



# شواهد زیست‌شناختی تحولات اقلیمی

حسین عساکره

(دانشجوی دکترای جغرافیای طبیعی - دانشگاه اصفهان)

## چکیده

واکنش عرصه‌های زیستی نسبت به اقلیم، باعث شده که اقلیم‌شناسان شواهد زیستی را یکی از مناسبترین الگوهای مطالعه تحولات اقلیمی گذشته بدانند. شواهد زیستی، شامل شواهد گیاهی، جانوری و انسانی است. شواهد گیاهی خود مشتمل بر بقایای گیاهان و حلقه‌های رشد سالانه درختان می‌باشد. شواهد جانوری نیز در عرصه‌های آبی و خشکی، و همچنین در مناطق خشک یا مرطوب قابل مطالعه و ارزیابی هستند. مسکن انسانهای اولیه، غارها، آثار زمینهای کشاورزی به‌جامانده از تمدنهای باستان، نوع دامها و معیشت انسانهای نخستین در هر مکان گویای شرایط اقلیمی آن محل در هر دوره است.

ردیابی، بازسازی و بازآفرینی اقلیم دیرینه براساس شواهد مزبور در قاره‌های افریقا (صحرا)، اروپا، ایالات متحده و آسیا نتایج قابل قبولی از تحولات اقلیمی گذشته را نشان می‌دهند.

یافته‌های حاصل از مطالعه شرایط زیستی گذشته بوسیله روشهای دیگر تأیید شده‌اند. بنابراین روشهای زیستی در مطالعه تحولات گذشته یکی از مفیدترین روشهای مطالعه تحولات اقلیمی می‌باشند. باید یادآوری نمود که روشهای زیستی مطالعه اقلیم دیرینه از نتایج تحقیقات دانشمندان علوم دیگر، نیز بهره گرفته، در کنار روشهای دیگر مطالعه تصویر مطلوبتری از شرایط اقلیمی گذشته ارائه می‌دهد.

## مقدمه

دگرگونی از ویژگیهای پایدار و همیشگی اقلیم است که در بازه‌های زمانی مختلفی بوقوع می‌پیوندد. دگرگونیهای اقلیمی اثرات مستقیمی بر محیط خصوصاً بر عرصه‌های زیستی بجا می‌گذارد. ابزار سنجش و اندازه‌گیری مستقیم تنها قادر هستند تصویری از اقلیم چند دهه گذشته ارائه دهند. بنابراین برای شناخت تحولات اقلیم قدیمی‌تر، ردیابی شواهد

## محیطی اجتناب‌ناپذیر است.

دگرگونی اقلیم و شواهد محیطی حاصل از این دگرگونیها در بیشتر موارد از تأثیر عناصر متعدد اقلیمی حکایت می‌کنند. برای مثال افزایش رطوبت محیطی در یک ناحیه می‌تواند ناشی از کاهش دما، افزایش بارندگی و یا ناشی از کاهش دما و افزایش بارندگی باشد. (رامشت، ۱۳۷۱) جانداران بدلیل قدرت سازش قابل توجهی که با شرایط محیطی و اقلیمی دارند از شواهد اقلیمی عمده محسوب شده و قادر به نمایش نسبی عملکرد تأثیر هر یک از عناصر اقلیمی می‌باشند. شواهد زیستی گذشته را می‌توان به سه دسته شواهد گیاهی، جانوری و انسانی تقسیم نمود.

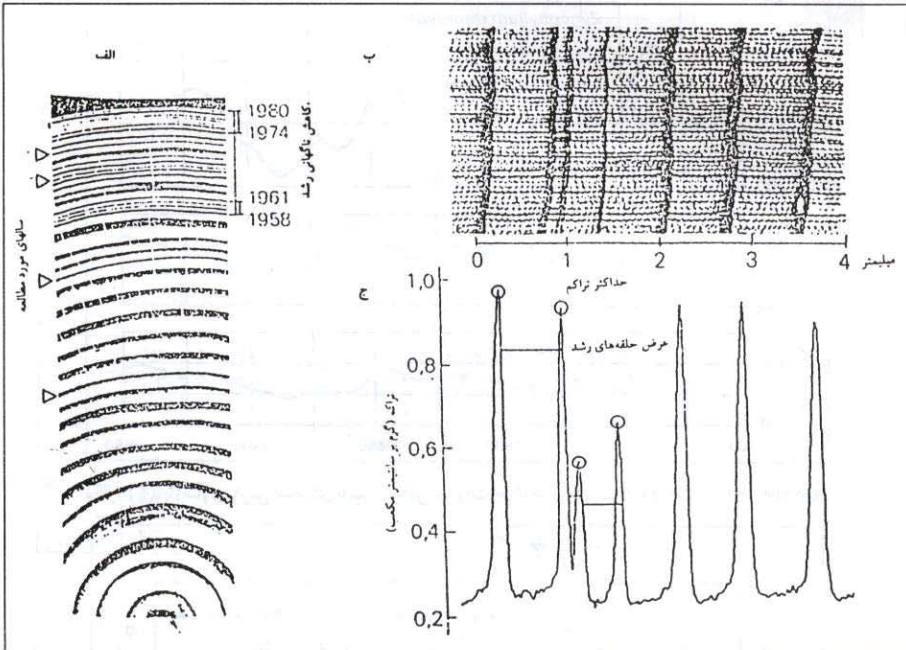
## ۱ - شواهد گیاهی

با توجه به ارتباط نیازهای فیزیولوژیکی گیاهان با رژیمهای اقلیمی که در آن تکوین و تکامل می‌یابند هر اقلیم سیمای گیاهی<sup>۱</sup> خاصی را ارائه می‌دهد و دودوار<sup>۲</sup> بابه کارگیری شاخص دمای موردنیاز جهت تثبیت گیاهان خاص، سیمای گیاهی مناطق مختلف را بازسازی نمود. وی مقادیر درجه - روز<sup>۳</sup> را برای مراحل مختلف رشد گیاهان بازسازی نمود و براساس رابطه بین پوشش گیاهی و اقلیم استدلال نمود که یافته‌های گیاهی شواهد ارزشمندی از اقلیم گذشته خواهند بود. (Gates 1993)

یافته‌های گیاهی را می‌توان به دو دسته کهن (گرده‌ها و فسیلهای گیاهی) و نوین (دوایر رشد سالانه درختان) تقسیم نمود:

**الف - تحلیل گرده‌ها و فسیلهای گیاهی:** روش تحلیل گرده‌ها بر مطالعه و بررسی تغییرات گونه‌های میکروفسیل استوار است. گرده‌ها، پوشش گیاهی و شرایط رطوبتی گذشته را به تصویر می‌کشند. (Barry and chorley 1992) براین اساس با شناسایی گونه‌های گرده و ویژگیهای گیاهی یک ناحیه می‌توان اقلیم گذشته آن ناحیه را تخمین زد.





نگاره (۲): تغییرات حلقه‌های رشد سالانه درخت کاج در شمال دشتهای مرکزی ایالات متحده

کمیت و کیفیت حلقه‌های رشد.

۳- آزمون رابطه به‌دست آمده برای شرایط موجود و بازآفرینی اقلیم گذشته.

براساس این روش و با مطالعه حلقه‌های رشد درخت *Zygodophyllum dumosum*<sup>۹</sup> در بیرشیا<sup>۱۰</sup> (اسرائیل) مقادیر بارش طی سالهای ۱۹۵۰ - ۱۷۲۰ (۲۳۰ سال) بازسازی شده و با استفاده از رابطه موجود بین داده‌های ۴۵ ساله این ناحیه و ارتفاعات نقب (با ۲۵ سال آمار) مقادیر بارش طی ۲۳۰ سال برای ارتفاعات نقب نیز بازآفرینی شده است. (نگاره (۳))

تعیین درخت مرزهای<sup>۱۱</sup> دوران مختلف، اقلیم را در هر منطقه بازسازی می‌کند. مثلاً نگاره (۴) درخت مرزها را براساس حد بالایی یخ مرزها نشان می‌دهد. براساس این نگاره از عصر "وورم" تا دوران بعد یخبچالی مرز درختان حدود ۲۵ - ۲۴ درجه عرض جغرافیایی در آمریکای شمالی و حدود ۲۰ درجه در اروپا یافته است. (Goudie 1992)

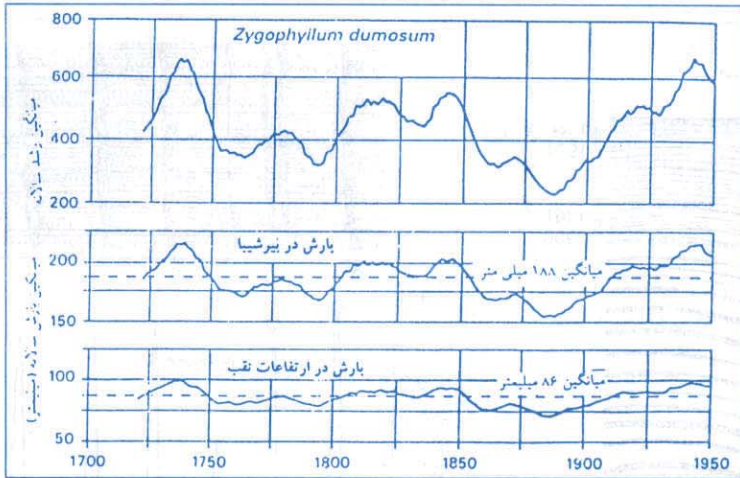
بدیهی است که برای تعیین درخت مرزها وجود جدول فنولوژیکی هر گیاه در عرض جغرافیایی مورد نظر الزامی است. (معمتد ۱۳۷۶)

با شمارش تعداد حلقه‌های ثانوی، شرایط رطوبتی را در نواحی حاره و شدت سرما در نواحی قطبی (Barrg and chorley 1992, Graedel & crutzen 1992) را تا هزار سال پیش بطور دقیق و اقلیم ۴ - ۳ هزار سال پیش را بطور تقریبی بازآفرینی نمود.

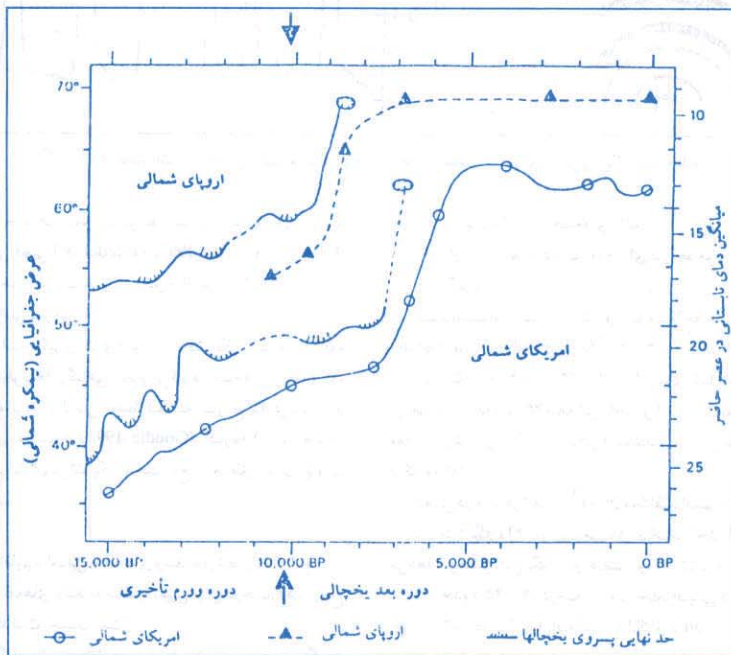
بازسازی اقلیم با اندازه‌گیری سری‌های رشد، فشردگی حلقه‌ها، مطالعه ایزوتوپی و بررسی سلولزهای گیاهی انجام می‌گیرد. حلقه‌های رشد علاوه بر بازسازی شرایط دمایی و رطوبتی محیط گذشته، تاریخ‌گذاری شرایط مزبور را نیز امکان‌پذیر می‌سازد. (Goudie 1992) نگاره (۲) نمونه‌ای از حلقه‌های رشد و تغییرات آن در تنه یک درخت کاج در مناطق شمالی ایالات متحده را نشان می‌دهد.

مرحله بازسازی اقلیم براساس حلقه‌های رشد عبارتند از:

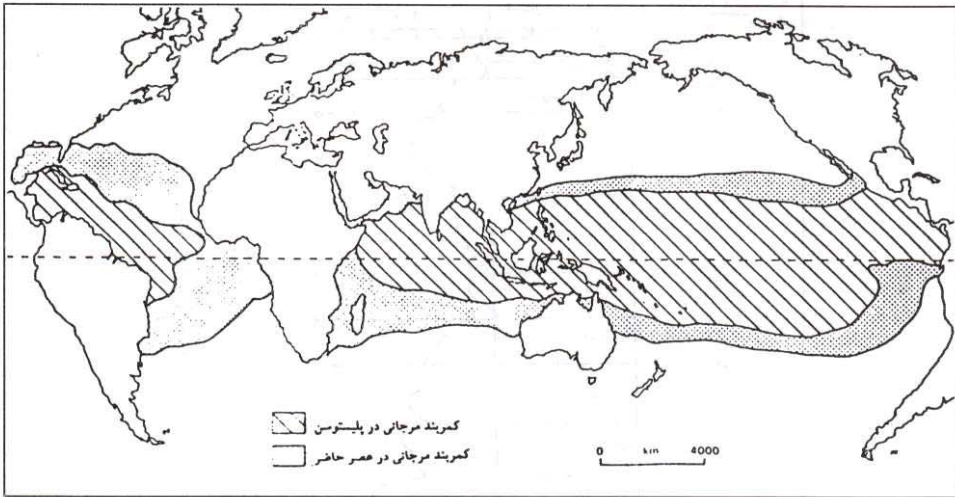
- ۱- طبقه‌بندی حلقه‌های رشد به منظور تعیین سن درخت. (هر زوج حلقه نشانه گذشت یکسال است)
- ۲- تعیین رابطه گیاه با شرایط اقلیمی از طریق تعیین همبستگی و معادلات رگرسیون بین پارامترهای اقلیمی اندازه‌گیری شده و



نگاره (۳): بازسازی بارش صحرائی نقب براساس تغییرات حلقه‌های رشد سالانه درختان (Goudie 1992)



نگاره (۴): تغییرات مداری درخت مرزهای اروپا و امریکای شمالی طی ۱۵ هزار سال پیش (Goudie 1992)



نگاره (۵): بازسازی همد ماههای بیش از ۲۰ درجه براساس موقعیت جزایر مرجانی طی پلیستوسن. (Goudie 1992)

## ۲- شواهد جانوری

جانوران بدلیل قدرت انعطاف و تحرک بیشتر، شواهد مطمئنی برای بازسازی اقلیم گذشته نیستند. با این وجود گونه‌های متفاوت جانوری در تشخیص نسبی اقلیم مورد توجه شناسان دیرینه است. همانگونه که در مورد گیاهان صادق است. برای مطالعه تحولات اقلیم براساس داده‌های جانوری، شناخت، فیزیولوژی و فنولوژی<sup>۱۲</sup> جانوران از ضرورت‌های بنیادی به حساب می‌آید. جانوران برحسب قدمت قادر به ارائه ویژگیهای اقلیمی محدوده زندگی خود هستند. (Gates 1993) مثالهایی از این قبیل ذیلاً ارائه می‌شود.

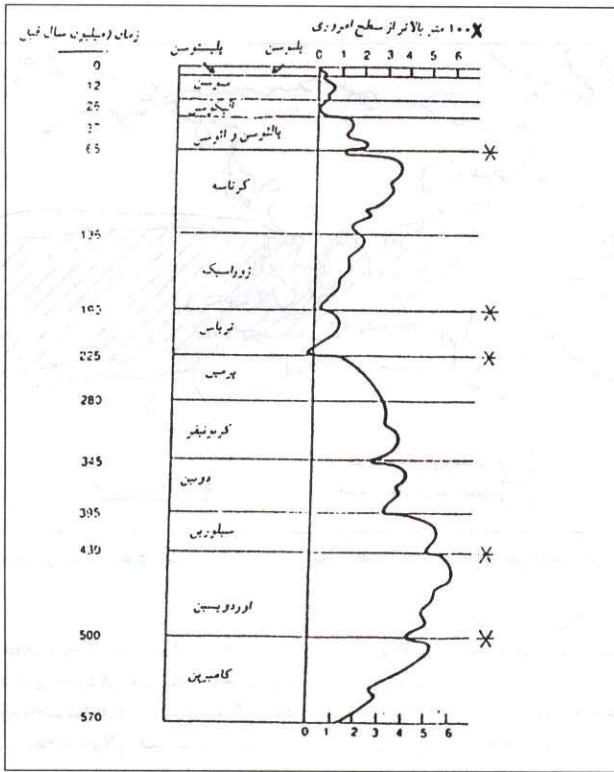
- شناسایی نوع و علل مهاجرت پرندگان در گذشته شناخت شرایط اقلیمی را آسان‌تر می‌سازد. (Gates 1993)
- خزندگان به علت قدرت‌سازش کمتر، از وجود اقلیم گرم حکایت می‌کنند.
- پستانداران گرچه قادر به تحرک و جابجایی هستند اما با به‌جا‌گذاری لانه، آشیانه و یا خانه، بازسازی اقلیم گذشته را امکان پذیر می‌سازند.
- در برخی مناطق قاره افریقا دوره‌های مرطوب یا خشک براساس این قبیل یافته‌های جانوری انجام گرفته است. با مطالعه جوامع حیوانی مناطق گرم (فیل، کرگدن و اسب آبی) در صحرای افریقا معلوم شده که در گذشته، با آغاز دوره‌های خشک گونه‌های کوچکتر جای گونه‌ها و جانوران بزرگ‌جثه را می‌گرفتند. (تریکار ۱۹۶۹)
- ماهیها به دلیل خونسرد بودن، آستانه حرارتی کمی دارند و جهت تعدیل دمای بدن خود به مهاجرت‌های عمودی در پهنه‌های آبی متصل

می‌شوند. (علیچانی و کاویانی ۱۳۷۱) در این راستا است که شناخت پهنه‌های آبی، عمق و حجم آنها به شناسایی اقلیم گذشته کمک به‌سزایی می‌نماید.

- وجود دوزیستان در یک محدوده جغرافیایی حاکی از وجود منابع رطوبتی در یک ناحیه است. زیرا دوزیستان حیواناتی خونسرد هستند که دمای بدن خود را از طریق تبخیر تأمین می‌نمایند و برای جبران رطوبت از دست رفته نیاز به منبع تأمین کننده رطوبت دارند. (Gates 1993)

- فسیل صدف داران نیز که قدمتی حدود ۶۰۰ میلیون سال دارند. اطلاعات معتبری از شرایط اقلیمی ارائه می‌دهند. این فسیلها حاکی از حیات دریایی دورانهای گذشته می‌باشند که در راستای مطالعه سنگها، اطلاعات فراوانی در اختیار ما می‌گذارند. (Graedei & Crutzen 1993) شاید مشهورترین نوع صدف داران مرجانها باشند که زیستگاه اصلی آنها آبهای گرم، کم عمق (۵۰-۲۰ متر) با دمای حداقل ۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد برای نمونه درجه حرارت‌های آب دریاها طی پلیستوسن با توجه به موقعیت جزایر مرجانی دوره مزبور بازسازی شده در نگاره (۵) نشان داده شده است.

- به دلیل تأثیر دما بر تنوع گونه‌ها، شواهد زیستی متنوع بیانگر افزایش دماست. پیدایش و انقراض گونه‌های دریایی با نوسانات آب دریاها ارتباط مستقیم دارد. بطوری که کاهش سطح دریا انقراض گونه‌های دریایی و افزایش آن تنوع این موجودات را در پی داشت. (نگاره (۶))



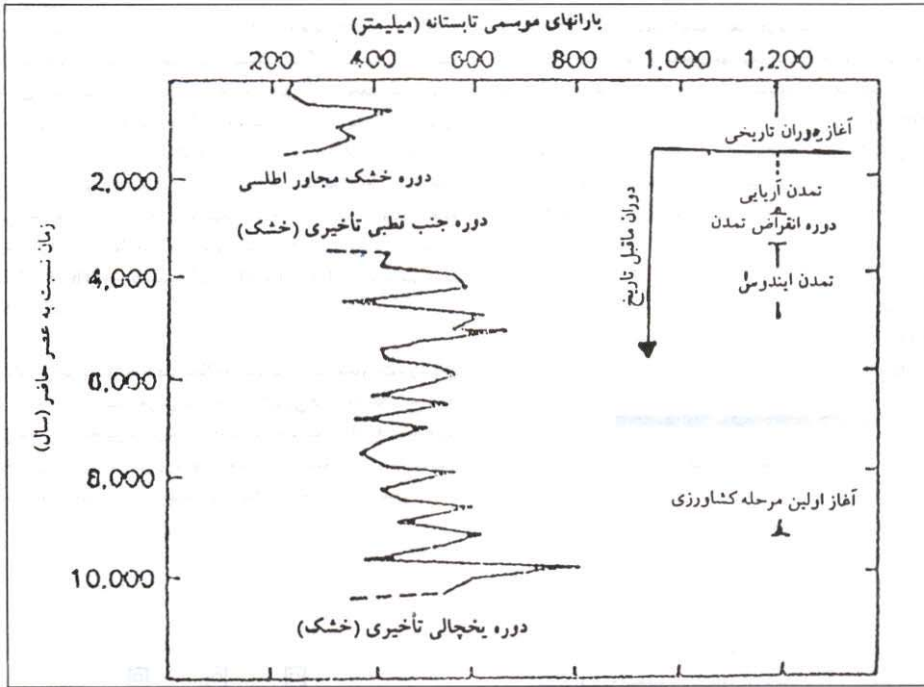
نگاره (۶): نوسانات آب دریا(-) و انقراض گونه‌های دریایی (\*) (Graedel&crutzen 1993)

بر اساس شکار، دامپروری و کشاورزی بنا نهاده شده بود. بنابراین مقر و پراکندگی این تمدنها به شدت از پراکندگی حیوانات، مراتع و سرزمینهای حاصلخیز تبعیت می‌کرد. بدین دلیل است که برخی ظهور و افول تمدنهای باستانی را معلول دگرگونیهای اقلیمی می‌دانند. اگر چه این‌گونه نظرات درباره انسان امروزی که مسلح به سلاح علم و تکنولوژی است، صادق نمی‌باشد، وابستگی شدید انسانهای اولیه به محیط طبیعی و همچنین ضعف تکنولوژیکی آن زمان رابطه ظهور و افول تمدنها با دگرگونیهای اقلیمی را اثبات می‌کند. (Bekinsale 1997) با استفاده از یافته‌های باستان‌شناسی و مطالعات تاریخی توانست اقلیم را در دوره‌های اوج و حضیض تمدنها به تصویر بکشد. وی معتقد است که از ۱۲ هزار سال پیش که گرما فزونی یافته بود، انسانهای ساکن در مناطق شمالی "شرق نزدیک" که تا آن زمان (در عصر یخچالی) در غارها زندگی غارنشینی به همراه شکار را برگزیده بودند، فعالیتهای کشاورزی را از سر گرفتند. شواهد مربوط به ۶/۵ تا ۵ هزارسال

یکی از مهمترین گونه‌هایی که نسبت به تحولات اقلیمی واکنشهای شدید نشان می‌دهند. فرامینی فرما<sup>۱۳</sup> هستند که به تغییرات دما بسیار حساس بوده و با خمش یا پیشش به سمت راست (شرایط گرم) یا چپ (شرایط سرد) اوضاع اقلیمی را مشخص می‌سازند. گونه‌ای که از این فرامینی فرما با نام علمی *Globorotolla Truncatulinoides* معروف است. این گونه به تغییرات دما بسیار حساس می‌باشد. تراکم این گونه از فرامینی فرما در رسوبات بالاترین دمای آب و کاهش آنها، سرما را گواهی می‌دهد. (Goudie 1992)

### ۳- شواهد انسانی - تاریخی :

بر اساس یافته‌های باستان‌شناسی و همچنین منابع تاریخی، ثابت شده است که دگرگونیهای اقلیم گذشته بر جوامع انسانی و فعالیتهای اقتصادی آنان اثرات غیرقابل انکاری داشته است. زیرا تمدنهای باستانی غالباً



نگاره (۷): بازسازی موسمی های تابستانی صحرای راجستان در هند از ۱۰۸۰۰ سال پیش تاکنون (Bechinsale 1998)

اول در شرق و سپس در طرف جنوب غرب توسعه یافت و در حدود ۲۵۰۰ سال پیش دوره سرد در ژاپن آغاز شد.

(Pfister 1988) نیز معتقد است که مطالعه تاریخ فعالیتهای انسانی بازسازی اقلیم گذشته را امکان پذیر می سازد. وی براساس فصل انگورچینی و مراسم شرابگیری در اروپای مرکزی توانست اقلیم قرون وسطی تا سال ۱۸۵۰ میلادی را در طی بهار - تابستان بازسازی کند. همچنین Bekinsale اختراع کشتی در دوره بابلی ها و مصریها را نشانه کاهش نوسانات رطوبتی در مقایسه با امروزه و همچنین حاکمیت شرایط مساعد برای رشد و گسترش جنگلها می داند.

رامشت (۱۳۷۱) نیز براساس یافته های باستان شناسی در تراسهای زاینده رود توانست میزان بارش را در ۳۷۰۰ سال پیش در سرچشمه زاینده رود بازسازی نماید و همچنین براساس آثار مکتوب تاریخی، دوره های فعالیتهای خورشیدی، بارشهای سیلابی و... را طی گذشته های دور بازآفرینی نماید.

پیش در صحرای افریقا که از فیلهای انسانی و جانوری آن دوره به دست آمده حاکمیت شرایط مرطوبتر در این صحرا را گواهی می دهند. (Bekinsale 1997) معتقد است که جوامع سرخپوستان در جنوب غرب ایالات متحده ۱۱/۵ هزار سال پیش یعنی مطابق با حاکمیت شرایط هیپسوترمال ۱۴ در این ناحیه خشکی را لمس نمودند. بنابراین و براساس شواهد باستان شناسی، نواحی مزبور طی این دوره کاهش جمعیت و در دوره ای بین ۴/۵ - ۵ هزار سال قبل (حاکمیت شرایط مرطوب تر) - افزایش جمعیت سرخپوستان را شاهد بوده اند.

شهرهای هزارپا<sup>۱۵</sup> و موهانجوداد<sup>۱۶</sup> در دوره مرطوب (۴/۵ - ۳/۷ هزار سال پیش) و در آغوش تمدن ایندوس شکوفا شدند در حالی که زوال این تمدن در دوره خشک به وقوع پیوست. (نگاره (۷)).

آثار به جامانده از تاریخ باستان نشان می دهد که تمدن جوهمون<sup>۱۷</sup> (۴ هزار سال پیش) در ژاپن نیز به تبع جابه جایی کمر بندهای مرطوب ژاپن،



## نتیجه گیری

مطالعه شواهد زیست‌شناختی اقلیم گذشته همانند سایر مطالعات طبیعی نیازمند بهره‌گیری از مطالعات دانشمندان دیگر است. در این راستا یافته‌های باستان‌شناسی، تحلیل‌های چینه‌شناسی<sup>۱۸</sup> و بخصوص زیست‌چینه‌شناسی<sup>۱۹</sup> در شناخت اقلیم گذشته تأثیر بسزایی دارند. گاهی برای تاریخ‌گذاری یافته‌های چینه‌شناسی و زیست‌چینه‌شناسی از روشهای تاریخ‌گذاری رادیومتری استفاده می‌شود. مثلاً در مطالعه دانه‌ها و گرده‌های گیاهی، لجن‌ها و تورب‌زارها از روشهای مطالعه رادیوکربن (C14) استفاده می‌شود و برای مطالعه مرجانها، نرم‌تنان از سربهای اورانیوم (Th230, U234) و یا پتاسیم آرگون (K40, Pa231) استفاده می‌شود. (Goudie 1992)

بنابراین هر یک از روشهای مطالعه اقلیم گذشته در مجاورت روشهای دیگر قابل قبول و مستند می‌گردد. و خود به تنهایی قادر به ارائه نتایج کاملاً دقیقی نیست. همچنین در بازسازی اقلیم گذشته براساس یافته‌های موجود، شناخت و کاربرد برخی روشهای آماری از جمله بررسی واریانس، همبستگی، رگرسیون و ... از ضرورت‌های بنیادی به حساب می‌آید.

## فهرست منابع

- 11) Timberline  
۱۲) فنولوژی حیوانی شامل تناسل، تغییر در کیفیت حرارت پوست، تغییرات متابولیسمی و صفات رفتاری همچون مهاجرت است. از طریق بررسی زمان و کیفیت هر یک از فرایندهای فوق‌الگوی اقلیم در چشم‌اندازی خاص قابل بازسازی است.
- 13) Foraminifera  
۱۴) هیپسوترمال (Hypsithermal) یا ایتمم اقلیمی به دوره گرمایش اقلیم پس از دوره‌های یخچالی گویند که گستره آن از نظر زمانی - مکانی بسیار متفاوت و از ۲۵۵۰ تا ۸۹۵۰ سال پیش ذکر شده است.
- 15) Harappa
- 16) Mohenjodaro
- 17) Johmon(Jomon)
- 18) Stratigraphy
- 19) Biostratigraphy

- ۱- تریکار، ژان (۱۹۶۹)، اشکال ناهمواری در نواحی خشک، ترجمه مهدی صدیقی و محسن پورگرمانی، آستان قدس رضوی، ۱۳۶۹.
- ۲- علیجانی، بهلول و کساویانی، محمدرضا (۱۳۷۱)، مابنی آب و هواشناسی، انتشارات سمت.
- ۳- رامشت، م.ح. (۱۳۷۱)، یادگانه‌های زاینده رود و تأثیر آن در سیاست فضایی منطقه اصفهان، پایان‌نامه دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۴- معتمد، احمد، کوآرتنر: زمین‌شناسی دوران چهارم، دانشگاه تهران، (۱۳۶۷).

- 5- Barry . Roger. G and chorley , Richard.J(1992), Atmosphere, weather and climate , Routledge. London.
- 6- Beckinsale.R.P(1997) climatic change and Ancient civilization , Routledge. London.
- 7- Gate David .M(1993), Climate change and it's Brological consequences Sinauer Associates Inc.Publishe.New York.
- 8- Goudie .A(1992), Environmental change, axford.London.
- 9- Graedel.T.E.& crutzen.P.J(1993), Atmospheric change, Freeman.London.
- 10- Pfister. christian(1988) , Variations in the spring - summer climate of central Europe from the HighMiddle Ages to 1850, springer - verlage.New York.
- 11- Schweingruber.F.H(1988), climatic Information for past Hundred years in width and Density of conifer the Grow Rings, springer - verlage.New York.

- ## پاورقی:
- 1) Physiogenomy
  - 2) Wood ward
  - 3) Growing Degree-day
  - 4) Horowitz
  - 5) P.S.Martinez
  - 6) W.Vanzeist
  - 7) H.E.Wright
  - 8) Lichenometry
  - ۹) Zygophyllum dumesum گونه‌ای از خانواده قیچ و از تیره اسپند است. این گونه پایا و چوبی (درختچه‌ای) است.
  - 10) Beersheba