که نامش تقریباً با خالق ایرلندی مفهوم چهارگانه‌ها^{۲۸} یکسان است) بول را واداشت که نگاهی دوباره به ایده‌های قبلی‌اش، درباره تعریف ساختاری متشکل از نمادها و قوانین نحوه عملکرد با آن نمادها، بیندازد. کارهای او در این باره با انتشار دو کتاب به اوج خود رسید: کتاب تحلیل ریاضی منطق، جستاری آسان بر حساب استدلال قیاسی^{۲۹} [۴] در سال ۱۸۴۷ و کتاب پژوهشی بر قوانین تفکر^{۳۰} [۵] در سال ۱۸۵۴. همان‌گونه که از نام کتاب‌ها پیداست و همچنین خود او در [۵، ص. ۱] اعلام می‌کند، هدفش "بررسی قوانین اساسی آن دسته از عملیات ذهنی است که توسط آنها

²⁷William Hamilton ²⁸quaternions ²⁹The Mathematical Analysis of Logic, Being an Essay towards a Calculus of Deductive Reasoning ³⁰An Investigation of the Laws of Thought

استدلال صورت می‌پذیرد، تا آنها را به زبان نمادین حساب بیان کند و بر این اساس علم منطق را پایه‌گذاری کند و روش آن را بسازد. اما بول این واقعیت اساسی را دریافت که این ساختارها مستعد تفسیرهای دیگر هستند. در واقع، در کتاب دوم، او تعبیری از حساب منطق برای نظریه احتمال پیشنهاد داد. بول جبرهای بولی^{۳۱} را آنگونه که ما امروز می‌شناسیم، تعریف نکرده بود، اما دید او الهام‌بخش مهندس ریاضیات کلود شانون^{۳۲} شد تا در سال ۱۹۳۹ از این ساختارها به عنوان مدلی برای مدارهای سوئیچینگ دیجیتال استفاده کند [۱۷]. نتایج این تحلیل‌ها، زیربنای فناوری همه‌ی رایانه‌های امروزی است.

۶. استاد بول، سرانجام

پس از پانزده سال کار خستگی‌ناپذیر، بول، که هنوز یک مدیر مدرسه تمام‌وقت بود، آثاری علمی داشت که از نظر کمیت با بسیاری از اساتید ریاضیات زمان خود قابل مقایسه بود. یکی از مقالات او برنده مدال طلای انجمن سلطنتی شده بود و دانش او در هنرها و علوم، اگر نه از همه‌ی دارندگان مدارک دانشگاهی، از بیشتر آنها گسترده‌تر و عمیق‌تر بود. اگرچه او چندبار به تحصیل در کالج فکر کرده بود، اما وابستگی اقتصادی خانواده‌اش به او اجازه نمی‌داد. از سوی دیگر، به احتمال قوی، دلیل اصالت عمیق کار او عدم آموزش رسمی همراه با ذهن استثنایی و اخلاق کاری او بود.

در سال ۱۸۴۶، بول برای سمت استادی ریاضیات در کوئینز کالج، که به تازگی در کورک افتتاح شده بود، درخواست داد. او گواهینامه‌هایی (یعنی توصیه نامه‌هایی) از برخی از ریاضیدانان برجسته بریتانیای کبیر - آرتور کیلی، آگوستوس دی‌مورگان، فیلیپ کلند، ویلیام تامسون (بعدها لرد کلوین)، و چارلز گریوز - و همچنین نامه‌هایی از یک دانش‌آموز و شهروندان مختلف لینکلن، ارائه داد. نظر تامسون این نکته را خلاصه می‌کند: "انتصاب او در چنین موقعیتی به خاطر علم بسیار مطلوب خواهد بود" [۱۵، ص. ۷۹].

سه سال گذشت و در مورد این انتصاب هیچ خبری از مسئولین نشد. او حتی در مقطعی درخواست کرد که نامزدی‌اش پس گرفته شود تا درخواست خود را پس بگیرد و منتظر بماند. سرانجام پاسخ مورد نظر رسید و بول برای انجام وظایف جدید خود راهی کورک شد.

قبل از رفتن او، اعضای مؤسسه مکانیک، مؤسسه‌ای که به بزرگسالان آموزش می‌داد و بول سخاوتمندانه در آن داوطلب شده بود، تصمیم به جمع‌آوری پول به منظور تهیه هدیه‌ای برای بول گرفتند. زمانی که بول از این کار آگاهی یافت، اصرار داشت که از این پول به منظور خرید کتاب برای کتابخانه یا تلسکوپ برای مؤسسه استفاده شود. اما اصرار او بی‌فایده بود. قدردانی اعضا در "اطلس جغرافیای فیزیکی"^{۳۳} که به بول تقدیم کردند، تجسم یافت.

۷. مری، عاشق جبر

در سال ۱۸۵۰، زن جوانی به نام مری اورست^{۳۴} به دیدار عمویش جان رایال^{۳۵}، معاون رییس و استاد زبان یونانی در کالج کوئینز در کورک، رفت. مهمان همیشگی آن خانه، استاد دیگری از کالج، جورج بول بود. خیلی زود آنها اشتیاق مشترک خود را به ریاضیات کشف کردند و جورج موافقت کرد که مری را شخصاً و از طریق مکاتبه آموزش دهد.

³¹ Boolean algebras ³² Claude Shannon ³³ Atlas of Physical Geography ³⁴ Mary Everest ³⁵ John Ryall

مری شبیه هیچ‌کدام از زنانی نبود که جورج تا به حال دیده بود. او بیشتر سال‌های عمرش را صرف عملی کردن آنچه در ذهنش می‌گذشت کرده بود. او که بخش زیادی از دوران کودکی خود را در فرانسه گذرانده بود، دو زبانه بود (اگرچه به زبان فرانسوی تعلیم داده شده بود). پدرش بیمار بود و خانواده را به نزدیکی ساموئل هانمان^{۳۶}، بنیانگذار هومیوپاتی^{۳۷} منتقل کرده بود. هانمان برای پدر مری و همچنین خانواده و خدمتکارانشان رژیم سختگیرانه تجویز کرده بود. طبق گفته مری، این رژیم شامل حمام سرد، پیاده روی شدید قبل از صبحانه و رژیم غذایی سخت بود [۱۱]، ص. ۱۵۰۷.

یکی از تأثیرات اساسی در دوران کودکی مری، معلم فرانسوی او، مسیو دیپلاس^{۳۸} (که اسم کوچک او در اثر گذشت زمان فراموش شده است)، بود که ذهن منحصر به فرد مری را تحسین و به او انگیزه می‌داد. روش تدریس او تأثیری محو‌نشدنی بر مری گذاشت: دیپلاس، رشته افکار مری را با سؤالات کوچک راهنمایی می‌کرد. مری پاسخ آنها را یادداشت می‌کرد تا اینکه راه حل مسئله‌ای که به دنبال آن بود جلوی چشمانش قرار می‌گرفت و متوجه می‌شد که خودش پاسخ را یافته است [۱۱]، ص. ۱۵۱۵.

جبر یکی از موضوعات مورد علاقه مری بود. او یک بار نوشت: ”من بارها به خودم گفته‌ام که هیچ چیز درباره خدا نمی‌دانم جز اینکه او جبر را خلق کرده است، همیشه احساس می‌کردم جبر دلیلی کاملاً کافی برای دوست داشتن خدا با تمام قلب و جانم است و تا آنجا که می‌توانم، آنچه را که فکر می‌کنم خدا می‌خواهد، انجام می‌دهم. و محبت او، همیشه برای من روشن بود. او مرا قادر به درک جبر کرد. من همیشه می‌دانستم که حتی قدرت مطلق هم نمی‌توانست این کار را بکند مگر با عشق زیاد به من“ [۱۱]، ص. ۱۵۲۳.

این دختر که جبر برایش دلیل کافی برای عشق به خدا بود، با توجه به علاقه و استعدادش به ریاضیات، پشیمانی پدرش از زن بودن او را شنید. اگر او مرد بود، کمبریج مکان طبیعی او بود. در کمبریج، ”خانه ریاضیات“^{۳۹}، او می‌توانست ”موجود باشکوهی را بباید که نامش بابیج^{۴۰} بود و پادشاه یا کاهن اعظم ریاضیات بود“ [۱۱]، ص. ۱۵۲۱. این یک تلنگر دردناک بود: درهای آن مکان شگفت‌انگیزی، که مردم تمام روز در مورد ریاضیات صحبت می‌کردند، به روی زنان بسته بود [۱۱]، ص. ۱۵۲۱.

مری و جورج به مدت پنج سال با هم مکاتبه کردند و دوستی عمیقی فراتر از بحث علم بین آنها ایجاد شد. مری می‌نویسد که در یک مناسبت، جورج از خانواده‌اش دیدن کرد تا ریاضیات را ”نه به عنوان یک درس، بلکه به عنوان یک موضوع مورد علاقه“ به او و دیگر جوانان آموزش دهد [۱۱]، ص. ۱۹. او علاوه بر تدریس ریاضیات، برای آنها میلتن^{۴۱} می‌خواند و ”کتاب‌های قدیمی عجیب و غریبی را در قفسه‌ها پیدا می‌کرد که هیچ کس دیگر هرگز به آن نگاه نکرده بود.“ مری افزود: ”او به چیزهای زیادی علاقه‌مند بود و برای کوچکترین چیزها انقدر احترام قایل می‌شد که همه ما را به شدت متحیر می‌کرد.“ به احتمال زیاد جورج به فکر ازدواج با او بوده است، اما هجده سال اختلاف سن را مانعی غیرقابل عبور می‌دید. علاوه بر این، سلامتی جورج در حد مطلوب نبود (و همچنین سلامت مری) و حقوقش اندک بود. اینها نظراتی بودند که توسط دوستان جورج بیان شدند [۱۵]، ص. ۱۰۸. با این وجود، جورج پس از مرگ پدر مری، از او خواستگاری کرد و آنها در سال ۱۸۵۵ ازدواج کردند.

مری نه سال زندگی مشترک خود را به عنوان یک ”رویای آفتابی“ توصیف می‌کند. [۱۱]، ص. ۲۱ این صفحات نشان می‌دهند که مری چگونه نبوغ جورج را تحسین و از شخصیت منحصر به فرد او قدردانی می‌کرد: مری می‌نویسد: ”برخی دوستان از او به عنوان یک قدیس یاد می‌کنند، اما او نمی‌پذیرفت. او از تظاهر و خودخواهی

³⁶Samuel Hahnemann ³⁷homeopathy ³⁸Monsieur Deplace ³⁹the home of Mathematics ⁴⁰Babbage ⁴¹Milton

متنفر بود، اما هرگز نسبت به افراد خودخواه یا خودپسند سخت‌گیر نبود. او مدیتیشن را دوست داشت اما به ندرت بیکار بود. دوست داشت دیگران را شاد ببیند و از درد دل می‌ترسید، اما همیشه راستگو بود.^{۴۵} مری توصیفی از جورج را که زمانی شنیده بود چنین به یاد می‌آورد: “او از آن جمله مردانی است که می‌توانی برای دخترت به او اعتماد کنی.” او همیشه آماده بود تا در صورت وجود یک هم‌سخن مناسب، مکالمه جالبی داشته باشد. یک‌بار او به مری گفت که “به مغازه‌ای رفته و فرد پشت پیشخوان را فردی باهوش یافته است، بنابراین از او خواسته که بیاید و درباره نورشناسی بیشتر صحبت کند” [۱۱، ص. ۳۱].

پنج بچه‌ی پی‌درپی، پنج دختر، به سرعت به خانه بول آمدند. مری الن^{۴۲}، مارگرت^{۴۳}، آلیشیا^{۴۴}، لوسی^{۴۵} و اتل^{۴۶}. جورج پدری دوست‌داشتنی و غیرمعمول بود: او هرگز از زبان کودکی با آنها استفاده نمی‌کرد. در عوض، او با مهربانی به آنها یاد می‌داد که چگونه کلمات را تلفظ کنند. او در مورد فراگیری زبان آنها زیاد فکر کرد. او همچنین از آنها خواست در کارهای خانه به خدمتکاران کمک کنند تا به آنها بیاموزد که خودخواه نباشند. آرامش خانوادگی برای جورج بسیار مهم بود، او مشکلات روابط خانوادگی را نیز، با همان شدتی که برای درک ریاضیات مطالعه می‌کرد، واری می‌کرد.

در دوران نامزدی کوتاه آنها، جورج به مری قول داده بود که مری قادر خواهد بود در تحقیقات جورج به او کمک کند. برای چند سال، آنها نمی‌دانستند چگونه به پیش بروند. تا این‌که یک ناشر به مری گفت: “چرا می‌خواهی به شوهرت در پژوهش‌هایش کمک کنی؟ او کاملاً می‌تواند بدون شما این کار را انجام دهد. کاری که او نمی‌تواند انجام دهد این است که اکتشافات خود را تا سطح کسانی که می‌خواهند آنها را درک کنند پایین بیاورد. انگار که سعی می‌کنید به او کمک کنید تا خود را قابل درک کند” [۱۱، ص. ۲۸]. این پیشنهاد با موفقیت به‌کار گرفته شد: شرحی بر معادلات دیفرانسیل^{۴۷} [۶]، که به طور غیررسمی توسط مری ویرایش شد، در سال ۱۸۵۹ منتشر شد. برای کمک به آماده‌سازی، جورج به مری پیشنهاد کرد که در سخنرانی‌های او در کلاس ارشد شرکت کند و مری این کار را برای چند هفته انجام داد. در آن روزها تحصیلات عالی برای زنان غیرقابل تصور بود. واینر به مری گفته شد، و او برای دوری از دردسر، دست از این کار کشید. سپس کلاس ارشد تصمیم گرفت که سخنرانی‌ها را به محل اقامت بولز منتقل کند [۱۱، ص. ۲۹].

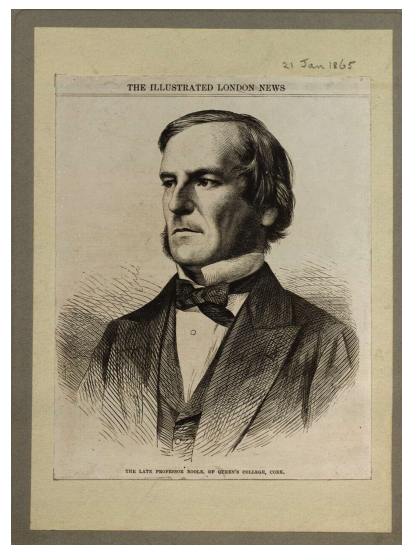
او در مقدمه توضیح می‌دهد که هدف این کتاب “گزارشی از وضعیت فعلی دانش معادلات دیفرانسیل است، همانطور که با ایده اثری که بیشتر برای آموزش ابتدایی در نظر گرفته شده بود، سازگار بود. هدف من، اول از همه، برآورده کردن خواسته‌های کسانی بود که هیچ آشنایی قبلی با موضوع نداشتند، اما همچنین می‌خواستم دیگران را که ممکن است به دنبال اطلاعات پیشرفته‌تر باشند، کاملاً ناامید نکنم” [۵، ص. iii].

این متن توسط دانشگاه کمبریج پذیرفته شد و استفاده از آن در دهه‌های بعد گسترش یافت. یک سال بعد، بول کتابی با نام شرحی بر حساب تفاضلات متناهی^{۴۸} منتشر کرد [۷]، که ویراستار غیر رسمی آن دوباره مری بود. این کتاب دوم با استقبال بسیار خوبی از سوی جامعه ریاضیات مواجه شد و هنوز هم در زمینه تفاضل‌های متناهی^{۴۹} مرجعی کلاسیک به شمار می‌رود. در واقع، بول به خاطر این دو کتاب بیشتر شناخته شده بود تا به واسطه کارش در منطق [۱۵، ص. ۲۲۲].

⁴²Mary Ellen ⁴³Margaret ⁴⁴Alicia ⁴⁵Lucy ⁴⁶Ethel ⁴⁷Treatise on Differential Equations ⁴⁸A Treatise on the Calculus of Finite Differences ⁴⁹finite differences



شکل ۴: عکس تکرنگ مری بول، نشسته در یک باغ



شکل ۳: عکس بول، برگرفته از *The Illustrated London News* ۲۱ ژانویه ۱۸۶۵

۸. پایانی ناگهانی برای رویای آفتابی

جورج همیشه ساعت‌های طولانی و به شدت کار کرده بود. وظایف اداری شغل او کم نبود و بار تدریس او بسیار سنگین بود (بیشتر از هر استاد دیگری دانشجو داشت). سلامتی او که هرگز کامل نبود، در طول سال ۱۸۶۴ رو به وخامت گذاشت. یک روز بارانی در ماه نوامبر او سه مایل از خانه خود تا دانشگاه را پیاده طی کرد. او که همیشه در تلاش برای انجام وظایف خود بود، آخرین سخنرانی خود را با لباس خیس ایراد کرد. اندکی بعد تب و سایر علائم بیماری نمایان شد و او را مجبور به دراز کشیدن در رختخواب کرد. نامه‌ای از یکی از دوستان بول، نگرانی مری را اینگونه تشریح می‌کند که، با وجود تمام تلاش‌هایش برای پیروی از دستورات دکتر، وضعیت سلامتی جورج به‌طور اجتناب‌ناپذیر در حال بدتر شدن بود [۱۵، ص. ۲۴۰].

در طول بیماری جورج، مری کوچکترین دخترشان اتل را برای ملاقات روزانه با او می‌آورد. در هشتم دسامبر، او درخواست کرد که بچه را برای بار دوم ببیند. او به آلمانی فریاد زد: “فرشته کوچک من؛ او یک رویا است”^{۵۰}.^{۵۱} او اندکی پس از بیان آن کلمات درگذشت [۱۱، ص. ۴۷].

۹. مری بال‌هایش را در لندن باز می‌کند

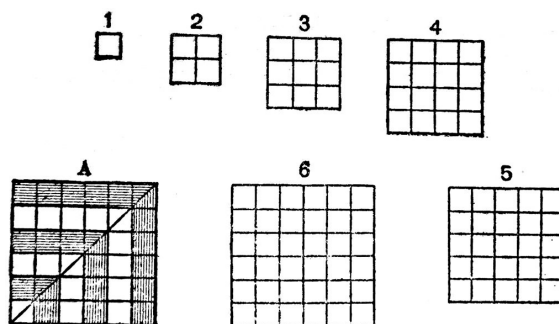
مرگ نابهنگام جورج، همسر جوان دوست داشتنی او را به یک بیوه بی‌پول تبدیل کرد که مسئول پنج دختر از شش ماهه تا هشت ساله بود. حقوق بازنشستگی اندکی که دی‌مورگان و سایر دوستانش موفق شدند برای او دست و پا کنند، کافی نبود و مری مجبور شد به لندن نقل مکان کند و شغلی پیدا کند.

⁵⁰in English: My little angel; she is a vision ⁵¹in German: Meine Engelchen, sie ist eine Erscheinung

مری درباره شغل جدیدش می‌نویسد: ”در سال ۱۸۶۵، به عنوان کتابدار وارد کالج کوئینز، خیابان هارلی، اولین کالج بانوان در انگلستان شدم. در آن زمان کمبریج و آکسفورد هیچ مدرکی به یهودیان و زنان نمی‌دادند. کالج کوئینز صرفاً مکانی آموزشی بود و هیچ مدرکی برای اعطا نداشت. شاگردان همه زن بودند و اساتید همه مرد. زنان فقط به عنوان دستیاران زیردست در کادر آموزشی پذیرفته می‌شدند“ [۱۱، ص. ۱۰۹۱]. نشانه‌های زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد مری برای تدریس آماده بود و این کار را نیز دوست داشت، اما یک بار دیگر جنسیت او یک مانع بود. در عوض، او به کودکان خردسال ریاضیات آموزش داد و جلسات منظمی را با دانش‌آموزان تحت عنوان روش‌های مطالعه نمادین^{۵۲} ترتیب داد. در این جلسات، مجموعه متنوعی از موضوعات مورد بحث قرار گرفت، از جمله کارهای ریاضی جورج بول و چارلز بابیج. مری ایده‌های آموزشی خود را در این جلسات به کار گرفت. سال‌ها بعد، یک دانش‌آموز می‌نویسد: ”فکر می‌کردم در حال تفریح و سرگرمی هستم نه آموزش. اما بعد از اینکه کالج را ترک کردم متوجه شدم که شما به ما قدرت داده‌اید. ما خود می‌توانیم فکر کنیم و آنچه را که می‌خواهیم بدانیم دریابیم“ [۱۱، ص. ۴۷۸].

در صورتجلسه شورای کالج کوئینز آمده است که مری در سال ۱۸۷۴ به دلیل بیماری مرخصی گرفته است. در سال بعد، ”بیماری او شکل اختلال موقتی به خود گرفت“ و او از سمت خود استعفا داد [۱، ص. ۱۸]. حالا مری پنجاه ساله بود، در لحظه و مکانی که قرار بود زندگی اجتماعی زنان به پایان برسد. در عوض، او شروع به سخنرانی و نوشتن مقاله و کتاب با سرعتی شگفت‌آور کرد. با وجود مشکلات روزافزون سلامتی، او از شدت فعالیت فکری خود نکاست تا این‌که در سن هشتاد و چهار سالگی فوت کرد. پافشاری او آدمی را به یاد جورج می‌اندازد، به این معنا که هر دوی آن‌ها موانع را غیرقابل عبور نمی‌دانستند، بلکه آن‌ها را به عنوان چیزی برای مقابله می‌دانستند.

مری خود را به عنوان یک روانشناس ریاضی تعریف می‌کرد (به عنوان مثال، به [۱۱، ص. ۶۹۳] مراجعه کنید) و بهترین نوشته‌های او در این زمینه بود. او در مورد فرآیند یادگیری ریاضیات و نقش ضمیر خودآگاه و ناخودآگاه فکر می‌کرد. بسیاری از ایده‌های او در حال حاضر استاندارد هستند، اما در زمان او عجیب و غریب یا پوچ تلقی می‌شدند و باید به طور مستقل دوباره کشف می‌شدند [۱۶].

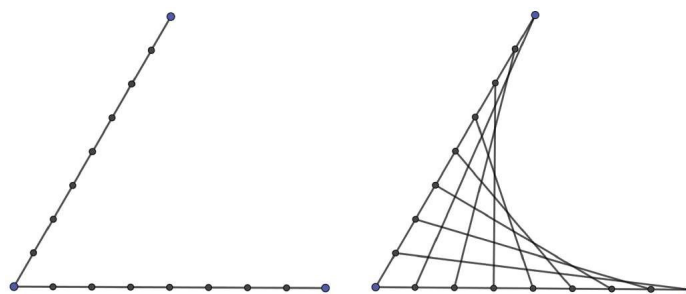


شکل ۵: عکسی از کتاب مری که در مورد آموزش فرمول $(n + 1)^2$ بحث می‌کند

⁵²Symbolical Methods of Study

به عنوان مثال، او توضیح داد که یک کودک باید فرمولی مانند $(n+1)^2 = n^2 + 2n + 1$ را با محاسبه چند مثال و با کشیدن یا ساختن اشکالی مانند شکل ۵ کشف کند. مری، به واسطه آنچه از معلم سابق خود، مسیو دیپلاس، در ذهنش بود، اصرار داشت که ”هیچ توضیحی نباید داده شود“ [۱۱، ص. ۸۷۳].

او ارزش تخیل هندسی و استفاده از آنچه را که امروزه کاردستی^{۵۳} نامیده می‌شود، تبیین کرد: ”از زمانی که نوزاد شروع به نوازش گربه، بوییدن گل‌ها و دست گرفتن قاشق می‌کند، با داشتن اشکال هندسی به عنوان زیورآلات یا اسباب بازی، حواس بینایی و لامسه در تماس با گونه-شکل درست، پرورش می‌یابند“ [۱۱، ص. ۹۰۵]. ”در نهایت، - و احتمالاً مهم‌ترین آمادگی برای درک زنده ایده‌های ریاضی در آینده - پرورش تخیل هندسی است. در همان سنی که کودک متوجه می‌شود که یک بچه قورباغه به قورباغه تبدیل می‌شود، یک پسر بچه به یک مرد تبدیل می‌شود، یک نهال به یک گیاه گلدار تبدیل می‌شود، اجازه دهید او این فرصت را داشته باشد که ببیند چگونه یک شکل هندسی از شکلی دیگر به دست می‌آید یا به دیگری تبدیل می‌شود. یک چراغ شب معمولی که در ته یک شیشه گرد عمیق در یک اتاق تاریک قرار می‌گیرد، الگوهایی از بخش‌های مخروطی روی ورقه مقوایی که روی آن قرار گرفته است، می‌اندازد، که با تغییر موقعیت مقوا از داخل یکدیگر عبور می‌کنند. بچه‌ها خیلی زود یاد می‌گیرند که عاشق تماشای تصاویر ایجاد شده در نور باشند. مشروط بر اینکه حرکت آهسته باشد و هیچ کس با تلاش برای توضیح چیزها بچه‌ها را هیجان‌زده نکند، این سرگرمی در هیچ سنی نمی‌تواند به آنها آسیب برساند“ [۱۱، ص. ۹۰۵].



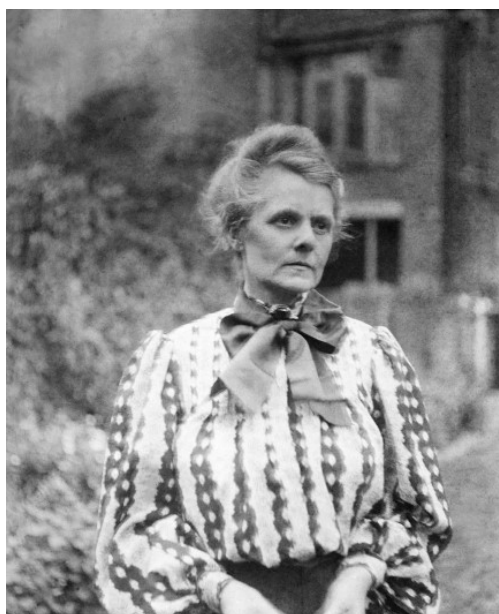
شکل ۶: مثالی از دوخت منحنی

یک اختراع آموزشی قدیمی مری، روش دوخت منحنی^{۵۴} بود که استفاده از کارت‌هایی با سوراخ‌های کوچک است که در الگوهای خاص قرار می‌گیرند (به عنوان مثال، به طور منظم در دو طرف یک زاویه قرار می‌گیرند، مانند شکل ۶ سمت چپ). به کودکان آموزش داده می‌شود که با نخ کوک‌های بلند مانند شکل ۶ سمت راست، بدوزند. اول اینکه، آنها می‌توانند مشاهده کنند که وقتی نخ کشیده و محکم است، خطوط مستقیم به طور طبیعی ظاهر می‌شوند. ثانیاً، از الگوهای سوراخ خاص، یک منحنی (پوشش مماس‌های رشته‌ای آن) ظاهر می‌شود. الگوهایی وجود دارند که منحنی‌های تعقیب، سهمی‌ها، دلتوئیدها، دل‌گون‌ها را به صورت تکی و یا باهم به دست می‌دهند و کودکان می‌توانند خودشان آنها را کشف کنند. این فرآیند درک آن‌ها از الگوهای هندسی را تسهیل می‌کند.

اهمیت تفکر انتقادی و مستقل در بسیاری از نوشته‌های او مورد تأکید قرار گرفته است. ”در میان همه عادت‌هایی که علم از ما می‌خواهد آن‌ها را شکل دهیم، هیچ‌یک مهم‌تر از عادت به یادگیری در زمانی که کسی نیست که به ما بیاموزد، سود بردن از اشتباهات گذشته‌مان، برخاستن بر روی سنگ‌های اشتباهمان برای قضاوت‌های درست‌تر، نیست“ [۱۱، ص. ۸۹۸].

⁵³manipulatives ⁵⁴curve stitching method

مری تا آخر ایده‌های خودش را دنبال کرد و به هر کجا که فکرش را می‌کرد رفت و هرگز از مخالفت با آنچه مورد قبول یا تایید جامعه بود نترسید. آثار جمع‌آوری شده او شامل حدود هزار و پانصد صفحه است که با فونت کوچک نوشته شده‌اند. کم موضوعی وجود داشت که از قلم او بگریزد: علاوه بر آموزش علوم و ریاضیات، او در مورد تربیت کودک، منطق، حق رای، تئوسوفی، یهودیت، یهودی ستیزی، عرفان هندی، معنویت، حقوق حیوانات، گیاهخواری، غیبت، هومیوپاتی و ... نوشته است. او رسالت خود را انتشار آثار جورج، با افزودن گاه به گاه اندکی روانشناسی و عرفان به آن‌ها، قرار داد که ممکن است برخی از آن‌ها برای ما دور از ذهن به نظر برسد.



شکل ۷: پرتره آلیشیا بول استات

۱۰. آلیشیا وارد یک فضای چهار بعدی می‌شود

بیشتر اطلاعات موجود در مورد آلیشیا (یا آلیس، آن‌طور که خانواده او را صدا می‌زدند) از چ. س. م. کاکستر^{۵۵} می‌آید، که آلیشیا در دهه‌های آخر زندگی خود با او دوستی و همکاری نزدیکی برقرار کرده بود. (در مجموعه آثار [۱۱] ۵۶ گسترده مری، تنها یک اشاره مختصر به دخترانش شده است.) کاکستر می‌گوید که کل خانواده در خانه‌ای بسیار کوچک و ناخوشایند در لندن زندگی می‌کردند [۱۳، ص. ۲۲۰]. پنج دختر مجبور بودند یک اتاق تیره و تاریک مشترک داشته باشند. حریم خصوصی و نور خورشید چیزهای تجملاتی بود که آنها نمی‌توانستند داشته باشند. او همچنین واقعیتی را درباره مادر بودن مری به یاد می‌آورد: برای داشتن موسیقی در خانه، او مدال طلای انجمن سلطنتی جورج را فروخت و یک ارگ کوچک خرید.

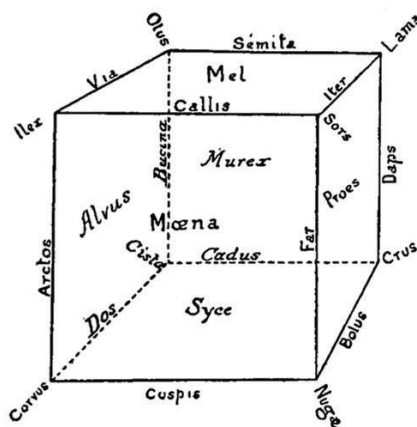
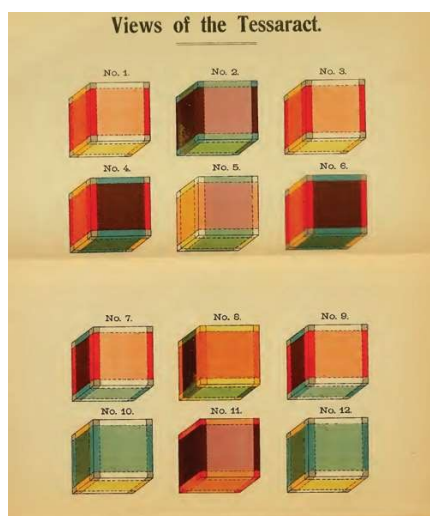
پیشینه هندسی آلیشیا شامل دو کتاب اول اقلیدس بود [۱۵، ص. ۲۶۱]. می‌توان حدس زد که مری به دخترانش ریاضیات آموزش می‌داد، به آن‌ها کمک می‌کرد تا بدیهیات را کشف کنند و قضایا را به طور طبیعی بسط دهند، آنها را با سؤالات راهنمایی می‌کرد و به وسیله نخ، مقوا، و سایر اشیا که برای ملموس ساختن ایده‌ها استفاده می‌کرد، به آنها کمک می‌کرد.

⁵⁵H. S. M. Coxeter ⁵⁶Collected Works

به گفته کاکستر، ”دوستی خانم بول با جیمز هینتون^{۵۷} (...) سبب جریانی مداوم از رفت و آمدها به خانه شد. در تنها اتاق نشیمن، آنها بی‌پایان درباره موضوعاتی صحبت می‌کردند که آلیس، لوسی و اتل گرچه برای درک آن‌ها خیلی کوچک بودند، اما برای فکر کردن در مورد آن‌ها نه“ [۱۳، ص. ۲۲۰].

یکی از کسانی که مدام به این خانه رفت و آمد داشت، چارلز، پسر جیمز هینتون بود که سیستم پیچیده‌ای از مربع‌ها و مکعب‌هایی را که برای درک بهتر ”بعد چهارم^{۵۸}“ ساخته بود، به اتاق نشیمن کوچک خانواده بول آورد. دلایل او برای دستیابی به این درک عبارت بود از عرفان، میل به معرفت مطلق و این باور که انسان‌ها در فضای چهار بعدی زندگی می‌کنند و در نهایت خواهند توانست درک کنند. مکعب‌ها به دو مجموعه تقسیم شده بودند. هر یک از هشتاد و یک مکعب مجموعه اول، نام لاتین خود را داشت (در شکل ۸، سمت راست، یک مکعب از این مجموعه با نام اجزای آن نشان داده شده است). مجموعه دیگر شامل دوازده مکعب بود که هر کدام به شیوه‌ای متمایز چند رنگ بودند (شکل ۸، سمت چپ). نام‌ها و رنگ‌ها با درک ”بعد چهارم“ مرتبط بودند و باید حفظ می‌شدند. روش‌های مختلفی برای چیدمان مکعب‌ها تجویز شده بود. یکی از این روش‌ها نشان دهنده مکعب چهار بعدی یا همان‌طور که چارلز آن را نامید، تسراکت^{۵۹} است.

چارلز، دستگاه را برای سه دختر کوچکتر بول توضیح داد. آلیشیا، تنها کسی که توضیحات او را دنبال می‌کرد، به دنبال درک این ایده‌ها بود. او بین شانزده تا هجده سال سن داشت، تقریباً در همان سنی که پدرش بیشتر تلاش‌های فکری خود را روی ریاضیات متمرکز کرده بود [۱۳، ص. ۲۲۱]. (مکعب‌های هینتون بیشتر از خالق خود زنده ماندند، اما به نظر می‌رسد آلیشیا یکی از معدود، اگر نگوییم تنها، کسانی بود که بر آن‌ها تسلط داشت. بسیاری تلاش کردند، برخی با عواقب وخیم، همان‌طور که در ضمیمه یکی از ستون‌هایی که مارتین گاردنر^{۶۰} برای مجله آمریکایی علمی^{۶۱} توضیحی نوشته است. [۱۲، ص. ۵۲].)



شکل ۸: مکعب‌های هینتون همان‌گونه که در کتابش بعد چهارم آمده است (چپ). در سمت راست مکعبی با نام اجزای آن، از عصر جدید اندیشه [۱۴].

⁵⁷James Hinton ⁵⁸The Fourth Dimension ⁵⁹tesseract ⁶⁰Martin Gardner ⁶¹Scientific American

پس از آن داستان زندگی به رنگارنگی مکعب‌ها می‌شود. در سال ۱۸۸۰ چارلز با بزرگ‌ترین خواهر، مری الن ازدواج کرد. سه سال بعد و با نامی جعلی با زن دیگری ازدواج کرد. ادوارد ترینگ^{۶۲}، مدیر مدرسه اوپینگهام^{۶۳}، جایی که هینتون در آن کار می‌کرد، در دفتر خاطرات خود می‌نویسد: ”چقدر رقت‌انگیز و عجیب، هینتون با همسر و خواهرش (من متوجه شدم) وارد شدند تا بگویند که او مرتکب دوهمسری شده و آنها او را متقاعد کرده‌اند خود را به عدالت بسپارد.“ این رسوایی، که توسط بسیاری از روزنامه‌های لندن مطرح گردید، تبدیل به نقل محافل شهر شد. هینتون و خانواده اولش (مری الن و چهار فرزند خردسال) به ژاپن نقل مکان کردند.

در دهه ۱۸۸۰ آلیشیا و چ. جان فالک^{۶۴}، وکیل و ریاضیدان غیرحرفه‌ای، بر روی ویرایش نسخه خطی نوشته شده توسط چارلز هینتون، عصر جدید اندیشه [۱۴]۶۵ کار کردند. این کتاب در سال ۱۸۸۸ منتشر شد. در مقدمه آن آمده است ”MSS که اساس این کتاب را تشکیل می‌داد، به وسیله نویسنده، به خاطر ترک انگلستان برای کار در مکانی دور، به ما سپرده شد“ [۱۴]، ص. iii]. (خورخه لوئیس بورخس^{۶۶} در پیش‌گفتار گلچین داستان‌های هینتون از خود می‌پرسد که آیا این جمله آخر، خودکشی یا فرار ”دوست فراری ما“ را به بعد چهارمی که توانسته بود با نظم و انضباط سرسختانه نگاهی کند، القا می‌کند.) در ادامه مقدمه می‌آید، ”آرزوی او این بود که ما رساله‌ای بسیار کامل‌تر از آنچه انجام داده‌ایم بسازیم، و با این نیت از ما خواست که هر تغییر یا اضافاتی را که مطلوب می‌دانیم بر روی آن انجام دهیم.“ یکی از این اضافات ”پیوست H: بخش‌های تسراکت“ بود.

۱۱. چند وجهی‌های منتظم در تمامی ابعاد

در پایان قرن نوزدهم، زمان مطالعه اجسام با ابعاد بالاتر فرا رسیده بود. ”سخنرانی ریمان“، که در سال ۱۸۶۷ منتشر شد، ایده منیفلدهای از هر بعد را معرفی کرده بود [۱۹]، ص. ۱۳۳]. چندوجهی‌های چهار بعدی منتظم اولین بار توسط ریاضیدان سوئسی لودویگ اشلفلی^{۶۷} در دست نوشته‌ای که سال ۱۸۵۲ تهیه کرده بود توصیف شده بود. این اثر به دلیل طولانی بودن توسط آکادمی وین^{۶۸} رد شد و تا سال ۱۹۰۱، شش سال پس از مرگ او، منتشر نشد. چندین ریاضیدان که از کار اشلفلی بی‌خبر بودند، به تنهایی چندوجهی‌های منتظم را کشف کردند [۱۰]، ص. ۱۹۴]. آلیشیا یکی از آنها بود.

چندوجهی‌های محدب منتظم، نمونه‌های چهار بعدی از چند ضلعی‌های منتظم دو بعدی و اشکال سه بعدی افلاطونی هستند. مطابق نظر کاکستر [۱۰]، ص. ۱۲۸]، یک چندوجهی n -بعدی را می‌توان به عنوان یک ناحیه محدب و کراندار از فضای اقلیدسی n -بعدی تعریف کرد که توسط تعداد متناهی ابرصفحه محصور شده است. یک حجره (سلول) از چندوجهی P ، اشتراک P با یکی از ابرصفحه‌های مرزی است. وقتی $n = ۲$ ، چندضلعی‌های منتظم همان چندوجهی‌های منتظم دو بعدی هستند. اگر $n > ۲$ ، چندوجهی n -بعدی P منتظم است هرگاه حجره‌های آن چندوجهی‌های $(n - ۱)$ -بعدی منتظم باشند و به علاوه هر راس نیز منتظم باشد (V یک راس منتظم است هرگاه نقاط میانی تمام یال‌هایی که از V سرچشمه می‌گیرند در یک ابرصفحه قرار بگیرند، و این نقاط میانی خود رئوس یک چندوجهی منتظم $(n - ۱)$ -بعدی باشند).

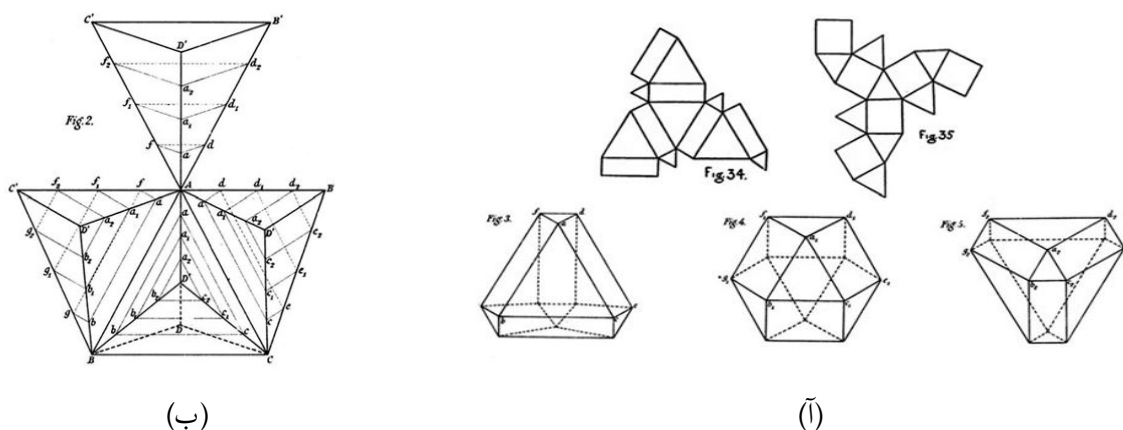
تعداد بینهایت چندوجهی منتظم در بعد دو وجود دارد و در بعد سه، دقیقاً پنج‌تا (چهار وجهی، هشت وجهی، بیست‌وجهی، مکعب و دوازده وجهی) وجود دارد. اگر بعد بیشتر از سه باشد، سه نوع چندوجهی وجود دارد: $(n + ۱)$ -سلولی یا n -ساده^{۶۹}، $۲n$ -سلولی یا n -مکعب، و ۲^n -سلولی یا ارتوپلکس (دقت کنید که $(n + ۱)$ یا $۲n$

⁶² Edward Thring ⁶³Uppingham ⁶⁴H. John Falk ⁶⁵A New Era of Thought ⁶⁶Jorge Luis Borges ⁶⁷Ludwig Schläfli

⁶⁸Akademie in Vienna ⁶⁹n-simplex

یا 2^n ، تعداد سلول‌های هر چندوجهی است). سلول‌های اولی و آخری $(n-1)$ - ساده هستند و سلول‌های دومی $(n-1)$ - مکعب هستند. اگر $n \geq 5$ باشد، آنگاه این سه همگی منتظم هستند. در بعد چهار، دقیقاً سه‌تای دیگر هم وجود دارد: ۲۴-سلولی، ۱۲۰-سلولی و ۶۰۰-سلولی که سلول‌های آنها به ترتیب هشت وجهی، دوازده وجهی و چهار وجهی هستند.

منظور از یک بخش γ^0 از چندوجهی P ، محل تقاطع P با یک ابرصفحه است. (یک بخش k -اصلی γ^k ، بخشی است که در آن ابرصفحه، بر خطی که از مرکز P و مرکز یک وجه k -بعدی P می‌گذرد، عمود است. به عنوان مثال، در یک چندوجهی چهار بعدی، مقاطع ۳-اصلی توسط ابرصفحه‌هایی تعیین می‌شوند که بر یک خط گذرنده از مرکز P تا مرکز یکی از اجسام سه بعدی افلاطونی که P را محصور می‌کنند، عمود هستند).



شکل ۹: (آ) ۳ بخش اصلی از شانزده-سلولی. تصاویری از عصر جدید اندیشه [۱۴]. (ب) تصاویری از مقاله آلیشیا بول استات [۹].

۱۲. آلیشیا مدل‌هایی از فضای چهار بعدی به ارمغان می‌آورد

سوال بی‌پاسخ این است که چگونه آلیشیا از بازی با مکعب‌های هینتون در نوجوانی به درک عمیق خود از چندوجهی‌های منتظم در بعد چهار رسید. ما در اینجا این فرضیه را مطرح می‌کنیم: کار او روی کتاب عصر جدید اندیشه γ^2 حلقه مفقوده است. ضمیمه‌ای که او به همراه فالک نوشت (اگرچه همه شواهد نشان می‌دهند کار خودش به تنهایی است)، مقاطع سه چند وجهی منتظم چهار بعدی را مورد بحث قرار می‌دهد: مکعب چهار بعدی (که در آن متن بار دیگر تسراکت نامیده شد)، ۱۶-سلولی (که چهار-تسراکت γ^3 نامیده شد) و ۲۴-سلولی (که هشت-تسراکت γ^4 نامیده شد). به نظر می‌رسد آلیشیا پس از کشف مجدد این اشیا، واژه‌های “چهار-تسراکت” و “هشت-تسراکت” را ابداع کرده است.

پیوست H از [۱۴، ص. ۲۱۶] می‌گوید: “چند شکل داده شده که اگر بریده شده و در امتداد خطوط تا شوند، برخی از مقاطع یک تسراکت را نشان خواهند داد. اما از خواننده صمیمانه خواسته می‌شود که فقط به نگاه کردن به اشکال بسنده نکند. چرا که این کار چیزی به او درباره یک تسراکت یا فضای چهار بعدی نمی‌آموزد و فقط در ذهنش این احساس را ایجاد می‌کند که “بعد چهارم” ناحیه‌ای ناشناخته و غیرقابل تصور است که در آن هر شکلی

⁷⁰section ⁷¹k-principal ⁷²A New Era of Thought ⁷³tetra-tesseract ⁷⁴octa-tesseract

ممکن است مطابق مقاطع داده شده از آن درست باشد و هر گزاره‌ای درباره آن نیز ممکن است درست باشد. در حالی که در واقع، اگر قوانین فضاها را دو بعدی و سه بعدی، به درستی در فضای چهاربعدی جاری شوند، آن‌گاه هر چقدر ذهنیت رایج ما (مثل مسطح بودن یک صفحه) به ما اجازه دهد که از این اشکال و روابط بیاموزیم، برای ما بیش از آنچه از اشکال و روابط دو و سه بعدی می‌آموزیم، جای تردید نیست.

اشکالی که (تقریباً به‌طور حتم توسط آلیشیا ترسیم شده است) مقاطع تسراکت را در پیوست H از [۱۴] نشان می‌دهند، نسخه اولیه همان اشکالی هستند که در مقاله او [۹] آمده‌اند. به‌عنوان مثال، مقاطع ۳- اصلی یک ۲۴- سلولی در شکل صفحه قبل آمده است: در ۹(ا) بالا، اشکال از [۱۴] و در ۹(ب) و ۹(ا) پایین، شکل‌های مربوطه را از [۹] می‌بینیم.

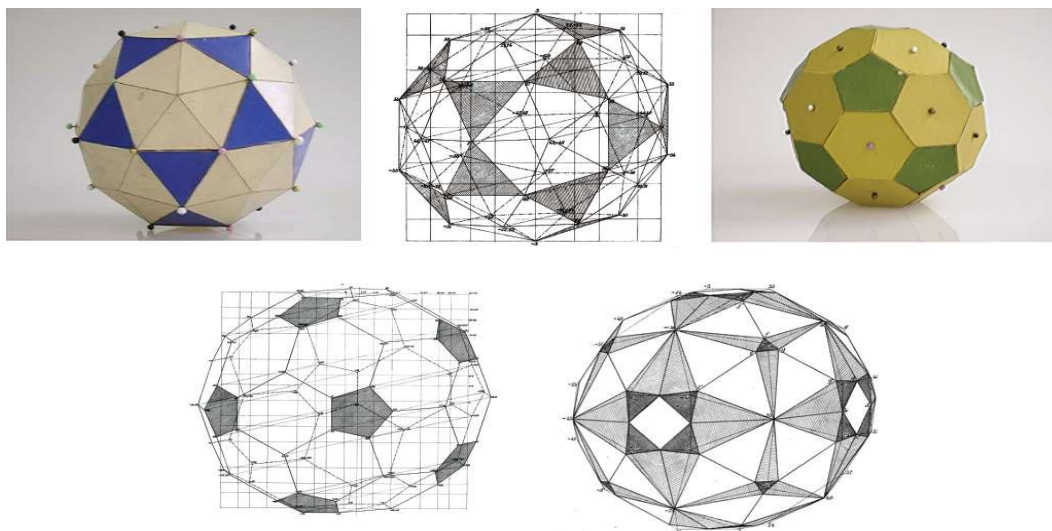
پیوست H چهار بخش اصلی یک چندوجهی منتظم چهار بعدی را به‌صورت زیر توصیف می‌کند: ”واضح است که چهارنوع از مقاطع برای هر شکل چهار بعدی وجود دارد، آن‌هایی که با یک حجم شروع می‌شوند، آن‌هایی که با یک صفحه شروع می‌شوند، آن‌هایی که با یک خط شروع می‌شوند و آن‌هایی که با یک نقطه شروع می‌شوند.“ هنگامی که از نام‌های پیچیده لاتین هینتون برای هر نقطه، قطعه، مکعب، و مکعب چهار بعدی استفاده نمی‌شود، توضیحات آن پیوست بهترین است.

در طول دهه ۱۸۸۰، آلیشیا به تنهایی در نزدیکی لیورپول زندگی می‌کرد و به عنوان منشی برای فالک، که با او کتاب هینتون را ویرایش کرده بود، کار می‌کرد [۱۳]. والتر استات^{۷۵} که یک منشی بود، به تیم آلیشیا و فالک پیوست تا بر روی نسخه جدیدی از کتاب جرج —^{۷۶}، کار کنند. آلیشیا در سال ۱۸۹۱ با والتر ازدواج کرد و خیلی زود این زوج صاحب دو فرزند به نام‌های مری و لئونارد^{۷۷} شدند.



شکل ۱۰: عکس تک‌رنگ گرفته شده از پروفیسور شوته، آلیشیا استات و دخترش مری، مارگرت تیلور و پسرش جفری

⁷⁵Walter Stott ⁷⁶Laws of Thought ⁷⁷Mary and Leonard



شکل ۱۱: نمایش بخش‌های مرکزی چندوجهی‌ها. دو مدل توسط آلیشیا بول و سه طراحی توسط شوته ساخته شده‌اند. اولی و دومی مربوط به بخش ۰-اصلی مرکزی از ۶۰۰-سلولی، سومی و چهارمی مربوط به بخش ۳-اصلی مرکزی از ۱۲۰-سلولی، و پنجمی مربوط به بخش ۳-اصلی از ۶۰۰-سلولی هستند. این بخش را با طرح‌های مرکزی هر ردیف از شکل ۱۲ مقایسه کنید.

۱۳. نشست ذهن‌های بصری و تحلیلی

در همین حال، در آن سوی دریا، ریاضیدان هلندی، پیتر شوته^{۷۸} در حال محاسبه مقاطع مرکزی چندوجهی‌های چهاربعدی بود (مقاطع مرکزی آنهایی هستند که توسط ابر صفحه‌ای که از مرکز چندوجهی می‌گذرد، تعیین می‌شوند). احتمالاً به دلیل علاقه‌اش به ریاضیات - برآمده از این حقیقت که او روی ویرایش آثار جورج کار می‌کرد - والتر از کارهای منتشر شده شوته باخبر شد. وقتی او این موضوع را به آلیشیا گفت، او به شوته نوشت که او هم به نتایج مشابهی رسیده است، اما با روش‌های بسیار متفاوت. شکل ۱۱ یک نمونه دیگر از جوانه زدن همزمان ایده‌های ریاضی یکسان در دو ذهن را بدون تماس مستقیم نشان می‌دهد. در واقع، آلیشیا تمام مقاطع اصلی چندوجهی‌های چهار بعدی منتظم را محاسبه کرده بود. واضح است که پس از انتشار کتاب عصر جدید اندیشه، او به کاوش در هندسه چهار بعدی ادامه داد و سه چندوجهی منتظم را که در پیوست آن ظاهر نشده بودند، دوباره کشف کرد، و همچنین به مطالعه و ساخت مدل‌های مقوایی از مقاطع اصلی همه آن‌ها پرداخت. کاکستر می‌نویسد که آلیشیا عکس‌های یک سری از مقاطع موازی مدل‌های خود را برای شوته فرستاد [۱۳، ص. ۲۲۲].

شوته با اشتیاق پاسخ و پیشنهاد همکاری داد. آلیشیا و شوته تعطیلات تابستانی بسیاری را با هم در انگلستان گذراندند و نتایج خود را در یک مقاله مشترک منتشر کردند [۹]. عکس شکل ۱۰ در یکی از آن تابستان‌ها گرفته شده است. کاکستر اظهار داشت: “قدرت تجسم هندسی خانم استات مکملی برای روش‌های مرسوم‌تر شوته بود، بنابراین آنها یک تیم ایده‌آل بودند.” شوته همچنین ترتیبی داد که آلیشیا نتایج خود را منتشر کند. این مقالات، و همچنین مدل‌ها (شکل ۱۲) و طرح‌هایی (شکل ۹(ا) و ۹(ب)) که او با شوته به اشتراک گذاشت، منعکس‌کننده درک بصری عمیق او از هندسه است.

⁷⁸Pieter Schoute



شکل ۱۲: طرح‌های آلیشیا از بخش‌های ۰- اصلی از ۱۲۰- سلولی (بالا)، و بخش‌های ۰- اصلی و ۳- اصلی از ۶۰۰- سلولی (به ترتیب وسط و پایین). طرح‌ها با مجوز اداره مجموعه‌های ویژه کتابخانه دانشگاه گرونینگن (HS Add 394) استفاده می‌شود. عکس طرح‌ها توسط دیرک فننما گرفته شده است.

اولین مقاله منتشر شده آلیشیا [۸]، مقاطع اصلی شش چندوجهی منتظم چهار بعدی را، که توسط ابر صفحه عمود بر خط گذرنده از مرکز چندوجهی و مرکز یکی از سلول‌های آن تعیین می‌شود، توصیف می‌کند. به عنوان مثال، ۱۶- سلولی S ، یکی از سلول‌های مرزی آن C (یک چهار وجهی)، و ۳- مقاطع S ، یعنی مقاطعی که توسط ابر صفحه‌های موازی با صفحه حاوی C تعیین می‌شوند، را در نظر بگیرید. برای تجسم این مقاطع، آلیشیا یک چهار وجهی را در هر چهار وجه C ، یکی در هر شش یال آن، و یک چهار وجهی در هر چهار راس آن قرار می‌دهد. بنابراین در مجموع پانزده چهار وجهی وجود دارد. پس از شناسایی جفت وجه‌های مناسب (که شامل تمام جفت وجه‌هایی است که یک یال مشترک دارند)، چهار وجه آزاد می‌مانند. با چسباندن آخرین چهار وجهی به این چهار وجه، ۱۶ سلولی کامل می‌شود.

برای یافتن بخش‌ها، باید ابر صفحه مناسب را با این لایه‌ها “قطع ۷۹” داد. “اولین” بخش که توسط ابر صفحه حاوی اولین سلول ایجاد می‌شود، البته یک چهار وجهی است. هنگامی که ابر صفحه کمی دورتر می‌شود، یال‌های چهار وجهی به مستطیل‌های نازک، و راس‌های آن به مثلث‌های کوچک تبدیل می‌شوند؛ شکل ۹ (آ) پایین را ببینید. همانطور که ابر صفحه به حرکت ادامه می‌دهد، مستطیل‌ها به مربع تبدیل می‌شوند و همه مثلث‌ها متجانس می‌شوند. سپس روند معکوس می‌شود: مربع‌ها به مستطیل تبدیل می‌شوند (و جفت ضلع طولانی‌تر قبلی کوتاه‌تر می‌شود)، و مثلث‌هایی که کوچک‌تر بودند بزرگ‌تر می‌شوند تا جایی که ابر صفحه “آخرین” چهار وجهی را که حاوی آخرین سلول متصل است قطع کند. این مقاطع در شکل ۹ (آ) پایین، توصیف می‌شوند. در سمت راست، تعدادی از چهار وجهی‌هایی که یک راس مشترک دارند (به نحوی چرخانده شده‌اند که همه در اولین ابر صفحه باشند)، و همچنین مقاطع متوالی با ابر صفحه نشان داده شده‌اند.

در سال ۱۹۱۴، چند ماه پس از مرگ شوته، آلیشیا یک دکترای افتخاری از گرونینگن^{۸۰}، دانشگاه شوته، دریافت کرد. هنگام دریافت مدرک در یک استوانه مقوایی، نظرش این بود: “این جای خوبی برای نگهداری چوب‌های ماکارونی خواهد بود!” [۱۳، ص. ۲۲۳].

⁷⁹slide ⁸⁰Groningen

۱۴. عمه آلیشیا به مهمانی جای می‌رود

هیچ مدرکی دال بر فعالیت ریاضی آلیشیا در سال‌های پس از مرگ شوته در سال ۱۹۱۳ وجود ندارد. اما در سال ۱۹۲۸، جفری اینگرام تیلور^{۸۱} (پسر خواهر آلیشیا، مارگارت و یک ریاضیدان و فیزیکدان برجسته) آلیشیا را به هندسه‌دان، ه. س. م. کاکستر^{۸۲}، که در آن زمان دانشجوی دکتری در کمبریج بود، معرفی کردند. همان‌طور که در بالا ذکر شد، در اوایل دهه بیست زندگی‌اش، یک دوستی گرم و انگیزشی بین این هندسه‌دان و خاله آلیس تقریباً هفتاد ساله، همان‌طور که کاکستر با محبت او را صدا می‌کرد، شکل گرفت. استاد مشاور کاکستر، هنری ف. باکر^{۸۳}، بعد از ظهر شنبه‌ها، سمینارهایی پژوهشی به نام ”میهمانی‌های جای^{۸۴}“ راه‌اندازی کرده بود. کاکستر و عمه آلیس یکی از سخنرانی‌ها را با کمک مقاطع چندوجهی‌های خود ارائه کردند [۲۰، ص. ۷۲].

عمه آلیس در سال ۱۹۳۵ به کاکستر نوشت: ”نمی‌توانم به شما بگویم که چقدر از فکر دیدن درخشش جادویی شما هیجان‌زده هستم. برای کلمات خیلی شگفت‌انگیز به نظر می‌رسد و من در حسرت آمدن هفته آینده هستم. چگونه ریاضیدانان خفته را شنبه بیدار خواهید کرد!!“ [۲۰، ص. ۷۹]. کاکستر در سال ۱۹۳۶ به تورنتو نقل مکان کرد. عمه آلیس در نامه خداحافظی خود نوشت: ”در مدتی که مشغول نوشتن بودم، ذهنم به دنیای دوست داشتنی‌ای که با هم از آن دیدن کرده‌ایم، و تو آن را بسیار مال خود ساخته‌ای، برگشته است. در عجب هستم که در آن به‌کجا خواهی رسید! چقدر دلم می‌خواست می‌توانستم دنبال‌کنم“ [۲۰، ص. ۱۱۶].

۱۵. زن بول‌ها

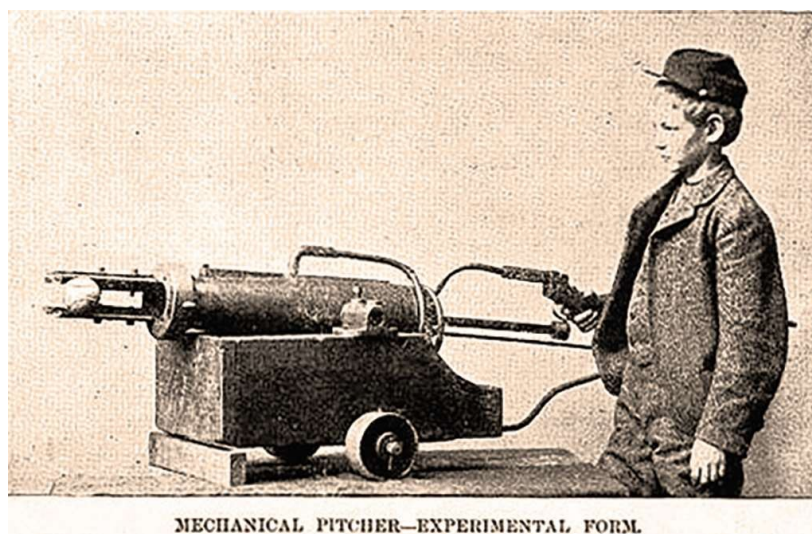
دستاوردهای نوادگان مری و جورج بول، می‌تواند صفحات بسیاری را پر کند. برخی از آنها به شرح زیر است. هر یک از پنج خواهر بول - مری الن، مارگرت، آلیس، لوسی و اتل - در سبکی خاص، شخصی و منحصر به فرد می‌درخشیدند.

بزرگترین خواهر، مری الن، یک کتاب شعر نوشت و سخنرانی‌هایی درباره شعر مدرن داشت. یک سال پس از مرگ ناگهانی همسرش، چارلز هینتون، او خودکشی کرد. مدتی قبل او نوشته بود: ”زندگی چیزی است که ما حق داریم وقتی بخواهیم به پایان برسانیم. وقتی زندگی به یک بار سنگین تبدیل می‌شود، حق هر کسی است که این‌کار را عملی کند.“ خود هینتون پس از گذراندن چند سال در ژاپن، در سال ۱۸۹۳ به ایالات متحده سفر کرد و در آنجا برای چند سال به عنوان مدرس ریاضیات در دانشگاه پرینستون کار کرد. در آنجا، او یک دستگاه پرتاب توپ بیسبال اختراع کرد که توپ‌ها را با ضربه پرتاب می‌کرد (شکل ۱۴). این اختراع هینتون بیشتر سر و صدا تولید می‌کرد تا اینکه موفق باشد. پس از چند شغل، او در نهایت در اداره ثبت اختراع در واشنگتن مشغول به کار شد. هینتون در طول زندگی خود چند متن مبهم و جذاب از جمله چندین ”عاشقانه ریاضی“ منتشر کرد. در یکی از آگهی‌های ترحیم او در پیک اخبار (برج‌واتر، نیوجرسی^{۸۵}) به تاریخ ۳ می ۱۹۰۷ در واشنگتن آمده بود: ”یکی از نامنظم‌ترین نابغه‌هایی که از آکسفورد فارغ التحصیل شد و سپس وارد زندگی دانشگاهی در این کشور شد، چارلز هوارد هینتون، دستیار دوم اداره ثبت اختراعات ایالات متحده، به تازگی در این شهر درگذشت.“ پس از مرگ او، هینتون و ایده‌های او در بسیاری از آثار علمی و داستانی ظاهر شدند.

⁸¹Geoffrey Ingram Taylor ⁸²H. S. M. Coxeter ⁸³Henry F. Baker ⁸⁴tea parties ⁸⁵Bridgewater, New Jersey



شکل ۱۳: کپی سیاه و سفید یک عکس از خانواده بول که مری بول، پنج دختر و نوه‌هایش، جولیان و جفری تیلور، مری لئونارد استات و جورج هینتون را نشان می‌دهد که در یک پرتره استودیویی جمع شده‌اند. اسامی در حاشیه نوشته شده‌اند.



شکل ۱۴: دستگاه پرتاب توپ هینتون. تصویر از مقاله هینتون در مجله هارپر در سال ۱۸۹۷

مارگرت نقاشی خواند و جفری اینگرام تیلور را به دنیا آورد.

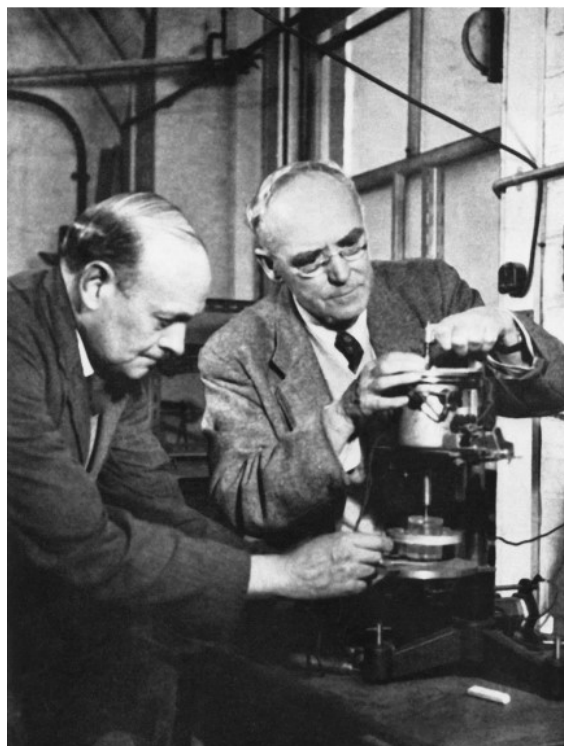
لوسی اورست بول، مدرس شیمی در دانشکده پزشکی زنان لندن و اولین زنی بود که به عضویت موسسه شیمی انتخاب شد. او اولین نویسنده زن بود که یک مقاله را قبل از انجمن داروسازی لندن می‌خواند. او در چهل و دو سالگی درگذشت [۱۵، ص. ۲۶۵].

کوچکترین خواهر بول، اتل، تحت تأثیر مطالبی در مورد شرایط رنج مردم روسیه تحت حکومت تزاری، برای دیدن آن سفر کرد. او تبدیل به یک فعال شد، از زندان‌ها بازدید می‌کرد، به صورت قاچاق تبلیغات می‌کرد و برای روستائیان دورافتاده کمک‌های پزشکی می‌برد. او همچنین آهنگسازی می‌کرد و چهار رمان نوشت. اولین مورد آنها، گادفلی^{۸۶}، بلافاصله تبدیل به یک موفقیت بین‌المللی شد و در اتحاد جماهیر شوروی با موسیقی دیمتری شوستاکوویچ^{۸۷} به فیلم تبدیل شد. او با ویلفرید وینیچ^{۸۸}، تبعیدی لهستانی، ازدواج کرد که ایده‌های انقلابی او را به اشتراک می‌گذاشت و یکی از بزرگترین متخصصان و فروشنده‌های کتاب‌های کیمیا در جهان بود. در آغاز دهه ۱۹۰۰، وینیچ در ویلا موندراگون^{۸۹} در ایتالیا کتابی از قرون وسطی خرید که به زبانی نوشته شده بود که هیچ کس تا به حال قادر به رمزگشایی آن نبوده است، صفحات کتاب پر از متن و موجودات و گیاهان عجیب و غریب بود که به شکلی رویایی در هم تنیده شده بودند. برای مدتی اعتقاد بر این بود که کتاب یک شوخی فریب‌آمیز است، اما این فرضیه به لطف تاریخ‌گذاری کربنی و مطالعات الگوهای زبان کنار گذاشته شد. بسیاری سعی کرده‌اند آن را رمزگشایی کنند. فرضیه‌ها در مورد محتوای آن متفاوت است از بیان این که رساله‌ای در مورد طبیعت است که به زبانی خاور نزدیک یا آسیایی نوشته شده است تا تفسیر آن به عنوان یک دفتر خاطرات علمی که توسط راجر بیکن^{۹۰} با رمز جایگزین نوشته شده است. هیچ فرضیه‌ای ثابت نشده است و آن‌طور که معروف است جستجو برای معنای متن وینیچ، ادامه دارد.

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در میان نوه‌های جورج و مری، جفری اینگرام تیلور دانشمندی مشهور بود. او به مسائل در ریاضیات کاربردی، فیزیک کلاسیک و علوم مهندسی از دیدگاهی تازه پرداخت. جفری به پدر بزرگش جورج و اشتیاق خاله‌اش آلیس به ریاضیات افتخار می‌کرد؛ به نظر می‌رسید او دوست داشت خود را به عنوان حفظ‌کننده این سنت خانوادگی ببیند [۱، ص. ۵]. او قابل دسترس، مهربان و همیشه آماده پاسخ به سؤال یک دانشمند جوان بود. جفری در سال ۱۹۴۴ شوالیه شد و در سال ۱۹۶۹ به نشان شایستگی^{۹۱} منصوب شد [۱، ص. xv]. او همچنین مدال طلای انجمن سلطنتی را برنده شد، "مانند" همان مدال طلایی که زمانی مادر بزرگش به پیشنهاد جان لینهارد^{۹۲} فروخته بود یا همان‌طور که لینهارد نوشته بود، دوباره سرمایه‌گذاری کرده بود.

لئونارد بول، پسر آلیشیا، یک دستگاه اشعه ایکس قابل حمل، یک پنوموتوراکس مصنوعی و یک سیستم ناوبری بر پایه هندسه کروی اختراع کرد. او همچنین یک پزشک بود، یک پیشگام در درمان سل [۱۵، ص. ۲۶۴]. اسناد اداره ثبت اختراع از دهه ۱۹۲۰، اختراع ورزشگاه جنگل^{۹۳} را به یکی دیگر از نوه‌های جورج و مری نسبت می‌دهند: سباستین هینتون وکیل^{۹۴}، یکی از چهار پسر چارلز و مری الن. در دوران کودکی‌شان در ژاپن، چارلز در حیات خلوت خود یک کالبد چند-مکعبی از بامبو ساخته بود تا فرزندانش بتوانند درک بهتری از سه بعد دنیایی که ما در آن زندگی می‌کنیم داشته باشند و در نهایت یک فضای چهار بعدی را تجسم کنند. سباستین با کارملیتا چیس^{۹۵} ازدواج کرد که بعداً مدرسه پوتنی^{۹۶} را که یک مدرسه شبانه‌روزی مرفعی مشهور در ورمونت بود، تأسیس کرد. در مقطعی، کاکستر به آنجا دعوت شد و به طور جدی در فکر ماندن بود.

⁸⁶The Gadfly ⁸⁷Dmitri Shostakovich ⁸⁸Wilfrid Voynich ⁸⁹Villa Mondragone ⁹⁰Roger Bacon ⁹¹Order of Merit ⁹²John Lienhard ⁹³Jungle Gym ⁹⁴Sebastian Hinton ⁹⁵Carmelita Chase ⁹⁶Putney



شکل ۱۵: جفری اینگرام تیلور (راست) در سن ۶۹ سالگی در آزمایشگاهش به همراه دستیارش والتر تامسون

در میان نوه‌های جورج و مری می‌توان هاوارد اورست هینتون^{۹۷}، حشره شناس برجسته؛ ویلیام هینتون^{۹۸}، نویسنده مارکسیست؛ و جون هینتون^{۹۹} را پیدا کرد. جون یک فیزیکدان هسته‌ای و یکی از معدود زنان دانشمندی بود که در پروژه منهن در لوس آلاموس^{۱۰۰} شرکت داشت. او روی ساخت اولین بمب اتمی در لوس آلاموس کار کرد و یکی از معدود شاهدان عینی اولین انفجار اتمی بود. پیامدهای ویرانگر بمباران هیروشیما او را به یک صلح‌طلب صریح تبدیل کرد. در سال ۱۹۴۸ او فیزیک را رها کرد و به چین مائوئیست^{۱۰۱} رفت. او تا زمان مرگش در سال ۲۰۱۰ به آرمان مائوئیست اعتقاد قوی داشت.

دو نبیره این خانواده قابل اشاره هستند: کارما هینتون^{۱۰۲}، که مستندهایی ساخت که برنده جوایزی بودند، و جفری اورست هینتون^{۱۰۳}، که برنده جایزه تیورینگ ۲۰۱۸^{۱۰۴} برای کار پیشگام خود در هوش مصنوعی شد.

۱۶. سخن آخر

داستان خانواده بول یکی از داستان‌های اصیل استعداد و پشتکار است. این نشان می‌دهد که چقدر مهم است که ذهن خود را برای ایده‌های جدید باز نگه دارید، حتی زمانی که این ایده‌ها از منابع غیر منتظره می‌آیند. انسان تعجب می‌کند که چقدر از استعدادهای ریاضی به دلیل موانع غیر ریاضی مانند جنسیت یا موقعیت اجتماعی از دست می‌روند.

⁹⁷Howard Everest Hinton ⁹⁸William Hinton ⁹⁹Joan Hinton ¹⁰⁰Los Alamos ¹⁰¹Maoist ¹⁰²Carma Hinton ¹⁰³Carma Hinton ¹⁰⁴2018 Turing Award

احتمال نادیده گرفته شدن کارهای علمی اولیه جورج بول کم نبود، همان‌طور که ممکن بود او هرگز یک شغل علمی به دست نیاورد. پیترو شوته به راحتی می‌توانست زحمت پاسخ دادن به نامه اول آلیشیا را به خود ندهد. کاکستر ممکن بود هرگز با آلیشیا تبادل نظر نکند و یا بعداً هرگز درباره او چیزی ننویسد. با این وجود و یا به دلیل قوانین احتمال، همه این رویدادهای ناگوار که می‌توانستند به راحتی اتفاق بیفتند، هرگز اتفاق نیفتادند، و خوشبختانه، تلاش‌های فکری بول‌ها اکنون بخشی از دنیای ما است.

قدردانی

نویسنده مدیون تونی فیلیپس^{۱۰۵} است که نویسنده را از طریق نوشته خود [۱۸] با آلیشیا بول آشنا کرد. تونی فیلیپس، نور کمال^{۱۰۶}، نیسیم راناده^{۱۰۷}، چاندریکا ساداناند^{۱۰۸}، دنیس سالیوان^{۱۰۹} و داور، پیشنهاداتی دادند که این کار را بسیار بهبود بخشید. اریکا فلاپان^{۱۱۰} برای پیشنهاد موضوع و دلا دامبا^{۱۱۱} به خاطر صبر بی‌پایانش به عنوان ویراستار شایسته قدردانی هستند.

از افراد زیر برای فراهم کردن مطالب و اطلاعات قدردانی می‌شود: جیمی کارستایرز^{۱۱۲} از مجموعه‌های ویژه کتابخانه‌های دانشگاه بریستول، به یان ون مانن^{۱۱۳} و هنک دی اسنو^{۱۱۴} از دانشگاه گرونینگن، ایرینه پولو-بلانکو^{۱۱۵} از دانشگاه کانتابریا، اما هورگان^{۱۱۶}، ماورین فیتزجرالد^{۱۱۷}، امرتومی^{۱۱۸} و کرونان او دوایلین^{۱۱۹} از کتابخانه UCC دانشگاه کالج کورک، جان اچ. لینهارد^{۱۲۰} از دانشگاه هیوستون و فرد دریسن^{۱۲۱}، مدیر مسئول.

مراجع

- [1] G. Batchelor, *The Life and Legacy of G. I. Taylor*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.
- [2] G. Boole, Exposition of a general theory of linear transformations, Parts I and II, *Cambridge Math. J.*, **3** (1842) 106–119.
- [3] G. Boole, On a general method in analysis, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **134** (1844) 225–282.
- [4] G. Boole, *The Mathematical Analysis of Logic Being an Essay Towards a Calculus of Deductive Reasoning*, Philosophical Library, New York, N. Y., 1948.
- [5] G. Boole, *An Investigation of the Laws of Thought on Which Dover Publications, Inc.*, New York, 1957.
- [6] G. Boole, *A Treatise on Differential Equations*, 5th ed., Chelsea Publishing Company, New York, 1959.
- [7] G. Boole, *A Treatise on the Calculus of Finite Differences*, reprint of the 1860 original, Cambridge Library Collection, Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- [8] A. Boole Stott, On certain series of sections of the regular four-dimensional hypersolids, *Amst. Akad. Verh.*, **7** (1900) 1–21.
- [9] A. Boole Stott and P. H. Schoute, On the sections of a block of eightcells by a space rotating about a plane, *Amst. Akad. Verh.*, **9** (1908) 3–25.

¹⁰⁵Tony Phillips ¹⁰⁶Noor Kamal ¹⁰⁷Nissim Ranade ¹⁰⁸Chandrika Sadanand ¹⁰⁹Dennis Sullivan ¹¹⁰Erica Flapan
¹¹¹Della Dumbaugh ¹¹²Jamie Carstairs ¹¹³Jan van Maanen ¹¹⁴Henk de Snoo ¹¹⁵Irene Polo-Blanco ¹¹⁶Emma Horgan
¹¹⁷Maureen Fitzgerald ¹¹⁸Emer Twomey ¹¹⁹Cronan O Doibhlin ¹²⁰John H. Lienhard ¹²¹Fred Drissen

- [10] H. S. M. Coxeter, *Regular Polytopes*, Methuen and Co., Ltd., London; Pitman Publishing Corporation, New York, 1948; 1949.
- [11] M. Everest Boole, *Collected Works*, edited by E. M. Cobham, London: The CW Daniel Company, 1931.
- [12] M. Gardner, *Mathematical Carnival*, second ed., with a foreword by J. Conway, The Mathematical Association of America, Washington, D. C., 1989.
- [13] L. S. Grinstein, P. J. Campbell and (eds.), *Women of Mathematics, a Biobibliographic Sourcebook*, Greenwood Press, Westport, C. T., 1987.
- [14] C. Howard Hinton, *A New Era of Thought*, S. Sonnenschein and Company, 1888.
- [15] D. MacHale, *The Life and Work of George Boole: A Prelude to the Digital Age*, Cork University Press, 2014.
- [16] K. D. A. Michalowicz, Mary Everest Boole (1832–1916): An Erstwhile Pedagogist for Contemporary Times, *Vita mathematica* (Toronto, ON, 1992; Quebec City, PQ, 1992), MAA Notes, **40**, *Math. Assoc. America*, Washington, D. C., 1996 291–299.
- [17] P. J. Nahin, *The Logician and the Engineer: How George Boole and Claude Shannon Created the Information Age*, Princeton University Press, Princeton, N. J., 2013.
- [18] T. Phillips, The Princess of Polytopia: Alicia Boole Stott and the 120-cell, *American Mathematical Soc.*, Feature Column, 2006, <https://www.ams.org/fcarc-boole>.
- [19] I. Polo-Blanco, *Theory and history of geometric models*, PhD. thesis, University of Groningen, 2007.
- [20] S. Roberts, *King of Infinite Space: Donald Coxeter, the Man Who Saved Geometry*, with a foreword by Hofstadter DR, Walker and Company, New York, 2006.

محسن کیان

گروه ریاضی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، خراسان شمالی، ایران.
kian@ub.ac.ir

محسن کیان دانش آموخته دکتری رشته ریاضی گرایش آنالیز از دانشگاه فردوسی مشهد است. او اکنون دانشیار گروه ریاضی دانشگاه بجنورد می باشد.



The Extraordinary Case of the Boole Family

Moira Chas

Translator: Mohsen Kian

Translator's abstract: This is a brief description of the life of George Boole, his wife Mary Everest Boole and their scientific activities. In this article, the remarkable life of this family and the impact of its members on mathematics and society are briefly discussed.

Keywords: Life of Boole family; George Boole; Mary Everest Boole; Alicia Boole; four dimension space; tesseract.

Mohsen Kian

Department of Mathematics, University of Bojnord, Bojnord, North Khorasan, Iran

Email: kian@ub.ac.ir

Communicated by Alireza Abdollahi.

Article Type: Translation Paper.

Received: 01/08/2022, Accepted: 09/10/2022.

<http://dx.doi.org/10.22108/MSCI.2022.134534.1519>