نقش‌آفرینی دانشی ولادیمیر پیتر کوپن

زمینه‌سازی برای نظریهٔ پیوستگی قاره‌های وگنر

فرهاد شهداد
عضو هیئت‌علمی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام‌نور

مقدمه

اقلیم‌شناسی از کاربردی‌ترین گرایش‌های جغرافیای طبیعی[1] به حساب می‌آید. الگوها و رویکردهایی که در چند دههٔ گذشته وارد میدان عمل این نظام دانشی شده، با ایجاد انقلاب علمی، تحولات چشمگیری در آن ایجاد کرده است. آثار این تحولات در سال‌های اخیر وارد ادبیات جغرافیایی ـ اقلیم‌شناختی کشور ما نیز شده است، ولی با این همه، جغرافیای طبیعی نوین و اقلیم‌شناسی مدرن از جمله شاخه‌های علمی جوان در کشور به‌حساب می‌آیند. هر ساله جوانان بسیاری برای تحصیل آن‌ها راهی محیط‌های دانشگاهی می‌شوند، لیکن متأسفانه این نظام‌های علمی جدید از ادبیات معرفتی و شناختی چندان عمیق و گسترده‌ای برخوردار نیستند.

بسیاری از دانشجویان رشتهٔ اقلیم‌شناسی مشتاق آشنایی با پیشینه و نمونه‌های عملی کاربرد مفاهیم و داده‌های اقلیمی در عرصه‌های مختلف علمی و فنی هستند تا بیان‌های کلی از حالت شعار خارج و به حیطهٔ عمل و کاربرد وارد شود. بنابراین ضروری است توان‌های کارکردی این شاخهٔ علمی جوان موردبررسی قرار گیرد و به دور از هرگونه شعارزدگی، نمونه‌های عملی کاربرد آن مطرح شود تا برای فعالیت‌های مشابه الگوسازی به عمل آید. مقالهٔ حاضر با درنظرگرفتن این نیاز می‌کوشد با بررسی فعالیت‌های علمی ولادیمیر پیتر کوپن، یکی از تأثیرگذارترین اقلیم‌شناسان تاریخ به‌عنوان یک نمونهٔ واقعی و بیان ماهیت ایجاد پل ارتباطی اقلیم‌شناسی با سایر علوم توسط او، خلأ موجود را تا حدودی رفع کند و بر گنجینهٔ ادبیات اقلیم ـ هواشناسی بیفزاید. گفتنی است، کوپن در طی سال‌های طولانی عمر خویش فعالیت‌های دانشی متعددی داشته است که در این مقاله صرفاً نقش‌آفرینی وی در مبحث طبقه‌بندی اقلیمی و همچنین تئوری جابه‌جایی قاره‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: ولادیمیر پیترکوپن، پیوستگی قاره‌ها، آلفرد وگنر، رانهٔ قاره‌ای، اقلیم، طبقه‌بندی اقلیمی، جابه‌جایی قاره‌ها

نقش‌آفرینی در آنالیز و طبقه‌بندی اقلیمی

امروزه بیش از یک سده از زمان ارائهٔ سامانهٔ طبقه‌بندی اصلی کوپن و مدل اصلاحی آن به وسیلهٔ همکاران و اخلافش می‌گذرد، ولی با این حال دنیای اقلیم‌شناسی هنوز شاهد استفادهٔ گسترده از آن در درسنامهٔ مدرسه‌ها و دانشگاه‌هاست. همچنین سامانهٔ ریاضی طبقه‌بندی وی در طول سال‌های متمادی راهنمای تکنیک‌های تحلیل و تقسیم‌بندی اقلیم ـ هواشناختی بوده و بسیاری از پژوهشگران رشته‌های مختلف دانشی، مانند اقلیم‌شناسی، هواشناسی، جغرافیای گیاهی، آب‌شناسی و بوم‌شناسی فیزیولوژیک از این سامانهٔ طبقه‌بندی به‌عنوان مبنا و پایه‌ای برای منطقه‌بندی آب و هوایی و ارزیابی خروجی مدل‌های جهانی اقلیم استفاده کرده‌اند.

برخی از ژئومورفولوژیست‌ها به‌منظور مقابله با ویژگی‌های روانابی، سامانهٔ کوپن را برای گروه‌بندی رودها در مناطق اقلیمی همسان به‌کار برده‌اند (Peel, 2007:1633).

برخی جغرافی‌دانان معتقدند که نقشهٔ مناطق گیاهی جدید رایج در درسنامه‌های جغرافیایی و بوم‌شناختی[۲] با کمک نقشهٔ اقلیمی کوپن تهیه شده است (Sheppard, 2004:107).

لوهمان (Lohman) و همکارانش در سال ۱۹۹۳ طبقه‌بندی کوپن را برای بررسی خروجی‌های مدل‌های گردش عمومی اتمسفر و مدل دوگانهٔ جو ـ اقیانوس به کار بردند. آن‌ها شرایط کنونی و سناریوهای مربوط به اثر گلخانه‌ای[۳] را مدل‌سازی کرده‌اند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد سامانهٔ کوپن آسان‌تر و ابزاری سودمند برای برآورد قابلیت مدل‌های آب و هوایی به منظور نمایاندن اقلیم فعلی و تعیین اثر تغییرات آب و هوایی بر بیوسفر است.

کالووا (Kalvova) و همکارانش در سال ۲۰۰۳ خروجی‌های مدل اقلیم سیاره‌ای را با نقشه‌های طبقه‌بندی کوپن مقایسه کردند. آن‌ها به دلیل ارتباط‌ها و پیوندهای مشهور آن با الگوهای گیاهان طبیعی، مجذوب سامانهٔ کوپن شدند و کوشیدند تا از آن برای ارزیابی اثر گرمایش سیاره‌ای بر زیستگاه‌های عمده استفاده کنند. مقایسهٔ نقشهٔ ترسیمی کالووا و همکارانش با نقشهٔ مناطق آب و هوایی کوپن، مشخص ساخت که اختلاف موجود در پراکنش ناحیه‌ای حدود ۵/۰ درصد است (Peel, 2007:1633).

اگرچه ساندرسن (Sanderson) در ۱۹۹۳ بیان کرد، اکنون زمان آن است که دانشمندان دانش جوی، سامانهٔ طبقه‌بندی جدیدی را ارائه کنند، اما این سامانه کماکان جایگاه و کاربرد خود را حفظ کرده است (Peel,2007:1). یک نمونهٔ بارز از اهمیت و جایگاه طبقه‌بندی کوپن آن است که آرتور استرالر (Arthur Strahler) با اینکه خود اقدام به طبقه‌بندی آب و هوایی کرده است، اما در آخرین چاپ (۲۰۰۵) درسنامهٔ خود که در دنیای انگلیسی‌زبان کاربردی گسترده دارد، هنوز از سامانهٔ طبقه‌بندی کوپن استفاده کرده است (Peel, 2007:1634).

کوپن با بررسی داده‌هایی که در سی‌وارته در اختیار داشت، نخستین الگوی طبقهٔ اقلیمی خود را با کاربرد عنصر دما طراحی کرد و سال ۱۸۸۴ آن را در قالب مقاله‌ای با عنوان «مناطق حرارتی کرهٔ زمین بر مبنای طول دوره‌های گرم، ملایم و سرد و براساس کنش حرارت در دنیای آلی[۴]» در نشریهٔ Meteorologische Zeitschrift منتشر ساخت (Koertge, 2008:153).

چاپ این مقاله تقریباً هم‌زمان با انتشار دو اثر برجستهٔ دیگر در زمینهٔ اقلیم‌شناسی بود. یکی از آن‌ها «کتاب مرجع آب و هواشناسی[۵]» نام داشت که در سال ۱۸۸۳ توسط جولیوس هان منتشر شد و اثر دیگر مربوط به سال ۱۸۸۴ بود به نام «آب و هواهای کرهٔ زمین و به‌ویژه روسیه[۶]» که به دانشمند روسی الکساندر ایوانوویچ ویکوف (Alexandr Ivanovich Voeikov) اختصاص داشت.

سامانهٔ اولیهٔ اقلیم کوپن، پایه و مبنایی برای اصلاحات بعدی وی تا سال ۱۹۳۶ بود. سامانهٔ اولیهٔ وی یک طرح منطقه‌بندی بر حسب عرض جغرافیایی بود که از آن به‌عنوان مبنای درجهٔ حرارت در گرم‌ترین ماه سال استفاده کرده و نقشه‌های هم‌دمایی را براساس آن دماها ترسیم می‌کرد. او در طبقه‌بندی‌های بعدی، کار خود را گسترش داد. در آن زمان، دانشمندان برای طراحی طبقه‌بندی آب و هوایی استفاده از پارامترهای مختلفی را پیشنهاد می‌کردند؛ پارامترهایی مانند: ناهمواری و عوارض زمینی، تیپ‌های خاک، طبیعت و ماهیت توده‌های هوایی (یعنی هوای پویا) که از فراز منطقه می‌گذرد. کوپن ویژگی‌های گیاه‌شناختی را به‌عنوان معیار تمایز برگزید.

در زمان کوپن، داده‌های دما و بارش برای محدوده‌های باریکی در دسترس بود، اما گزارش‌های گیاهی فراوان برای بسیاری مناطق کشف‌شدهٔ آن روزگار وجود داشت و با توجه به باور کوپن که گیاه «اقلیم متبلور مرئی[۷]» است، او از گیاهان به‌عنوان جوسنج‌های مفید برای شناخت اقلیم استفاده کرد و با این شیوه توانست کمبود داده‌ها را تا حدی جبران کند. این نگرش در رسالهٔ دکتری وی نیز وجود داشت، چون کوپن براساس تجربیات دوران کودکی در روسیه معتقد بود پراکنش گیاهان عمدتاً به وسیلهٔ عرض جغرافیایی تعیین می‌شود. از طرفی کوپن به کشف ویژه‌ای هم دست‌یافته بود و آن، حد یا مرز درخت[۸] بود. این کشف نشان می‌داد که شمالی‌ترین عرض جغرافیایی رشد درختان به وسیلهٔ دمای گرم‌ترین ماه تعیین می‌شود. در جایی که متوسط دمای ماهانه ۱۰° سلسیوس یا کمتر است، درختان نمی‌توانند رشد کنند. علاوه بر این، انواع مشخص گیاهان زمانی قابل مشاهده‌اند که در ۱، ۴ و ۱۲ ماه سال، متوسط دمای ماهانه بالای ۱۰° سلسیوس یا ۵۰° فارنهایت باقی بماند. کوپن با استفاده از خط هم‌دمای ۱۰° سلسیوس (۵۰° فارنهایت) و ۲۰° (۶۸° فارنهایت) مربوط به دمای گرم‌ترین برای ۱، ۴ و ۱۲ ماه، سامانهٔ هفت منطقهٔ اقلیمی در کرهٔ زمین را ارائه کرد(شکل ۱). بنابراین در نسخهٔ اولیه هفت منطقه یا طوقه برای هر نیمکره در نظر گرفته شده بود: یک منطقهٔ حاره‌ای، یک طوقهٔ جنب حاره‌ای، سه منطقهٔ معتدل، یک طوقهٔ سرد و یک منطقهٔ قطبی (Koertge, 2008:153).

	Duration in months of critical temperatures		
	Above 20°C (68°F)	10–20°C (50–68°F)	Below 10°C (below 50°F)
Tropical	12	—	—
Subtropical	4–11	1–8	—
Temperate	Less than 4	4–12	Less than 4
Cold	—	1–4	8–11
Polar	—	—	12

شکل ۱: معیار طبقه‌بندی دمایی کوپن (Oliver, ۲۰۰۵:۲۷۰)

در اواخر دهۀ ۱۸۹۰ کوپن دریافت که عامل تمایز مناطق آب‌وهوایی تنها درجۀ حرارت نیســت، بلکه عواملی مانند مقدار و پراکنش فصلی بارندگی نیز در این امر دخالت دارند. استفاده از این نگرش جدید به طرح نوین و پیچیدۀ طبقه‌بندی اقلیمی انجامید که وی آن را در سال ۱۹۰۱ با عنوان «تلاشــی در طبقه‌بندی اقالیم بر مبنــای ارتباط‌های آن‌ها با قلمروهای گیاهی[۹]» منتشر کرد. کوپن در این نوشته، شش گروه اقلیمی را مشخص کرد: ۵ منطقه براساس دما و یک منطقه بر حسب خشکی. با لحاظ کردن رژیم‌های متفاوت بارشــی موفق به شناسایی ۲۴ گونۀ متفاوت اقلیمی شد که همگی مرزهای دقیق مبتنی بر دمای گرم‌ترین و ســردترین ماه و مقدار بارندگی داشتند و با نام‌های گیاه‌شناختی یا جانورشناسی مشخص شده بودند (Koertge, 2008:154).

سامانۀ کوپن آنچنان برجسته بود که آوازۀ بسیاری از دیگر سامانه‌های طبقه‌بندی را تحت‌تأثیر خود قرار داد. برای نمونه، سامانۀ پیشنهادی وال در ۱۹۱۹ مغلوب شــهرت طرح کوپن شد. الگوی وی مبتنی بر تعیین مرزهای اقلیمی براساس دمای گرم‌ترین و سردترین ماه بود (Oliver, 2005:222).

طرح کوپن، نظر دیگر پژوهشگران علوم فیزیکی را به خود جلب کرد.

آلفونس دو کاندل

اســکار درود (Carl Georg Oscar Drude) شش کمربند اصلی را مبنا قرار داد و نقشــۀ جهانی قلمروهــای گیاهی را تهیه کرد. شیمپر (A. F.W. Schimper) کار اولیــۀ درود drude را در مورد جغرافیای گیاهی گسترش داد و اثر خود را در سال ۱۸۹۸ منتشر کرد. طبقه‌بندی مناطــق گیاهی شیمپر مشابه کار درود، مناطق گیاهی را از مرطوب تا خشــک رده‌بندی کرده بود. کوپن دو سال پس از انتشار مطالعات شیمپر نخستین نسخۀ مطالعات فراوان خود در مورد طبقه‌بندی اقلیمی را منتشــر کرد. در این الگو، کوپن از سامانۀ ریاضی برای تمایز مناطق آب‌وهوایی استفاده کرد. او تأکید داشت که گیاهان ابزار و وسایل طبیعت هواشناختی هستند که تأثیرات عناصر مختلف اقلیمی را در درون خود ترکیب می‌کنند. کوپن اثر منتشر شدۀ شــیمپر را ندید و از مناطق گیاهــی آلفونس دوکاندل (Alphonse Louise Pierre Pyramus De Candolle) استفاده کرد. او پژوهش خود را بر تعیین مقادیــر عددی برای مرزهای مناطق گیاهی متمرکز ساخت و به مانند دوکاندل بــرای نمایش مناطق اقلیمی از حروف استفاده کرد (Oliver, 2005:442).

کوپــن طــرح طبقه‌بندی خــود را در ســال‌های ۱۹۱۸، ۱۹۲۳، ۱۹۳۰، ۱۹۳۱، ۱۹۳۶ و ۱۹۳۹ مورد تجدیدنظرهای عمده قــرار داد و به‌ویژه در مــورد تعریف اقالیم گــروه B اصلاحاتی به عمــل آورد (Koertge, 2008:155). او هیــچ‌گاه از طریقۀ عمل در قبال عنصر رطوبت خرسند نبود و آشکارا اظهار می‌داشت:

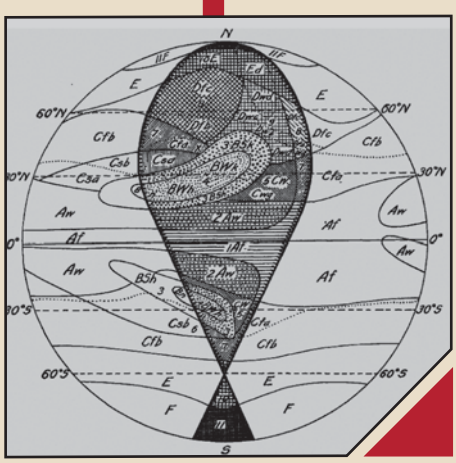
... راه‌های روســیه (جایــی که مدت‌ها در آن زندگــی کرده بود) در بارانی‌ترین فصل سال، خشک و غبارآلود و در خشک‌ترین فصل، مرطوب و گل‌آلود است. بنابراین، بارش نمی‌تواند به تنهایی موجودیت رطوبت را شرح دهد... (Hansen, 1997:112).

کوپن در اصلاحیۀ ســامانۀ طبقه‌بندی‌اش که در سال ۱۹۱۸ منتشر ساخت به نقشۀ اصلی، یک نقشۀ آرمانی نیز افزود. وی مناطق اقلیمی را روی یــک قارۀ فرضی بدون ناهمــواری و عاری از بی‌نظمی‌های آب ـ خشــکی پیاده کرد (James, 1922:69) و آن را به واســطۀ شــکل خاصی که داشــت «چغندر کوپن[۱۰]» نامیــد (Allaby, 2007:619) (شــکل ۲). تلاش کوپن در ابداع ایدۀ اقلیم آرمانی بر روی قارۀ ایده‌آل و استنباط آب‌وهواهای واقعی از اقالیم آرمانی نمونۀ جالب توجه برتری مکتب آب‌وهواشناســی آلمان در دهۀ مذکور است. این سبک تفسیر اقلیم‌شناختی تأثیر زیادی در نمایش آب‌وهوا داشت و توانست موقعیت خود را تا زمان ظهور محاسبه‌گرهای الکترونیکی، بعد از جنگ جهانی دوم حفظ کند (Koertge, 2008:155).

دو تجدیدنظر نهایی طرح طبقه‌بندی به‌صورت بخشــی از مجموعۀ چندجلدی کتاب مرجع اقلیم‌شناسی منتشر شد. این سامانۀ طبقه‌بندی ریشــه در بینش دوران کودکی کوپن، تاریخ اشــتغال اداری ـ دانشی، رفتارهای او، احساساتش نســبت به گیاهان، پس زمینۀ علمی‌اش در روسیه، تعهد وی به ایده‌آل‌سازی نظری و ارتباط او با آلفرد وگنر دارد (Koertge, 2008:155) (شکل ۳).

چارلز وارن تورنث ویت

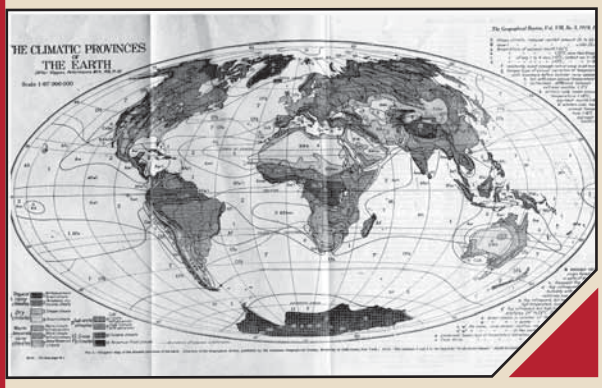
در سامانۀ نهایی کوپن، جهان به پنج منطقۀ اصلی تقســیم می‌شود که هر منطقه براساس ویژگی‌های دما و بارش و تغییرات فصلی بارش و تأثیر درجه حرارت و بارندگی بر پوشــش گیاهی، زیرگروه‌هایــی دارد (Oliver, 2005:442). کوپن در طراحی و تدوین سامانۀ خود، اثر دیگر کنترل‌کننده‌های آب‌وهوایی مانند سلول‌های فشار، سامانه‌های جبهــه‌ای و جریان‌های اقیانوســی را درنظر نگرفــت و به‌ویژه به تابش خورشــیدی و باد که برای رشــد و پراکنش گیاهان بسیار مهم است، توجه نکرد (Smith, 2006:134-135). با وجود این، بسیاری از دانشمندان هنوز نقشۀ اصلی کوپن و بازنگری‌هــای بعدی در آن را به‌عنوان یک اثر بزرگ دانشی درنظر می‌گیرند. البته ســادگی این ســامانه نقش بسزایی در پذیرش گســترده و طول عمــر آن تا ادبیات نوین هوا ـ اقلیم‌شناختی داشته است (Oliver, 2005:442). پژوهش ناک (Knock) و شــولتز (Schultz) در سال ۱۹۵۲ نشان داد



شکل ۲: نمایی از نقشۀ طبقه‌بندی اقلیمی اولیۀ کوپن روی قارۀ استاندارد (James, ۱۹۲۲:۷۰)

که در هفتاد کار علمی شـــاخص از ســـامانهٔ کوپن استفاده شده است. در کارهای کوپن مشـــکلات متعـــددی در تعیین مناطق آب‌وهوایی و فرمول‌ها و شاخص‌ها وجود داشت و برخی متخصصان مانند تورنث ویت و ویلکاک مقالات انتقادی بر آن نوشتند (Oliver, 2005:222).

در ایـــن زمینه تورنث ویت اظهار می‌کند کـــه کوپن در طبقه‌بندی خود به عامل رطوبت مؤثر[11] توجه نکرده بود. بنابراین براســـاس سامانهٔ او، میزان مشـــابه بارش سالانه در منطقهٔ سیبری، گیاهان جنگلی را به وجود می‌آورد و در آفریقا ســـبب رشد گیاهان بیابانی می‌شود. تورنث ویت همچنین فقـــدان گروه اقلیمی نیمه‌مرطـــوب را از دیگر نقایص طبقه‌بندی کوپن می‌دانست (Koertge, 2008:vol 7:39). البته در این میان، افرادی هم بودند که ســـامانهٔ طبقه‌بندی کوپن را در زمینه‌ها یا مقیاس‌هایی به‌کار بردند که در مبانی سامانهٔ طبقه‌بندی توصیه نشده بودند و به همین دلیل آن سامانه را متهم به شکست کردند. با همکاری دانشمندان، بسیاری از این مسائل برطرف شد و امروزه این سامانه تصویر مستدل، معقول و قابل پذیرشی از اقالیم زمین ارائه می‌کند.



شکل ۳: نقشهٔ تقسیم‌های اقلیمی کوپن (James، ۱۹۲۲:۷۱)

زمینه‌های تاریخی طبقه‌بندی آب‌وهوایی کوپن

ولادیمیر کوپن در سامانهٔ طبقه‌بندی خود، اقلیم را در ارتباط با رشد گیاهی و نوع گیاهان موجود در آن قرار داد، ولی او نخستین فردی نبود که به رشد گیاهان خاص در مکان‌های معین توجه می‌کرد، زیرا پیش از وی دانشمندان دیگری نقشهٔ پراکنش گیاهی را تهیه کرده و مبانی آن نظام توزیعی را شـــرح داده بودنـــد (Allaby, 2007:266). از این‌رو کوپن در تهیه و ارائهٔ نقشـــهٔ جهانی طبقه‌بندی خود به میزان زیادی از نقشـــه‌های جهانی گیاهان اســـتفاده کرد که در سال ۱۸۶۶ توسط آگوست گریزباخ (August Heinrich Rudolf Grisebach) متخصص جغرافیای گیاهی در آلمان منتشر شده بود. البته تک‌نگاری‌های کارل لینســـر (Carl Linsser) که نمونهٔ برجسته‌ای در خصوص اثر اقلیم بر رشـــد و تکثیر گونه‌های گیاهی به‌شمار می‌رفت نیز کمک مؤثری در طراحی سامانهٔ طبقه‌بندی کوپن بود (Thornthwaite, 1943:254).

تونث ویت ادعا می‌کند که بهره‌گیری کوپن از پنج حرف برای کدگذاری اقالیم از پنج گروه گیاهی آلفونس دوکاندل، استاد تاریخ طبیعی دانشگاه ژنو در سوئیس و یکی از برجسته‌ترین گیاه‌شناسان آن زمان الگوبرداری شده است (جدول ۱). دوکاندل نیز به نوبهٔ خود این شیوه را از نامگذاری یونانیان باستان برای مناطق آب‌وهوایی نسخه‌برداری کرده بود (Peel, 2007:1633). دوکاندل در ۱۸۵۵ کتاب سری *جغرافیای گیاهی*[12] و در ۱۸۸۰ کتاب گیاه‌نگاری[13] را منتشـــر کرد (Allaby, 2007:266). او در کتاب اول در مورد پراکنش جغرافیایی گیاهان در ارتباط با فیزیولوژی آن‌ها بحث می‌کند و می‌نویسد:

آگوست گریزباخ

... دمای تابســـتانی ۱۰° سلســـیوس حد رویش درخت را مشخص می‌کند. برای برخی گیاهان حاره‌ای دمای زمســـتانی ۱۸° سلسیوس لازم اســـت و چنانچه دمای زمستانی به زیر ۳°- سلسیوس افت کند، پوشش برفی باقی خواهد ماند... (Allaby, 2007:81).

دوکاندل به هنگام مطالعهٔ نقشـــهٔ تشـــکیلات[14] گیاهـــی، پراکنش نواری‌شـــکل گیاهان حاره‌ای و معتدل و شـــمالگان توجهش را جلب کرد. او فرضیه‌پردازی کرد که این منطقه‌بنـــدی تحت‌تأثیر درجهٔ حرارت ایجاد می‌شـــود. بنابراین در سال ۱۸۷۴ نقشهٔ مناطق شکلی یا فرمال گیاهی را با درنظر گرفتن محدوده‌های دمایی وابســـته به آن‌ها ارائه کرد (Bonan, 2002:2). او در این نقشـــه همهٔ گیاهان را در شش زیرتقسیم قرار داد. پنج گروه گیاهی وابسته به دامنهٔ خاص میانگین دمای سالانه بود و یک گروه شامل گیاهانی می‌شد که خود را با خشکی تطبیق داده بودند (Hanson, 1997:112). کوپن در تقسیم‌بندی آب‌وهوایی خود از این نقشه، داده‌ها و معیارها نهایت بهره را برد. به ویژه خط هم‌دمای ۱۰° سلسیوس به‌عنوان مرز بین اقلیم توندرا و اقالیم درختی مورد استفاده قرار گرفت و نظر به اینکه این خط توسط الکساندر سوپان، جغرافی‌دان اتریشی مطرح و به وسیلهٔ کوپن به‌کار برده شد به خط کوپن ـ سوپان[15] شهرت یافت (Oliver, 2005:531).

جدول ۱: ارتباط بین انواع گیاهی دوکاندل و انواع اقلیمی کوپن (Bonan, ۲۰۰۲:۲)

تیپ گیاهی دوکاندل	تیپ اقلیمی کوپن	گیاهان غالب
مگاترم[۱۶]	حارهٔ مرطوب	جنگل بارانی حاره ساوان حاره‌ای
گزروفیل[۱۷]	خشک	بیابان علفزار
مزوترم[۱۸]	جنب حاره‌ای مرطوب عرض میانی	جنگل خزاندار معتدل گرم جنگل مخروطی معتدل گرم مدیترانه‌ای
میکروترم[۱۹]	بری مرطوب	جنگل خزاندار معتدل خنک جنگل مخروطی معتدل خنک
هکیستوترم[۲۰]	قطبی	جنگ شمالی توندرا

نقش‌آفرینی کوپن در نظریهٔ رانهٔ قاره‌ای

در حالی‌که ولادیمیر کوپن به طرح اصلی طبقه‌بندی آب‌وهوایی خود وفادار بود و از هر فرصتی برای تکمیل آن بهره می‌برد، اما با پیشرفت‌ها در زمینهٔ هواشناسی دینامیک بیگانه نبود. در حقیقت او یکی از پشتیبانان بزرگ این شاخهٔ نوین علوم جوی بود و به همین دلیل ارتباط نزدیکی با مکتب هواشناسی برگن داشت. کوپن مشتاقانه کشش رو به رشد فیزیک در مطالعات پدیده‌های کرهٔ زمین در دههٔ نخست سدهٔ بیست را دنبال و نیرومندانه آن را ترویج می‌کرد. از این‌رو در طی دو سال (۱۹۰۸- ۱۹۱۰) بیشتر وقت خود را با متخصصان جوان فیزیک جوی گذراند و در همین رابطه در نگارش درس‌نامه‌ای با عنوان «ترمودینامیک جو[۲۱]» با همان دانشمندان جوان همکاری کرد. کتاب مزبور در طی بیست سال بعد از نگارش آن تنها منبع استاندارد در این زمینه بود. زمانی که یکی از مؤلفان جوان همکار کوپن با الزه[۲۲]، دختر ولادیمیر ازدواج کرد، آن دو دانشمند مشارکت علمی قدرتمندی را به‌وجود آوردند. این مشارکت که در حقیقت همکاری فراست، مطالعهٔ ژرف و دانش گستردهٔ پیرمرد با انرژی و بینش قدرتمند مرد جوان بود، یک سرمایهٔ دانشی بزرگ به‌حساب می‌آمد. این مرد جوان، آلفرد وگنر نام داشت (Koertge, 2008:154).

آلفرد وگنر، از نجوم تا ساخت‌شکنی در ژئوفیزیک

آلفرد وگنر[۲۳] در اول نوامبر سال ۱۸۸۰ در شهر برلین آلمان به‌دنیا آمد. پدرش ریشارد (Richard)، کشیش بود و پرورشگاه پسران بی‌سرپرست را اداره می‌کرد و مادرش آنا (Anna) نام داشت. آلفرد به‌عنوان جوان‌ترین عضو خانواده با روحیه‌ای مصمم و کنجکاوی بسیار، پس از دوران دبیرستان، راهی دانشگاه هایدلبرگ و اینسبروک[۲۴] شد و در سال ۱۹۰۵ موفق شد، دکترای ستاره‌شناسی را از دانشگاه برلین به‌دست آورد (Cullen, 2006:106). وگنر در حین تحصیل در نجوم به کمک ویلهلم بتزولد (Wilhelm von Bezold) به تعقیب مطالعات هواشناسی پرداخت، زیرا آیندهٔ شگفت‌انگیزی برای فیزیک جوی متصور بود (Koertge, 2008:246). به دنبال اخذ درجهٔ علمی بر هواشناسی متمرکز شد و توانست در دیده‌بانی هوانوردی سلطنتی پروس[۲۵] در لیندبرگ[۲۶] استخدام شود. وی در این محیط با استفاده از کایت و بالون به مطالعهٔ جو فوقانی تا ارتفاع ۵کیلومتری پرداخت (Cullen, 2006:106) و براساس یافته‌های خود نقش کوچکی در تأیید وجود استراتوسفر ایفا کرد (Koertge, 2008:246). در سال ۱۹۰۶ آلفرد و برادرش کورت (Kurt) توانستند ۵۲ ساعت با بالون هوای گرم بر فراز آلمان و دانمارک پرواز کنند و رکورد جدیدی بر جای بگذارند بعد از دستاوردهای مطالعهٔ جو با کایت و بالون، یک هیئت دانمارکی از وگنر دعوت کرد تا در تیم اعزامی به سفر اکتشافی در شمال شرق گرینلند به‌عنوان هواشناس همکاری کند. آلفرد می‌بایست در این سفر که از ۱۹۰۶ تا ۱۹۰۸ طول می‌کشید برای نخستین‌بار به مطالعهٔ توده‌های هوایی و یخچال‌های قطبی می‌پرداخت.

زمانی که وگنر برای سفر اکتشافی گرینلند آماده می‌شد به یک نظر علمی از کوپن برخورد کرد. آن موقع ولادیمیر کوپن رئیس ایستگاه کایت هواشناسی در گروسبورستل در نزدیکی هامبورگ بود. ملاقاتی که بین آن دو انجام شد باعث ارتباطی طولانی و ثمربخش بین آن دو شد. در ابتدا کوپن برای وگنر یک مرشد و مراد محسوب می‌شد، اما به زودی همکاری پژوهشی ارزشمندی میان آن‌ها شکل گرفت.

الزه وگنر در سنین جوانی و کهن‌سالی

وگنر در سال ۱۹۰۹ به تدریس هواشناسی و نجوم در مؤسسهٔ فیزیکی ماربورگ[۲۷] آلمان مشغول شد (Cullen, 2006:106). وی در محیط ماربورگ، علاوه بر آموزش به پژوهش سامانمند در مورد سطح‌های ناپیوستگی جو پرداخت و بین سال‌های ۱۹۰۹ تا ۱۹۱۲ حدود چهل مقاله منتشر کرد که بسیاری از آن‌ها دربارهٔ این موضوع بود (Koertge, 2008:246). وگنر پس از مدتی، مقاله‌ها و سخنرانی‌های کلاسی را که در این مؤسسه انجام می‌داد، در قالب کتاب ترمودینامیک جو جمع‌آوری و منتشر کرد. این کتاب مرجع مهمی برای این رشته در آلمان به‌حساب می‌آمد و یکی از مباحث قابل توجه آن، بیان بنیان‌هایی برای نظریهٔ نوین منشأ بارش جوی بود (Cullen, 2006:106).

وگنر در سال ۱۹۱۲ قبل از ترک آلمان به سوی گرینلند از الزه تقاضای ازدواج کرد. در آن زمان الزه ۲۰ و وگنر ۳۲ ساله بود (Mc Coy, 2006:12). به دنبال این تقاضا وگنر با همراهی کوش (J. P. Koch) کاپیتان دانمارکی، سال‌های ۱۹۱۲ و ۱۹۱۳ را برای مطالعهٔ یخچال‌شناسی و اقلیم‌شناسی قطبی در گرینلند به سر برد. تیم چهار نفری آن‌ها برای نخستین‌بار یک زمستان کامل را در کلاهک یخی گرینلند گذراندند و با پای پیاده فاصلهٔ ۱۲۰۷ کیلومتری را پیمودند (Cullen, 2006:108). در مدتی که آلفرد در گرینلند به سر می‌برد، الزه برای اینکه به همسرش نزدیک باشد به اوسلو[۲۸] رفت و مدتی را نزد خانوادهٔ ویلهلم بیرکنس (Wilhelm frimann Koran Bjerk-nes)، هواشناس برجستهٔ نروژی و بنیانگذار مکتب هواشناختی برگن

زندگی کرد. در آنجا الزه به جیکوب (Jacob) بیرکنس زبان آلمانی درس می‌داد و خود نیز، مشغول آموختن زبان نروژی و دانمارکی بود. همین زبان‌آموزی الزه را قادر ساخت تا در آینده گزارش‌های هیئت اکتشافی دانمارک را به زبان آلمانی ترجمه کند و رابطهٔ دوستانه‌ای بین دو خانواده برقرار شود (Mc Coy, 2006:12; Schneider, 1996:19) بعد از سفر پژوهشی، وگنر با الزه، دختر ولادیمیر پیتر کوپن، ازدواج کرد.

یکی از مهم‌ترین رویدادهای زندگی وگنر در سال ۱۹۱۰ تا ۱۹۱۱شکل گرفت. زمانی که وگنر از تعطیلات کریسمس به دفترش در مؤسسهٔ فیزیکی ماربورگ بازگشت، همکار و هم‌اتاقی‌اش از وی خواست تا نسخهٔ جدید اطلس آلگه ماینه[۲۹] را بررسی کند. این اطلس که توسط ریشارد آندری (Richard Andree) تهیه شده بود، نخستین اطلسی به‌شمار می‌رفت که با استفاده از داده‌های ژرفاسنجی[۳۰] تصاویری را از حاشیه‌های قاره‌ای آمریکای جنوبی و آفریقا در اقیانوس اطلس نشان می‌داد. وگنر بلافاصله متوجه شد که نمای کلی قاره‌ها در منحنی تراز عمق ۲۰۰ متری از همتایی شگفت‌انگیزی برخوردار است (Koertge, 2008:246). وگنر در حین انجام این مطالعات، با نگریستن به اطلس جغرافیایی به هیجان و وجد آمد. او در این خصوص برای همسرش الزه نوشت:

... ما ساعت‌ها بررسی کردیم و نقشه‌های شکوهمندی که ترسیم شد، ما را به تحسین واداشت. در یک لحظه فکری به ذهنم رسید: آیا ساحل شرقی آمریکای جنوبی دقیقاً منطبق بر ساحل غربی آفریقا نیست؟ آیا آن‌ها زمانی به هم پیوسته بودند؟... (Mc Coy, 2006:19). اما جالب‌تر آنکه تطابق قاره‌ها زمانی بهتر خود را نشان می‌دهد که به جای خط ساحلی، منحنی‌های تراز دشتاب[۳۱] با هم مقایسه شوند. من باید این تفکر را دنبال کنم... (LeGrand, 1988:39).

البته وگنر نخستین شخصی نبود که به این مشابهت‌ها توجه می‌کرد، اما اولین فردی بود که مصمم شد تا شواهد زمین ـ دیرین‌شناختی برای آن بیابد (Mc Coy, 2006:17). بر همین اساس آلفرد کوشید تا در کتابخانهٔ ماربوگ شواهدی برای این دادهٔ شکل‌شناختی یا مورفولوژیک بیابد. او در این امر موفق بود و توانست به مدارکی در مورد نهشته‌های ذغالی در جنوبگان، مرجان‌های فسیل در ساحل اورگون[۳۲]، بقایای گیاهان سنگواره در جزایر اسپیتزبرگن[۳۳] در اقیانوس منجمدشمالی و بقایای یخچالی در آفریقای مرکزی دست یابد. آلفرد به این ترتیب با باورهای رایج در محیط‌های علمی آن روز مبنی بر ایستایی و بی‌دگرگونی زمین به مقابله پرداخت و نظریهٔ جابه‌جایی قاره‌ها را مطرح ساخت (Si-monis, 1999:192).

او از سال ۱۹۱۴ تا ۱۹۱۹ را به‌عنوان ستوان و سپس سروان پیاده‌نظام در ارتش آلمان خدمت کرد و دو بار در جنگ با گلوله زخمی شد (Cul-len, 2006:108). جراحت‌های جنگی سبب انتقال او به ادارهٔ پیش‌بینی هوایی ارتش آلمان گردید (Simonis, 1999:192).

زمانی که کوپن از سربازخانه بازنشسته شد، وگنر جای او را گرفت و الزه و وگنر در طبقهٔ همکف منزل پدری ساکن شدند و کوپن در طبقهٔ دوم منزلش اقامت گزید. وگنر علاوه بر کار در سربازخانه در دانشگاه نوبنیاد ماربورگ تدریس کرد و مدتی بعد، آثار پژوهشی خود را در مورد حفره‌های سطح کرهٔ ماه منتشر ساخت و مدعی شد که این حفره‌ها منشأ آتش‌فشانی ندارند و در نتیجهٔ برخوردهای کیهانی به‌وجود آمده‌اند. نظرات عجیب و سفرهای متعدد اکتشافی سبب شد تا دانشگاه از پذیرش او سرباز زند، اما دانشگاه گراتز از او دعوت به همکاری کرد. بنابراین وگنر به همراه خانواده‌اش راهی اتریش شد و در دانشگاه گراتز به‌عنوان استاد ژئوفیزیک و هواشناسی به تدریس و پژوهش پرداخت. الزه این دوره را شادترین سال‌های زندگی مشترکشان قلمداد می‌کند. بعدها ولادیمیر کوپن و همسرش ماری نیز، به الزه و وگنر در گراتز پیوستند (Mc Coy, 2006:14). کوپن در این سفر کتابخانهٔ مهم و شایان توجهش را که شامل چندهزار جلد کتاب بود، به همراه برد تا در گراتز به فعالیت‌های علمی‌اش ادامه دهد (Koertge, 2006:155).

خانوادهٔ کوپن در سال ۱۹۳۰ در گراتز اتریش/ از چپ: آلفرد وگنر، الزه کوپن، ماری کوپن و کورت وگنر (Mc Coy, ۲۰۰۶:۱۵)

وگنر در طی سال‌های ۱۹۲۹ تا ۱۹۳۰ برای سومین‌بار با هیئت اکتشافی گرینلند همراه شد تا در آنجا ایستگاه‌های هواشناسی را تأسیس کند. در سال ۱۹۳۰ برای چهارمین بار راهی گرینلند شد.

وگنر در اول نوامبر، پایگاه مرکزی را به مقصد ایستگاه یخچال‌شناسی در غرب ترک کرد و دیگر زنده دیده نشد. او به دلیل سکتهٔ قلبی یا خفگی ناشی از نشت گاز کربن مونواکسید از بخاری درگذشت. پیکر وی در دوازدهم ماه می ۱۹۳۱ در حالی پیدا شد که با چشمانی باز و چهره‌ای آرام و تقریباً متبسم در درون کیسهٔ خواب آرمیده بود و تختهٔ اسکی‌اش به شکل چلیپایی در کنارش قرار داشت. فرد همراه وگنر، اسکیمویی به نام راسموس ویلمسن (Rasmus Willemsen) بود.

او پس از تدفین ویژهٔ آلفرد وگنر، به همراه دفتر یادداشت‌های روزانهٔ وی قصد بازگشت داشت که در طی مسیر ناپدید شد و هیچ‌گاه پیکر این اسکیمو و دفتر یادداشت وگنر به دست نیامد (Cullen. 2006:75; Ko-ertge, 2008:248).

همکاری‌های ولادیمیر کوپن و آلفرد وگنر

جوامع علمی آن زمان، وگنر را فاقد شایستگی لازم برای ارائهٔ نظریات زمین‌شناختی می‌دانستند. از این‌رو مخالفت‌های زیادی

آخرین عکس وگنر (چپ) و ویلمسن (راست) در اول نوامبر ۱۹۳۰ (Saigeethe, ۲۰۰۶:۴۵)

زمانی که کوپن از سی‌وارته بازنشسته شد، وگنر جای او را گرفت و الزه و وگنر در طبقهٔ همکف منزل پدری ساکن شدند و کوپن در طبقهٔ دوم منزلش اقامت گزید. وگنر علاوه بر کار در سی‌وارته در دانشگاه نوبنیاد ماربورگ تدریس کرد و مدتی بعد، آثار پژوهشی خود را در مورد حفره‌های سطح کرهٔ ماه منتشر ساخت و مدعی شد که این حفره‌ها منشأ آتش‌فشانی ندارند و در نتیجهٔ برخوردهای کیهانی به‌وجود آمده‌اند

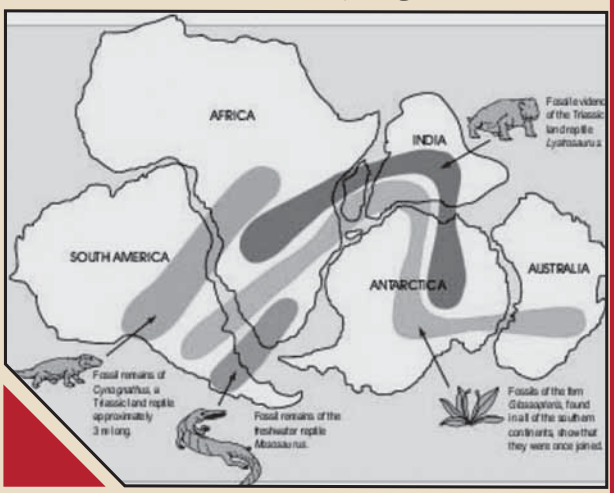
با نظریهٔ رانهٔ قاره‌ای وی شـــد. اما چـــه عاملی آلفرد وگنر را برانگیخت تا شـــیفته و فریفتهٔ نظریهٔ حرکت قاره‌ها شود؟ پس‌زمینه و تجربهٔ وی تماماً بر هواشناسی و نجوم بود. سفرهای اکتشافی وگنر به گرینلند نیز به بررسی‌های هواشناختی و یخچال‌شناسی اختصاص داشت. پس چه سببی وگنر را به سوی رانهٔ قاره‌ای کشاند؟ پاسخ این پرسش‌ها را می‌توان در دیدگاه‌های دیرین اقلیم‌شناختی ولادیمیر کوپن، مرشد و مراد آلفرد وگنر یافت.

مطالعهٔ اقلیم دیرین، همواره یکی از محورهای پژوهشـــی کوپن بود. بنابراین زمانی که ولادیمیر پس از مدت‌ها کار متمرکز، طرح طبقه‌بندی اقلیمی‌اش را منتشر ساخت، فرصت یافت تا به بررسی‌های آب‌وهوای دیرین زمین بپردازد.

آشـــنایی با وگنر و آمدوشـــدهای مکرر وی در سال ۱۹۱۰ به منزل کوپن، غنیمتی برای هر دوی آن‌ها بود. دو دانشمند ساعت‌ها به بحث در مورد نظریه‌های اقالیم فعلی و گذشـــته می‌نشستند و می‌کوشیدند شواهد زمین‌شناسی و دیرین‌شناختی آب‌وهوای گذشتهٔ زمین را بررسی و تحلیل کنند و به پرســـش‌هایی در این مورد پاسخ دهند (Mc Coy, 2006:18)؛ پرسش‌هایی مانند: یخبندان‌های قدیمی در کدام مناطق رخ داده‌اند؟ در کدام محدوده‌هایی می‌توان شواهد بیابان‌های دیرین مانند تپه‌های سنگ‌شده، تهنشســـت‌های تبخیری نمک و ژیپس را یافت؟ (Mc Coy, 2006:11). آن‌هـــا در نتیجهٔ این مصاحبت‌ها دریافتند که اندیشه‌هایشان در این موضوع مکمل هم است و می‌توانند برای مطالعهٔ آب‌وهواهای دیرین همکاری کنند.

کوپن و وگنر برای مطالعهٔ اقالیم گذشته متکی به اطلاعات موجود در مورد موقعیت‌های سنگوارهٔ گیاهان و جانوران غیردریایی بودند. ارتباط روشن بین گیاهان و آب‌وهوا، پایه و اساس تعیین مرزهای اقلیمی امروز بود. بنابراین گیاهان ســـنگواره‌ای می‌توانستند به‌عنوان شاخصی برای استنباط اقلیم گذشتهٔ زمین مورداستفاده قرار گیرند. نکتهٔ قابل توجه آن بود که گیاهان فسیل در بسترهای زغال‌سنگی یافت می‌شدند. با آگاهی از اینکه زغال‌سنگ از مواد گیاهی انبوه در محیط‌های باتلاقی حاره‌ای یا جنب‌حاره‌ای تشکیل می‌شود، آن‌ها توانستند اطلاعات مناسبی در زمینهٔ اقلیم حاکم بر محیط‌های زغال‌ســـنگی امروزین در زمان رویش گیاهان به‌دســـت آورند. از طرف دیگر، نوع گیاه سنگواره (مثل نخل یا ســـرخس) نیز داده‌های مهمی در مورد اقلیم گذشتهٔ حاکم بر مناطق فراهم می‌ساخت (شکل ۴).

اگرچه ســـنگوارهٔ جانوران در مقایســـه با گیاهان، شاخص و نشانگر مناســـبی برای آب‌وهواهای گذشـــته نبود، اما این نوع فســـیل‌ها نیز می‌توانست اطلاعاتی در مورد محیط زندگی جانور دیرین (خشکی زی، آب شـــیرین زی، اقیانوس زی و...) ارائه کند. ســـنگوارهٔ جانوری که در رسوبات ویژهٔ خشکی‌ها یا آب شیرین یافت می‌شود نشان می‌دهد که آن جانور در محیط غیردریایی می‌زیسته است. زمانی که همین فسیل در منطقهٔ دیگری پیدا شود می‌توان پذیرفت که در آن موقعیت زمانی، محیط مشابه غیردریایی حاکم بوده است.



شکل ۴: نمونه‌ای از شواهد دیرین‌شناختی تأییدکنندهٔ به‌هم پیوستگی قاره‌ها (Saigeetha, ۲۰۰۶:۴۸)

وگنر در جســـت‌وجوهای کتابخانه‌ای خود، کتـــاب مرجعی در مورد سنگواره‌های شناخته‌شدهٔ دنیا در سال ۱۹۱۱ پیدا کرد. به موازات مطالعهٔ کتاب، او شیفتهٔ مشابهت‌های فســـیلی محیط‌های غیردریایی طبقات پالئوزوئیک در آفریقا، برزیل و هند شـــد. بنابراین کتاب مزبور اطلاعات فراوانی در مورد پراکنش سنگواره‌ها فراهم ساخت و کوپن و وگنر توانستند با کمک آن، اقدام به تهیهٔ نقشهٔ اقالیم گذشته کنند (Mc Coy, 2006:19).

بـــر این مبنا، وگنر و کوپن داده‌های دیرین اقلیمی را برای چند دورهٔ زمین‌شناختی مانند کربونیفر، پرمین، ائوســـن وکواترنری جمع‌آوری کردند و با انتقال این داده‌ها به روی نقشه، کمربندهای اقلیمی دیرین نمایان شدند (Lowrie, 1997:10).

وگنر در ایجاد پیوند و ارتباط بین پدیده‌ها زبردستی و مهارت خاصی داشت. از این‌رو توانست از مباحث و فعالیت‌هایی که در منزل کوپن در مورد اقلیم دیرین انجام می‌دادند به بینشی روشن در مورد جابه‌جایی قاره‌ها برســـند. بر همین اساس شـــواهد یخبندان‌های پالئوزوئیک در موقعیت‌های دور از همی مثل آفریقای جنوبی، آمریکای جنوبی و هند را صرفاً می‌شد با پیوسته انگاشتن آن‌ها و قرارگیری‌شان در درون یک تودهٔ خشکی واحد در گذشته، تفسیر و تبیین کرد.

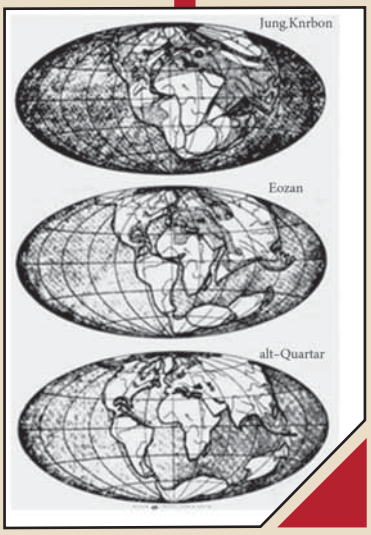
وگنر با در نظر گرفتن مباحث انگیزشی در منزل کوپن در مورد اقالیم دیرین و توضیح‌های احتمالی برای پراکنش مناطق یخبندان، بیابان‌ها

و ته‌نشست‌های زغال‌سنگی قدیمی و با توجه به شکل‌های مشخص جورچینی (پازل) قطعات خشکی، بارها نقشه‌ها را بررسی کرد (Mc Coy, 2006:19). او با در کنار هم قرار دادن قاره‌ها و توضیح جدایی آن‌ها در دوره‌های بعد توانست بدیلی را برای مفهوم پل خشکی[۳۴] ارائه کند (Mc Coy, 2006:20). وگنر در نامه‌ای به تاریخ ۶ نوامبر ۱۹۱۱ خطاب به کوپن نوشت:

... برای تبیین شواهد دیرین‌شناختی که در سطح قاره‌ها مشاهده می‌شود، دو فرایند قابل ذکر است: ۱. پل خشکی که قاره‌ها را به هم پیوند می‌داد؛ ۲. رانش جداکنندهٔ ناشی از شکل‌گیری دره‌های بزرگ. تاکنون همواره فرایند اول مطرح بوده و فرایند دوم نادیده گرفته شده است. اما فرایند اول که بر غیرقابل تغییر بودن موقعیت همهٔ خشکی‌ها متکی است با مفهوم نوین ایزوستازی ناسازگار است. یک قارهٔ سبک‌تر نمی‌تواند در درون آنچه رویش شناور است فرو بنشیند. از طرفی فاصلهٔ بین خشکی‌ها به قدری زیاد است که نمی‌توان به‌طور منطقی پذیرفت آن فاصله را جانوران با شنا پیموده یا بذر گیاهان این فاصله را باد پخش کرده باشد... (Demhardt, 2005:29).

بر اساس نظر وگنر، اندیشهٔ بهم‌پیوستگی قاره‌ها و وجود یک ابرخشکی اولیه، قادر بود وجود شواهد مشابه سنگواره‌ای و ته‌نشست‌ها را در خشکی‌های دور از هم امروزی تبیین کند. این اندیشه دستاورد بزرگی به‌حساب می‌آمد، به‌طوری که این جوانهٔ فکر و نظر، وگنر را به سمت پژوهش ژرف در مورد رانهٔ قاره‌ای سوق داد (Mc Coy, 2006:20).

وگنر تحقیقات گسترده‌ای را برای تأیید نظر خویش آغاز کرد و نتیجهٔ مطالعات خود را در مقاله‌ای با عنوان پایهٔ جغرافیای تحول بزرگ مقیاس عوارض پوستهٔ زمین (قاره‌ها و اقیانوس‌ها) در ۶ ژانویه ۱۹۱۲ در همایش جامعهٔ زمین‌شناسی در فرانکفورت مطرح ساخت. چهار شب بعد از آن، در جامعهٔ توسعهٔ علوم طبیعی در ماربورگ سخنرانی مشابهی برگزار کرد (Cul-len, 2006:107). شواهدی که وگنر جمع‌آوری کرده بود کمبودها و ابهامات زیادی داشت که بخشی از آن‌ها به ناکامل بودن نقشه‌های جهانی زمین‌شناسی و فسیل‌ها مربوط می‌شد. اما زمین‌شناسان برخی از مدارک او را نمی‌توانستند نادیده بگیرند (Mc Coy, 2006:17). در این میان محافل جغرافیایی و دیرین اقلیم‌شناختی و زمین‌شناسانی که در نیمکرهٔ جنوبی پژوهش‌های میدانی انجام می‌دادند، بیش از جوامع زمین‌شناسی از اظهارات وگنر استقبال کردند (Koertge, 2008:Vol 7:247). پس از این سخنرانی‌ها، وی بدون هیچ‌گونه شک و عقب‌نشینی، خود را متعهد به ساخت کامل نظریهٔ رانهٔ قاره‌ای کرد (شکل ۵).



شکل ۵: نقشهٔ وگنر از نحوهٔ شکستگی و رانده شدن قاره‌ها (Wood, ۱۹۸۶:۶۹)

ولادیمیر کوپن با مشاهده مقالات اولیهٔ وگنر، او را به شدت مورد انتقاد قرار داد و یادآوری کرد که این نوع اظهارنظرها برای موقعیت دانشگاهی‌اش مسئله‌ساز خواهد شد. کوپن در این رابطه به وگنر خاطرنشان کرد:

... در حیطهٔ تخصصی شما موضوعات فراوانی برای پژوهش وجود دارد. پس بهتر است از قلمرو دانشی‌تان خارج نشوید... (Mc Coy, 2006:20).

وگنر در پاسخ نوشت:

... اگر اکنون بتوانیم ثابت کنیم که عقل و شعور بشر به تاریخ شکل‌گیری زمین‌شناختی کرهٔ زمین دست‌یافته است، چرا باید در پرتاب برداشت‌های قدیمی به دریا دودل باشیم؟ چرا باید پیشرفت این ایده را ده یا حتی سی سال به تأخیر اندازیم؟ من باور دارم که مفاهیم قدیمی بیش از ده سال دوام نخواهند داشت... (Mc Coy, 2006:20).

... اگر آن‌ها نظریهٔ جابه‌جایی را قبلاً در مدرسه آموخته بودند، در سراسر زندگی‌شان بدون قضاوت و پرداختن به جزئیات از آن دفاع می‌کردند، همان‌گونه که *با فرونشینی قاره‌ها رفتار می‌کنند...* (Carey, 1988:122).

کوپن با وجود مخالفت اولیه، به زودی متحد ارزشمند و مدافع سرسخت تئوری وگنر شد، زیرا کوپن نه تنها هواشناس برجسته، بلکه یک کتابخانهٔ مرجع سیار در زمینهٔ زمین‌شناسی و ژئوفیزیک در اروپای مرکزی بود (LeGrand, 1988:38). الزه در این خصوص می‌نویسد:

... پدر همواره کرهٔ جغرافیایی کوچکی در کتش حمل می‌کرد تا ایده‌هایی را که ناگهان به ذهنش خطور می‌کرد بررسی کند... (Dem-hardt, 2005:35).

کوپن و وگنر با استفاده از داده‌های چینه شناختی کتاب مرجع «زمین‌شناختی منطقه‌ای[۳۵]»، وضعیت و موقعیت‌های قطب دیرین و استوای دیرین را برای دوران پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک محاسبه کردند (Ko-ertge, 2008:155). برای بازسازی اقلیم گذشته نیز از سنگ‌آهک‌های مرجانی به‌عنوان نمایندهٔ اقلیم استوایی، ماسه‌سنگ‌های بادی و سنگ‌های تبخیری برای مناطق خشک، تورب و زغال‌سنگ و فسیل گیاهی برای مناطق معتدل و یخرفت‌های یخچالی برای مناطق قطبی استفاده کردند (Ko-ertge, 2008:154-155). مطالعات آن‌ها نشان داد که در دورهٔ کربونیفر، استوا از آمریکای شمالی (از جنوب‌غرب به شمال‌شرق)، اروپای مرکزی، دریای خزر و آسیا می‌گذشت. بنابراین اروپای مرکزی در قلمرو باران‌های استوایی قرار داشت و قسمت اعظم وسعت آن در زیر آب بود. در نتیجه، ته‌نشست‌های کربونیفر در اروپای مرکزی منشأ حاره‌ای داشت (Lo-molino, 2004:265).

آن دو تمامی نتایج همکاری‌های خود را در مورد آب‌وهوای دیرین در سال ۱۹۲۴ در قالب کتاب «اقالیم گذشتهٔ زمین‌شناختی[۳۶]» منتشر کردند (Lawrence, 2002:33) و در آن به‌گونه‌ای قانع‌کننده نشان دادند که پراکنش شواهد بارز آب‌وهواهای گذشته روی قاره‌های امروزین، فقط در صورتی قابل تبیین است که قاره‌ها نسبت به قطب و استوای زمین حرکت کرده باشند (Taquet, 1999:85) (شکل ۶).

عملکرد مشترک کوپن و وگنر، اقلیم‌شناسی دیرین یا پالئوکلیماتولوژی را به یک علم مبدل ســـاخت و این دانش از حرکت قاره‌ها حمایت کرد (Wood, 1986:67).

شکل ۶: نقشه‌های نشانگر پراکنش خشکی‌ها و خطوط دیرین استوایی در دورهٔ کربونیفر - پرمین با یخ‌بندان‌های گستردهٔ اثبات‌شده در مناطق حاره‌ای امروز در کواترنری، اثر ولادیمیر کوپن (Demhardt, ۲۰۰۵:۳۲)

پی‌نوشت‌ها

1. physical geography
2. Ecologic
3. Green house effect
4. Die Wärmezonen der Irde nach der Dauer der Heissen, Gemässigten und Kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die Organische Welt Betrachtet
5. Handbuch der klimatologie
6. Klimaty Zemnago Shara, V Osobennosti Rossii
7. Crystalized visible climate
8. Baumgrenze (tree limit)
9. Versuch einer Klassifikation der Klimate, Vorzugweise nach iheren Beziehungen zur Pflanzenwelt
10. köppen' sche rübe
11. Moisture Effectiveness
12. Géographie botanique raisonée
13. Le Phytographie
14. Formation
15. Köppen - Supan line
16. Megatherm
17. Xerophil
18. Mesotherm
19. Microtherm
20. Hekistotherm
21. Thermodynamik der atmosphäre

۲۲. الـــزه کوپن (Else köppen) متولد اول فوریهٔ ۱۸۹۲ در هامبورگ، پس از ازدواج با وگنر به همراه وی به ماربورگ marburg رفت. آن‌ها صاحب ســـه فرزند دختر به نام‌های هیلده hilde، کیث kathe و شارلوت charlotte شدند. خانوادهٔ وگنر در سال ۱۹۱۹ به سرای فامیلی کوپن در هامبورگ نقل‌مکان کرد. الزه در تمامی طول عمر همسرش، او را همراهی کرد و حتی با طرح‌های وی برای سفر اکتشافی جدید به گرینلند موافق بود. هرچند در سال ۱۹۳۱ زمانی که خبر مرگ همسرش را دریافت کرد تقریباً فرو ریخت. خانم وگنر ـ کوپن در ســـال ۱۹۱۶ نســـخهٔ دانمارکی گزارش سفر اکتشافی ۱۳ـ۱۹۱۲ آلفرد وگنر را تحت عنوان گذر از میان بیابان سفید «*Through the White Desert*» ترجمه کرد. همچنین در سال ۱۹۳۲ دو سال پس از مرگ همسرش کتاب *آخرین سفر آلفرد وگنر به گرینلند* را منتشـــر کرد. وی در ســـال ۱۹۵۵ زندگی‌نامهٔ پدر خود را با عنوان *ولادیمیر کوپن، زندگی یک دانش‌پژوه هواشناسی* به چاپ رساند.

الزه کوپن، پس از جنگ جهانی دوم از گراتز به سیفلد seefeld، در سال ۱۹۸۰ به مونیخ و در ۱۹۸۹ به سیندلفینگن (sindelfingen) رفت و ۲۷ اوت ۱۹۹۲ در ۱۰۰ سالگی درگذشت. گلدان حاوی خاکســـتر او در براندنبورگ Brandenburg در کنار دختر بزرگ، مادر و پدر و برادران وخواهران وگنر دفن شد (ww.awi-potsdam.de).

۲۳. نام وی vay-geh-nehr تلفظ می‌شود.

24. Innsbruck
25. Royal Prussian aeronautical observatory
26. Lindenberg
27. Physical institute of marburg
28. Oslo
29. Allgemine handatlas
30. Bathymetry
31. Continental shelf
32. Oregon
33. Spitzbergen
34. Land bridge

عده‌ای از دانشمندان معتقد بودند که زمانی پل بزرگی از برزیل تا آفریقا گسترده شده بوده، ولی در نتیجهٔ انقباض ناشـــی از سرد شدن زمین، آن پل یا فروریخته یا در نتیجهٔ فرونشینی به زیر آب رفته است (Cullen, 2006:107).

35. Handbuch der Regionalen Geologie
36. The Climates of the Geological Past (Die Climate der Geologischen Vorzeit)

منابع

1. Allaby, Michael. (2007) Encyclopedia of weather and climate, Facts on file, NY
2. Bonan, Gordon, B. (2002) Ecological climatology: Concepts and applications, Cambridge University Press
3. Carey, Samuel, Warren. (1988) Theories of the earth and universe: A history of dogma in the earth sciences, Stanford University Press
4. Cullen, Katherine. (2006) Earth science: The people behind the scienc, Chelsea House, NY
5. Demhardt, Imre, Josef. (2005) Alfred Wegener`s hypothesis on continental drift and it`s discussion in petermanns Geographische Mitteilungen (1912 – 1942), Polarforschung 75 (I), pp. 29-35
6. Hansen, Susan. (1997) Ten geographic ideas that change the world, Rutgers University Press
7. James, Preston, E. (1922) Köppen`s classification of climates: A review, Monthly Weather Review, Feb, pp. 69 - 72
8. Koertge, Noretta. (2008) New dictionary of scientific biography, Vol 5, Charles Scribner`s son, NY
9. Lawrence, David, M. (2002) Upheaval from the abyss: Ocean floor mapping and the earth science, Rutgers University Press
10. LeGrand, Homer, Eugene. (1988) Drifting continents and shifting theories: The modern revolution in geology and scientific change, Cambridge University Press
11. Lomolino, Mark, V. et al (2004), Foundations of biogeography: Classic papers with commentaries, University of Chicago Press
12. Lowrie, William. (1997) Foundamentals of geophysics, Cambridge University Press
13. McCoy, Roger, M. (2006) Ending in ice: The revolutionary idea and tragic expedition of Alfred Wegener, Oxford University Press
14. Oliver, John, E. (2005) Encyclopedia of world climatology, Springer
15. Peel, M, C. Finlayson, B, L. McMahen, T, A. (2007) Updated world map of the Köppen - Geiger climate classification, Hydrol. Earth Syst. Sci: 11.pp. 1633 - 1644
16. Saigeetha, A, J. Banyal, Ravinda, Kumar. (2006) Alfred Wegener - from continental drift to plate tectonic, Resonance, June, pp. 43 - 59
17. Schneider, Stephen, Henry. (1996) Historia scientiarum: International journal of the history of science, encyclopedia of climate and weather, University of Michigan
18. Sheppard, Eric. McMaster, Robert, B. (2004) Scale and geographic inquiry: Nature, society and method, Blackwell Publ.
19. Simonis, Doris, A. Hertzenberg, Caroline. (1999) Scientists, mathematicians and inventors: Lives and legacies: An encyclopedia of people who changed the world, Greenwood Publ. Group
20. Smith, Jaqueline. (2006) Dictionary of weather and climate, Facts on file, NY
21. Taquet, Philippe. Padian, Kevin. (1999) Dinosaure Impressions: Postcards from paleontologist, Cambridge University Press
22. Wood, Robert, Muir. (1986) The dark side of earth, Routledge
23. Thornthewaite.c.w. 1943. problem in the classification of climate. Geographical Review. 33 (2) - 233