پژوهش‌های محیط‌زیست، سال 4، شماره 7، بهار و تابستان 1392، از صفحه 3 تا 12

تغییرات پوشش گیاهی و آب و هوای دیرین در طی گذار آخرین دوره یخبندان– هولوسن (مطالعه موردی: دریاچه نئور در شمال‌غرب ایران)

قاسم عزیزی[1]، طیبه اکبری*[2]، سید حسین هاشمی[3]

۱ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۲ دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۳ دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران

(تاریخ دریافت: 1390/11/3؛ تاریخ تصویب: 1392/3/27)

چکیده

در این تحقیق، با مطالعه رسوبات دریاچه نئور، با استفاده از روش گرده‌شناسی (پالینولوژی)[1]، پاسخ تغییرات پوشش گیاهی منطقه نئور در شمال‌غرب ایران نسبت به تغییرات آب و هوایی در دوره دیریخبندان و هولوسن مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا، نمونه‌های مورد بررسی از سه متر پایینی مغزه رسوبی دریاچه به طول هشت متر انتخاب شد و سپس با تفسیر تغییرات پوشش گیاهی به‌دست آمده از نمودار گرده‌شناسی دریاچه نئور، به‌ترتیب دوره‌های آب و هوایی شامل دیرین یخبندان، سرد یانگر دریاس و هولوسن پیشین شناسایی شد.

در این پژوهش، با محاسبه نسبت‌های گرده، فازهای رطوبتی در دوره هولوسن پیشین تعیین شد. تغییرات پوشش گیاهی منطقه نئور، هم‌زمان با فاز مرطوب هولوسن پیشین از نوع جنگلی– استپی با گونه غالب درمنه بود. بر اساس شواهد به‌دست آمده از بررسی موردی مشخص شد که در این منطقه به‌دلیل وجود تنوع پوشش گیاهی و حفظ به نسبت خوب دانه‌های گرده در رسوبات، می‌توان از روش گرده‌شناسی برای بازسازی پوشش گیاهی منطقه نئور استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: تغییر اقلیم، آب و هوای دیرین، گرده‌شناسی، دوره دیریخبندان، هولوسن پیشین، ایران

* نویسنده مسئول Email: Tayebakbari@gmail.com

سرآغاز

شرایط اقلیمی گذشته و مسئله تغییر اقلیم کره زمین، از دیر باز مورد توجه محققان بوده است. مطالعات آندره برژه در اواخر قرن بیستم به خوبی نشان داد که آنچه در گذشته توسط میلوتین میلانکویچ، اخترفیزیکدان یوگوسلاو، به‌منظور تبیین[2] علت تغییرات اقلیمی ذکر شده بود؛ یعنی ارتباط تغییرات آب و هوا با تغییرات هندسی و وضعیت مدار گردش زمین به دور خورشید نسبت به هم در سیکل‌های صد هزارساله، چهل هزار ساله و بیست و سه هزار ساله، مورد تأیید بوده است. این تغییرات به ترتیب ناشی از خروج مداری[3]، تغییر در کجی محور زمین[4] و رقص محوری[5] یا تغییر جهت محور است (Berger, 1994).

اولین مطالعات گرده‌شناسی در ایران با هدف بررسی سن تشکیلات زمین‌شناسی و روابط دیرین جغرافیایی آن‌ها با واحدهای مشابه در نیمکره‌های شمالی و جنوبی در دوران‌های اول و دوم زمین‌شناسی انجام شد. همچنین، از جمله اهداف استفاده از روش گرده‌شناسی در این زمان، اکتشاف نفت، گاز و زغال بوده است (قویدل سیوکی، 1371). مطالعات دیرین بوم‌شناختی (پوشش گیاهی و اقلیم) در دوران چهارم، از حدود پنجاه سال پیش در شمال و شمال‌غرب کشور و در امتداد رشته کوه‌های زاگرس آغاز شد. اولین نمودار گرده (پالن دیاگرام) را (Van Zeist & Wright, 1963) با بررسی رسوبات دریاچه زریوار در کردستان تهیه نمودند. ایشان با نمونه‌برداری مجدد از سایر قسمت‌های دریاچه توانستند نتایج دقیق‌تری از تحقیقات خود را در سال‌های بعد منتشر کنند. از این‌رو، دریاچه زریوار از ایستگاه‌های کلیدی درک تغییرات دیرین پوشش گیاهی و اقلیم آسیای جنوب‌غربی به‌شمار می‌رود (رمضانی، 1387).

مطالعه جامع گرده‌شناسی و ژئوشیمی دریاچه وان در ترکیه نشان داد که افزایش سریع فراوانی گرده‌های ریش‌بز[6] می‌تواند دلیل شروع دوره سرد یانگر دریاس باشد. همچنین، تغییر اقلیم طی دوره دیریخبندان (Late glacial) و اوایل هولوسن (Early Holocene) منجر به جایگزینی تدریجی استپ‌های درمنه[7] با درختچه‌های پسته و بلوط[8] شده است و به دنبال آن جنگل‌های بلوط در حدود 6500 سال پیش گسترش یافته‌اند. افزایش ریزدانه‌های زغال در اوایل هولوسن می‌تواند نشانه افزایش شدت و فراوانی آتش سوزی مناطق استپی باشد (Wick et al., 2003). Yazvenko در سال 1994، با بررسی گرده‌شناسی در منطقه دریای سیاه و غرب کوه‌های قفقاز طی هولوسن و تعیین گرده‌های درختی شاه بلوط[9] و راش[10] توانست دوره‌های اقلیمی گرم‌تر را طی چهار هزار سال گذشته مشخص کند (Yazvenko, 1994).

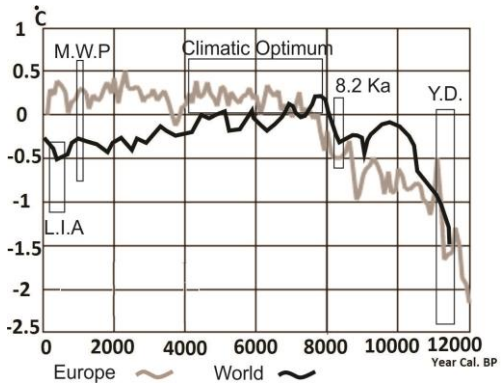
این مقاله به‌طور خلاصه با بررسی مطالعات دیرین اقلیم شناسی انجام شده در ایران و مطالعه موردی دریاچه نئور در شمال‌غرب ایران، به‌دنبال تبیین تغییرات پوشش گیاهی، برای بازسازی محیط گذشته منطقه مورد مطالعه واقع در غرب رشته کوه‌های تالش و شرق آذربایجان است. از جمله اهداف این تحقیق، بررسی وجود هماهنگی بین تغییرات بوم‌شناختی (پوشش گیاهی و اقلیم) منطقه نئور و منطقه شمال‌غرب کشور نسبت به تغییرات اقلیمی جهانی دوره دیریخبندان و هولوسن است. در این مقاله، به‌روش گرده‌شناسی و با تعریف نمایانه‌های مناسب، تغییرات پوشش گیاهی و آب و هوایی منطقه نئور بررسی شد.

مرور پژوهش‌های دیرین آب و هوایی در ایران و جهان

دوران چهارم زمین‌شناسی با تغییرات اقلیمی مهمی در کره زمین، همچون دوره‌های یخبندان و بین‌یخبندان و دوره‌های متناوب سرد و گرم همراه بوده است. پژوهش‌های دیرین آب و هواشناسی نشان می‌دهند که دوره هولوسن به‌دنبال ذوب یخچال‌ها در دوره دیریخبندان و گرم شدن هوا، حدود یازده هزار سال پیش شروع شده است. در این دوره، با بالا آمدن سطح آب دریاها، شرایط برای رشد درختان و گسترش جنگل‌ها مناسب‌تر شد. از رخدادهای ناگهانی تغییر آب و هوا، رخداد یانگر دریاس است که پس از دوره دیریخبندان و پیش از شروع هولوسن[11]، در حدود 12800 تا 11600 سال پیش رخ داد. در این زمان، آب و هوای نیمکره شمالی، سردتر شد. نام این دوره نیز بر اساس نام گُل *Dryas octopetala* که رویش آن سازگار با شرایط سرد است و در این زمان در اروپا به فراوانی رویش داشت، انتخاب شد. دوره یانگر دریاس حدود 11600 سال پیش، به‌طور ناگهانی به پایان رسید. در پایان یانگر دریاس در گرینلند، درجه حرارت در طی یک دهه 10 درجه سلسیوس افزایش یافت (Clow, 1997 Cuffey and). پس از دوره دیریخبندان، طی دوره هولوسن، آب و هوای زمین شبیه به شرایط امروزی شد. با ذوب ورقه‌های یخی و افزایش تراز آب دریاها، درجه حرارت تعدیل یافت و سامانه موسمی نیز شدت یافت. حدود 8200

سال پیش، در اوایل هولوسن، پدیده غیرمنتظره‌ای رخ داد. این پدیده که به رخداد 8200 سال پیش[12] معروف است، برای نخستین بار در روی مغزه یخی گرینلند در نیمکره شمالی شناسایی شد. دانشمندان نشان داده‌اند که طی دو دهه، درجه حرارت حدود 3/3 درجه سلسیوس کاهش یافت (Alley et al., 1997).

دوره بهینه اقلیمی[13] نیز از دوره‌های مشهود در هولوسن است. این دوره در مناطق معتدله نیمکره شمالی در حدود 5500 سال پیش به پایان رسید. در این زمان تمدن‌های بشری نیز در مناطقی از کره زمین مانند آفریقا و آسیا، شروع به گسترش یافت. دوره گرم سده‌های میانه[14] از حدود قرن دهم تا چهاردهم حاکم بود.



شکل (1): تغییرات اقلیمی کره زمین و اروپا در طی دوره دیریخبندان[15] و هولوسن (Davis et al., 2003)

توضیح: نمودار تغییرات درجه حرارت دوره دیریخبندان و هولوسن در جهان به آن اضافه شده است

بررسی‌های انجام شده در نواحی مرتفع مرکزی و ته نشست‌های لس‌های جنوب ایران نشان داد که وضعیت اقلیمی خشک از دوره دیریخبندان تا هولوسن پیشین ادامه داشته است. شواهد همچنین نشان داد که در شمال کشور و زاگرس در دوره دیریخبندان شرایط اقلیمی، خشک و کم و بیش سرد بوده است (Kehl, 2009). شرایط دمایی و رطوبتی پس از دوره دیریخبندان در ایران به‌خوبی به‌وسیله مطالعات گرده‌شناسی و ژئومورفولوژیکی حاصل از رسوبات دریاچه‌های غرب زاگرس مانند زریوار و میرآباد بازسازی شده است. پوشش گیاهی استپی با فراوانی گیاه درمنه در دوره دیریخبندان وجود داشت (Van Ziest & Wright, 1963; Van Ziest & Bottema, 1977).

احتمالاً در هولوسن پیشین، درجه حرارت در منطقه افزایش یافت و به‌دنبال آن، پوشش گیاهی استپی با جنگل‌های باز پسته و بلوط جایگزین شد. درجه حرارت در اقلیم خشک آن زمان افزایش یافته است و سطح آب دریاچه زریوار به نسبت پایین و دارای نوسان کمی بوده است. در دوره هولوسن میانی و اخیر[16] (حدود 6500 تا 1400 سال پیش)، استقرار پوشش گیاهی متراکم بلوط هم‌زمان با افزایش سطح آب دریاچه زریوار رخ داده است. به‌تدریج در این دوره با افزایش فرسایش و کاهش بارندگی فصل بهار، فراوانی درختان بلوط کاهش یافته است. بر اثر دخالت‌های بشر از حدود 3300 سال گذشته، گرده‌های علفی مهاجم همچون بارهنگ[17] افزایش یافته است. به‌طورکلی در دوره هولوسن پایانی، روند خشک اقلیمی شناسایی شده است (Wasylikowa & Witkowski, 2008).

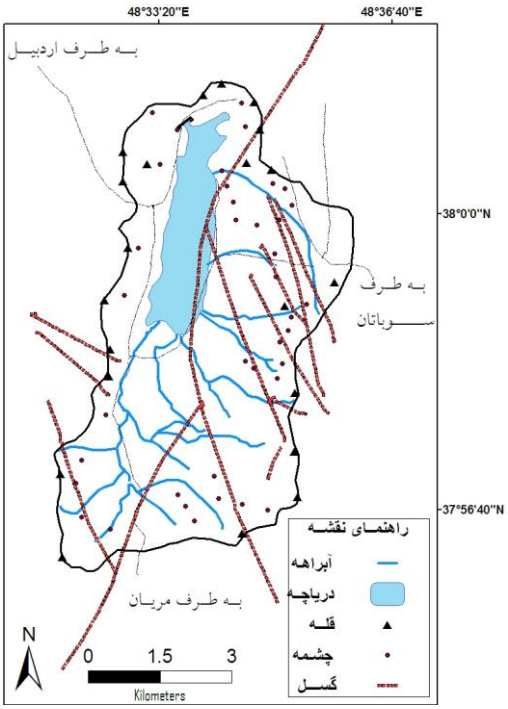
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

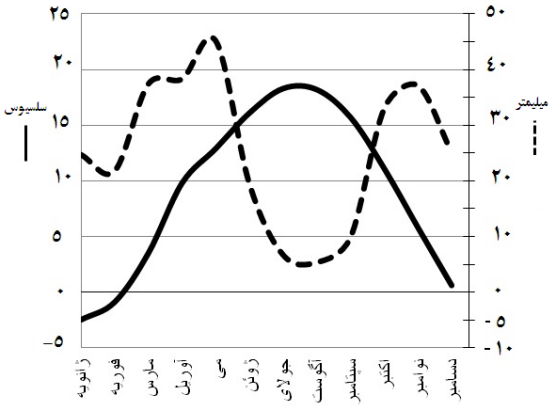
حوضه آبخیز دریاچه نئور، از لحاظ جغرافیایی در 48 درجه و 33 دقیقه طول شرقی و 37 درجه و 59 دقیقه عرض شمالی در ۴۸ کیلومتری جنوب‌شرقی اردبیل واقع شده است. ارتفاع متوسط دریاچه نئور از سطح دریا 2480 متر و در دامنه غربی رشته کوه تالش قرار دارد. بزرگترین طول دریاچه 4750 متر، بزرگترین عرض آن 1150 متر و حجم آب دریاچه حدود 25 میلیون مترمکعب است (نژادستاری، 1357). به‌علت کاهش نسبی بارش‌های سالانه و استفاده زیاد از منابع آب دریاچه، به طور معمول سطح دریاچه به‌ندرت به وضعیت حداکثر می‌رسد و مساحت متوسط برای دریاچه، حدود 257 هکتار است. بیشترین عمق دریاچه 5/5 متر و میانگین ژرفای آن سه متر است. منبع اصلی آب دریاچه چشمه‌های حوضه‌آبخیز دریاچه است که تعدادشان به 38 عدد می‌رسد (سازمان محیطزیست، 1378). شکل (2)، موقعیت حوضه دریاچه نئور را نشان می‌دهد.

منطقه دریاچه نئور واقع در شمال‌غرب ایران و به‌عنوان یکی از مناطق متنوع زیستی به‌شمار می‌آید که از نظر پوشش گیاهی- جغرافیایی به ترتیب از طرف شرق و شمال‌شرقی با جنگل‌های تالش (جزء ناحیه ارو- سیبری) و از جنوب و غرب با استپ‌های ایران و تورانی دارای مرز مشترک است. دریاچه نئور در منطقه

گذار از پوشش گیاهی منطقه استپی- جنگل برگ ریز بلوط و منطقه جنگلی میانی هیرکانی و استپ‌های درمنه قرار دارد (زهری و مجنونیان، 1383). براساس داده‌های بارندگی سازمان هواشناسی، میزان میانگین سالانه بارندگی منطقه 395 میلی‌متر است که بیشتر در فصل بهار، پاییز و زمستان به‌صورت برف و باران می‌بارد. شکل (3) نمودار تغییرات دما و بارش ماهیانه استان اردبیل را نشان می‌دهد.



شکل (2): موقعیت دریاچه نئور و حوضه آبخیز آن



شکل (3): نمودار تغییرات دما و بارش ماهیانه استان اردبیل (براساس داده‌های میانگین سی سال (2005-1976)

نمونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق، به‌وسیله مغزه‌بردار روسی[18] در فصل تابستان سال 1383 هم‌زمان با حداکثر کاهش سطح آب از قسمت جنوبی دریاچه به‌مختصات 38 01'00"N 48 34'23"E برداشت شده است. طول مغزه رسوبی هشت متر است و با توجه به داده‌های سن‌سنجی، سه متر پایینی مغزه رسوبی به‌منظور بررسی تغییرات دوره دیریخبندان- هولوسن مورد مطالعه قرار گرفت. برای عملیات گرده‌شناسی، تعداد 15 نمونه با فواصل بیست سانتی متر از مغزه رسوبی نئور گرفته شد. آماده‌سازی نمونه‌های گرده به روش استاندارد مور و همکاران انجام گرفت (Moore et al., 1991). قرص‌های لیکوپودیوم برای محاسبه غلظت و شمارش گرده‌ها به نمونه‌ها افزوده شد. نمونه‌ها با استفاده از گلسیرین 80 درصد بر روی اسلاید قرار گرفتند. سپس، با میکروسکوپ نوری Leica با بزرگنمایی 500 برابر، گرده‌های گیاهی شناسایی و شمارش شدند.

تحلیل میکروسکوپی و شناسایی گرده‌های موجود در نمونه با کمک اطلس‌های گرده‌شناسی مربوط به منطقه اروپا و شمال آفریقا، انجام شد. اطلس Reille در سه جلد، اطلس Beug و همچنین کلکسیون اسلایدهای گرده‌های امروزی از جمله مراجع موجود در آزمایشگاه میکروسکوپی انستیتوی مطالعات اکولوژی و پالئواکولوژی مارسی فرانسه[19] هستند که جهت شناسایی گرده‌ها تا سطح خانواده، جنس و یا گونه استفاده شد (Reille, 1992, 1995, 1998; Beug, 2004). طی مرحله شمارش، حداقل تعداد سیصد گرده بدون احتساب گیاهان محلی نظیر خانواده بید[20] و میخک[21]، در هر لایه شمارش شد. پس از شمارش گرده‌ها، اطلاعات به‌دست آمده وارد نرم‌افزار TGView شد و نمودار گرده‌شناسی ترسیم شد.

یافته‌ها

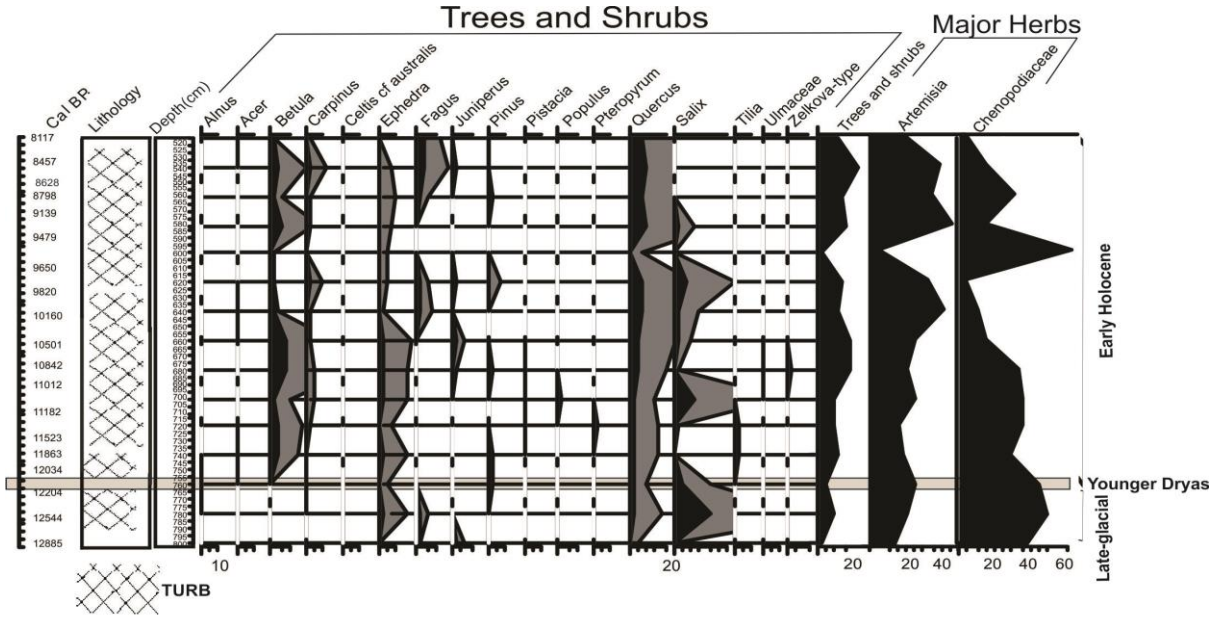
تغییرات پوشش گیاهی منطقه نئور در دوره دیریخبندان- هولوسن

گرده‌های گیاهی موجود در نمونه‌های گرفته شده از مغزه رسوبی دریاچه نئور، طی مرحله میکروسکوپی، شناسایی شدند. سپس، با شمارش انواع گرده‌های درختی، علفی و آبزی، فراوانی هر یک محاسبه شد. نام انواع گرده‌های شناسایی شده در منطقه نئور به‌ترتیب در جدول (1) با ذکر نام علمی خانواده، جنس و یا گونه نوشته شده است. در مورد گرده‌هایی که بوسیله بیش از یک گونه گیاهی تولید شد کلمه type به‌کار برده شد.

در هـر لایه نمونه‌بـرداری، حـداقل سیصـد دانه گـرده از گیاهان منطقه شمارش شدند. سپس، نمودار گرده[22] دریاچه نئور براساس فراوانی گرده‌های گیاهی به‌دست آمده در مرحله شمارش میکروسکوپی، با استفاده از نرم‌افزار TGView ترسیم شد. شکل (4) نمودار گرده دریاچه نئور را نشان می‌دهد.

جدول (1): نام علمی گیاهان شناسایی شده در رسوبات دریاچه نئور در طی دوره دیریخبندان- هولوسن

گیاهان درختی	گیاهان درختی	گیاهان علفی	گیاهان علفی (ادامه)	گیاهان علفی (ادامه)	گیاهان علفی (ادامه)	گیاهان آبزی
Acer	*Pistacia*	Apiaceae	Chenopodiaceae	*Salvia*-t.	*Mentha*-t.	Cyperaceae
Betula	*Populus*	*Artemisia*	Cichorioideae	Helianthemum	Rosaceae	*Myriophyllum*
Carpinus	*Pteropyrum*	Asteroideae	*Cousinia*	Plantaginaceae	*Theligonum*	*Sparganium*-t.
Celtis	*Quercus*	Boraginaceae	*Delphinium*-t.	Plumbaginaceae	*Veronica*- t.	*Typha*
Ephedra	*Salix*	Brasicaceae	*Ephorbia*	Poaceae	*Mentha*-t.	
Fagus	*Tilia*	Campanulaceae	Fabaceae	Polygonaceae	*Rumex*	
Juniperus	Ulmaceae	Caryophylaceae	*Galium*-t.	*P. aviculare*-t.	*Rheum ribes*	
Pinus	*Zelkova*-type	*Centaurea*	*Nitraria*	Ranunculaceae	*Thalictrum*-t.	



شکل (4): نمودار گرده دریاچه نئور

نتایج سن‌سنجی نشان داد که نمونه‌های گرفته شده از مغزه رسوبی نئور از 12885 تا 8117 سال گذشته را پوشش می‌دهد. تغییرات پوشش گیاهی در نمودار گرده طی دوره دیریخبندان و اوایل هولوسن نیز به نوعی تأییدکننده داده‌های سن‌سنجی است. جدول (2)، مشخصات نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

توضیح جدول (2): داده‌های سـن کـالیبره در ایـن پـژوهش، بـر اساس نتایج منتشر نشده سن‌سنجی به روش کربن 14 به‌وسیله علی پورمند[23] است.

مطابق نمودار گرده، مشخص شد که در منطقه نئور، گرده‌های درختی به‌طور عمده شامل ریش بز، توس[24]، بلوط[25]، راش و سروکوهی[26] هستند. گرده‌هایی مانند بید که در مجاورت آب رویش دارند، جزء گیاهان محلی هستند که در مجموع نهایی

گرده‌های گیاهان درختی مورد محاسبه قرار نگرفت. گرده‌های علفی نیز به‌طور عمده شامل خانواده‌های اسفناجیان[27]، درمنه، Cichorioideae، گندمیان، Asteroideae، چتریان و Brassicaceae است.

جدول (2): مشخصات نمونه‌های مورد مطالعه از مغزه رسوبی دریاچه نئور

شماره نمونه‌های گرفته شده برای مطالعات گرده‌شناسی	عمق (میلیمتر)	سن بر حسب سال پیش از سال 1950 میلادی(~ year Cal BP)
1	5200	8117
2	5400	8457
3	5600	8798
4	5800	9139
5	6000	9479
6	6200	9820
7	6400	10160
8	6600	10501
9	6800	10842
10	7000	11182
11	7200	11523
12	7400	11863
13	7600	12204
14	7800	12544
15	8000	12885

درصد فراوانی گرده‌های درختی نیز نشان می‌دهد که در طی دوره دیریخبندان در پوشش گیاهی منطقه نئور، از بین گرده‌های درختی، فقط گرده‌های درختچه‌ای ریش‌بز و درختان بلوط دیده می‌شوند. در این دوره، از بین گرده‌های علفی، خانواده اسفناجیان نسبت به سایر گرده‌های علفی فراوان تر است.

طی گذار از دوره دیریخبندان به هولوسن اولیه، گرده‌های درختچه‌ای و درختی مانند ریش‌بز بتدریج افزایش یافته و طی دوره سرد یانگر دریاس، دوباره کاهش یافته و پوشش گیاهی علفی در منطقه نئور جایگزین پوشش درختی شده است. بدین‌ترتیب، به‌نظر می‌رسد پس از دوره سرد یانگر دریاس، پوشش گیاهان درختی و علفی رو به افزایش بوده و نشانه‌های شروع دوره هولوسن آشکار شده است. بنابراین، براساس نمودار گرده و تغییرات پوشش گیاهی به‌دست آمده از سه متر انتهایی مغزه رسوبی نئور، به‌ترتیب دوره‌های دیریخبندان، سرد یانگر دریاس و هولوسن پیشین در منطقه نئور شناسایی شد.

در روش گرده‌شناسی، برای تفسیر و تحلیل نمودارهای گرده در ارتباط با اقلیم دیرین، براساس هدف محقق، نمایانه‌های[28] گرده‌ای در نظر گرفته می‌شود. این نمایانه‌ها از نسبت فراوانی گرده‌های گیاهی به‌دست می‌آیند و به بازسازی رخدادهای آب و هوایی منطقه کمک می‌کنند. به‌عنوان مثال، در عرض‌های میانه که عامل محدودیت رشد گیاهان به طور معمول از نوع حرارتی است، از نسبت گرده‌های درختی به علفی(AP/NAP)[29] به‌عنوان نمایانه حرارتی استفاده می‌شود، به‌طوری‌که با کاهش گرده‌های درختی و افزایش گرده‌های علفی، این نمایانه کاهش یافته و نشان می‌دهد که اقلیم سردتر شده است. همچنین، با افزایش نمایانه، مشخص می‌شود که اقلیم منطقه گرم‌تر بوده است و گرده‌های درختی توانسته‌اند در عرض‌های میانه افزایش یابند.

در ایران، بسته به موقعیت جغرافیایی و ارتفاع، عامل محدودکننده رشد گیاهان می‌تواند تلفیقی از دو عامل رطوبتی و حرارتی باشد. به‌همین دلیل، در مطالعات دیرین اقلیم‌شناسی باید نمایانه رطوبتی یا حرارتی مناسب تعریف شود. اِل موسیلمانی در سال 1987، از نسبت گرده‌های خانواده اسفناجیان به درمنه (C/A)[30] به‌عنوان نمایانه معرف تغییرات رطوبتی در نمودارهای گرده‌شناسی مناطق نیمه‌خشک آسیای جنوب‌غربی استفاده نمود. با افزایش نسبت (C/A)، وجود فازهای خشکی در منطقه

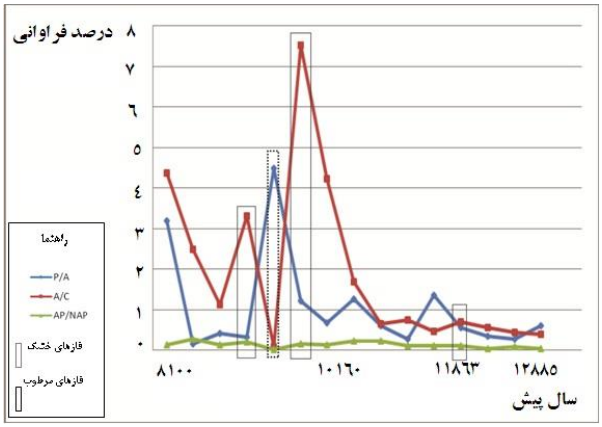
شناسایی شده است، زیرا گیاهان خانواده اسفناجیان نسبت به درمنه، برای رشد و نمو، به آب کمتری احتیاج دارند و با کاهش بارش از میزان گرده‌های درمنه کاسته می‌شود و این نسبت افزایش می‌یابد (El-Moslimany, 1987).

Djamali و همکاران در تحلیل پوشش گیاهی و خشکی در دریاچه مهارلو بر این باورند که به‌کارگیری نسبت گرده‌های خانواده اسفناجیان نسبت به درمنه (C/A) در منطقه مهارلو به‌عنوان نمایانه رطوبتی، مناسب نمی‌باشد، زیرا تحت شرایط اقلیمی یکسان، نیازهای خاک برای این دو گونه متفاوت است و خانواده گیاهی اسفناجیان نمایانه بهتری از شورتر بودن خاک هستند. بنابراین، در بررسی خشکی دریاچه مهارلو، مقادیر بزرگ‌تر نمایانه گرده‌های خانواده اسفناجیان نسبت به درمنه (C/A)، نمی‌تواند دلیل خشکی منطقه باشد. از این‌رو در منطقه زاگرس، از نسبت گرده‌های خانواده گندمیان به درمنه (P/A)[31] به‌عنوان نمایانه رطوبتی محیط استفاده شده است. بررسی نمایانه درمنه به اسفناجیان (A/C)[32] به‌عنوان نمایانه خشکی، زمانی پیشنهاد می‌شود که تشخیص بین گروه‌های خانواده اسفناجیان امکان‌پذیر باشد و یا این اطمینان وجود داشته باشد که منطقه، زهکشی خوبی دارد و گونه‌های شورپسند جزء گونه‌های محلی رویش یافته در منطقه نیستند (Djamali et al., 2008).

بر اساس فراوانی گرده‌های اسفناجیان در نمودار گرده دریاچه نئور، به‌نظر می‌رسد گرده‌های اسفناجیان جزء گونه‌های غیرمحلی در منطقه باشند و به‌همین دلیل، درصد فراوانی گرده‌های این خانواده در محاسبه مجموع گرده‌ها در نظر گرفته شد. بنابراین، می‌توان از نمایانه درمنه به اسفناجیان به‌عنوان نمایانه خشکی برای منطقه نئور استفاده کرد.

نسبت خانواده گندمیان به درمنه (P/A) و نسبت گرده‌های درختی به علفی (AP/NAP) از دیگر نمایانه‌های رطوبتی محاسبه شده برای منطقه نئور است. محاسبه این دو نمایانه رطوبتی به همراه نمایانه نسبت خانواده درمنه به اسفناجیان (A/C) می‌تواند نماینده خوبی برای تفسیر و بازسازی تغییرات شرایط محیطی منطقه نئور در اوایل دوره هولوسن باشند. شکل (5)، فازهای رطوبتی را نشان می‌دهد.

در حوضه دریاچه نئور، حدود 12800 سال پیش، یعنی هم‌زمان با دوره دیریخبندان نسبت فراوانی گرده‌های درختی به علفی (AP/NAP)، ناچیز بوده است. سپس، در طی دوره دیریخبندان، بتدریج با افزایش گرده‌های درختچه‌ای مانند ریش بز، نمایانه گرده‌های درختی به علفی افزایش یافته است. در پایان دوره دیریخبندان با کاهش گرده‌های درختی، شروع دوره سرد یانگر دریاس را می‌توان شناسایی کرد. در این زمان، نسبت گرده‌های درختی به علفی به‌ویژه گرده‌های بلوط به کمترین مقدار رسیده است. نسبت دو نمایانه گرده‌های گندمیان به درمنه و گرده‌های درمنه به اسفناجیان به مقدار اندکی افزایش نشان می‌دهد، اما به‌دلیل مقدار کم درصد فراوانی، تفسیر این تغییرات نیاز به مطالعه با تفکیک بالاتر دارد.



شکل (5): فازهای خشک و مرطوب با مقایسه سه نمایانه رطوبتی شامل نسبت گرده‌های خانواده گندمیان به درمنه(P/A)، نسبت خانواده درمنه به اسفناجیان (A/C) و نسبت گرده‌های درختی به علفی (AP/NAP)

از روی تغییرات سه نمایانه گرده‌ای منطقه نئور می‌توان وجود سه دوره یا فاز رطوبتی مشخص طی دوره هولوسن پیشین را شناسایی کرد. طی هولوسن پیشین در حدود 9800 سال پیش، هم‌زمان با افزایش نمایانه درختی به غیردرختی، بیشینه مقدار نمایانه درمنه به اسفناجیان نیز رخ داد. نمایانه گرده‌های خانواده گندمیان به درمنه نیز در این زمان به آرامی افزایش یافته است. بنابراین، به‌نظر می‌رسد در این زمان در منطقه نئور فاز مرطوب‌تری وجود داشته است. سپس، در حدود 9400 سال پیش، کاهش هم‌زمان دو نمایانه درختی به غیردرختی و درمنه به اسفناجیان نشان‌دهنده حذف پوشش درختی و جایگزینی پوشش علفی به‌طور عمده از خانواده اسفناجیان است. فراوانی خانواده درمنه در این زمان به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاسته شده است. احتمالاً حدود 9500 سال پیش، هم‌زمان با کاهش گرده‌های درختی و درمنه و غالب بودن پوشش اسفناجیان، بارش کاهش یافته و فاز خشک در منطقه نئور رخ داده است. با وجود این،

نسبت خانواده گندمیان به درمنه افزایش یافته است که شاید دلیل این تناقض مربوط به بالا بودن سهم گرده‌های گندمیان با اندازه کمتر از 30 میکرون در منطقه نئور باشد. بین 8000 تا 9000 سال پیش با افزایش گرده‌های درختی مانند بلوط و گرده‌های علفی مانند درمنه، دوباره وجود فاز مرطوب در حوضه نئور قابل استنباط است.

مقایسه تغییرات پوشش گیاهی منطقه نئور با سایر مناطق شمال‌غرب ایران

مقایسه پژوهش‌های انجام شده بر روی دریاچه‌های شمال‌غرب آسیای جنوب‌غربی مانند دریاچه‌های زریوار، میرآباد، نیلوفر، ارومیه و دریاچه وان ترکیه به‌وسیله Wasylikowa و همکاران نشان دادند که شباهت‌هایی بین تغییرات پوشش گیاهی این دریاچه‌ها وجود دارد. با مقایسه تغییرات پوشش گیاهی منطقه نئور با نتایج به‌دست آمده از سایر مناطق شمال‌غرب آسیای جنوب‌غربی مشخص شد که در تمام این مناطق می‌توان وجود، سه دوره دیریخبندان، مرحله گذار از دوره دیریخبندان به دوره هولوسن و دوره هولوسن را شناسایی کرد. با وجود این، از نظر سنی هماهنگی کامل بین دوره‌ها در مناطق مختلف وجود ندارد. تحقیقات نشان داده است که تاریخچه پوشش گیاهی مشابهی طی دوره دیریخبندان و هولوسن در دریاچه وان و زریوار وجود داشته است. رکورد گرده در مرحله دیریخبندان در دریاچه وان با دریاچه زریوار متفاوت بود و در منطقه وان گرده‌های درختچه‌ای ریش‌بز که می‌تواند نشانه شرایط خشکی مرحله دیریخبندان باشد، حضور چشمگیر داشتند. اما در نمودار گرده دریاچه زریوار در دوره دیریخبندان این وضعیت مشاهده نشده است (Wasylikowa et al., 2008).

براساس نمودار گرده منطقه نئور، مشابه منطقه وان ترکیه، حضور درختچه ریش‌بز در طی دوره دیریخبندان قابل توجه است. به‌همین دلیل، شاید بتوان وجود درختچه ریش‌بز در این زمان را به شرایط خشکی این منطقه نسبت داد. همچنین، نمودار گرده نشان می‌دهد که پوشش گیاهی منطقه نئور طی دوره دیر یخبندان از نوع استپی با فراوانی گرده‌های علفی اسفناجیان و درمنه بوده است، در حالی‌که مطالعات Wasylikowa و همکاران در شمال‌غرب ایران نشان داد که در دوره دیریخبندان در پوشش علفی استپ‌های شمال‌غرب ایران، گونه درمنه کاهش یافته است. بر اساس پژوهش‌های انجام شده در دریاچه‌های شمال‌غرب ایران، دوره دیریخبندان در شمال‌غرب کشور به‌ویژه در دریاچه‌های ارومیه و زریوار از حدود 15400 تا 12600، دوره سرد یانگر دریاس در بازه زمانی حدود 12800 تا 11600 و شروع دوره هولوسن پس از پایان دوره سرد یانگر دریاس در حدود 11600 سال پیش رخ داده است. سپس، با شروع گسترش درختان از حدود 6500 سال پیش، دوره هولوسن پیشین به پایان رسید و دوره هولوسن میانی شروع شد. تعیین دوره‌های مختلف از نظر سنی به‌طور دقیق امکان‌پذیر نیست. برای مثال، پژوهشگران با مقایسه سن‌سنجی رادیوکربنی دوره دیریخبندان در دریاچه زریوار با سن‌سنجی وارو[33] در دریاچه وان ترکیه به این نتیجه رسیدند که گسترش پوشش درختان در منطقه وان ترکیه چندین هزار سال پس از دریاچه زریوار رخ داده است و دوره دیریخبندان در منطقه وان هم‌زمان با دوره هولوسن پیشین در زریوار بوده است (Wasylikowa et al., 2008). بنابراین، مسئله اساسی در مقایسه تغییرات پوشش گیاهی دریاچه‌های مختلف، تعیین تفاوت سن‌سنجی است و به‌همین دلیل تعیین سن دقیق دوره‌ها مشکل و گاهی غیرممکن است.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه دیرین اقلیم‌شناسی ایران به روش‌های مختلف در شمال‌غرب ایران و جنوب‌غرب آسیا توانسته است وقوع رویدادهای اقلیمی مانند فازهای خشک و مرطوب یا سرد و گرم را در دوره کواترنری شناسایی کند، اما هنوز بحث بر سر تعیین سن و جهت تغییرات بر جای خود باقی است.

در این پژوهش با مطالعه موردی دریاچه نئور واقع در شمال‌غرب ایران، تلاش شد تا تغییرات آب و هوایی دیرین منطقه شناسایی شود. برای این منظور، ابتدا تغییرات پوشش گیاهی در طی گذار از دوره دیریخبندان به هولوسن با مطالعه گرده‌های رسوبات دریاچه نئور مورد بررسی قرار گرفت. سپس، با تفسیر نمودار گرده به‌دست آمده از دریاچه نئور، دوره‌های آب و هوایی شامل دوره دیر یخبندان، دوره سرد یانگر دریاس و هولوسن پیشین تعیین شدند.

با محاسبه نمایانه‌های گرده در منطقه نئور مانند نسبت خانواده گندمیان به درمنه (P/A)، درمنه به اسفناجیان (A/C) و گرده‌های درختی به علفی (AP/NAP)، به‌نظر می‌رسد که طی هولوسن اولیه، دو فاز مرطوب و همچنین یک فاز خشک، روی

داده باشد. فاز مرطوب در منطقه نئور با افزایش پوشش گیاهی از نوع جنگلی- استپی و فراوانی گیاه درمنه همراه است.

مطالعه موردی دریاچه نئور در شمال‌غرب ایران به روش گرده‌شناسی، توانایی این روش را در یافتن نمایانه‌های مطالعه آب و هوای دیرین به اثبات رساند. در این پژوهش، با بررسی پیشینه تحقیقات در زمینه اقلیم‌شناسی دیرین و تغییر آب و هوای ایران و همچنین با محاسبه نمایانه‌های اقلیمی- رطوبتی برای منطقه نئور تلاش شد تا ضمن بازسازی آب و هوای دیرین، تغییرات رطوبتی در دوره هولوسن پیشین در منطقه شناسایی شود. به‌نظر می‌رسد، ادامه مطالعه با تفکیک بالاتر بتواند در تفسیر این تغییرها راهگشا باشد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق بدون همکاری استادان محترم موسسه تحقیقات اکولوژی و دیرین اقلیم‌شناسی مدیترانه فرانسه (IMEP)، آقایان دکتر جمالی، دکتر پونل و خانم دکتر ولری پونل، و آقای دکتر پورمند عضو هیئت علمی دانشگاه میامی آمریکا و مساعدت موسسه ملی اقیانوس‌شناسی (INIO) امکان‌پذیر نبود. بدین‌وسیله، از همکاری این بزرگواران در انجام پژوهش حاضر قدردانی می‌کنم. همچنین، از آقایان دکتر آخانی، دکتر یمانی و دکتر مقصودی اعضای محترم هیئت علمی دانشگاه تهران به‌دلیل همکاری در انجام این تحقیق صمیمانه تشکر می‌نمایم.

یادداشت‌ها

1. Palynology
2. Multy proxy
3. Excentricity
4. Obliquity
5. Precession
6. Ephedra
7. Artemisia
8. Pistachio and oak
9. Castanea
10. Fagus
11. Early Holocene
12. Event of 8.2ka
13. Climatic Optimum
14. Medieval Warm Period
15. Late-glacial
16. Middle and late Holocene
17. Plantago lanceolata-type
18. Russian corer
19. Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (IMEP, UMR 6116 CNRS) situated at Arbois (Aix-en-Provence, France).
20. Salix
21. Caryophylaceae
22. Pollen diagram
23. Dr. Ali Pourmand, Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science, Division of Marine Geology and Geophysics, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, Florida 33149, USA.
24. Betula
25. Quercus
26. Juniperus
27. Chenopodiaceae
28. Indicators
29. Arboreal Pollen/ None Arboreal Pollen ratio (AP/NAP)
30. Chenopodiaceae/ Artemisia ratio (C/A)
31. Poaceae (>30Mm)/ Artemisia ratio (P/A)
32. Artemisia/ Chenopodiaceae ratio (A/C)
33. Varve dating

فهرست منابع

رمضانی کاکرودی، ا. 1387. بررسی پالینولوژیک (گرده‌شناسی) تحول جنگل‌های خزری در هولوسن و کاربردهای جنگل‌شناسی آن (مطالعه موردی: جنگل‌های ماشالک نوشهر)، پایان‌نامه دکتری، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران.

زهری، م. و مجنونیان (مترجم). 1383. درباره ساختار ژئوبوتانیکی ایران، دایره سبز، چاپ اول، 87 صفحه.

سازمان محیط‌زیست. 1378. مطالعه جامع اکوسیستم حساس دریاچه نئور، گزارش زمستان.

قویدل سیوکی. 1371. مبانی پالینولوژی، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، 120 صفحه.

نژادستاری، ط. 1357. مطالعه سیستماتیک جلبک‌های دریاچه نئور، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

Alley, R. B.; Mayewski, P. A.; Sowers, T.; Stuiver, M.; Taylor, K. C., & Clark, P. U. 1997. Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8,200 years ago. Geology 25: 483-486.

Berger, W. H. 1994. Quaternary fourier stratigraphy; orbital templates and Milankovitch anomalies,Math. Geol. 26, 769-781.

Beug, H. J. 2004. Atlas: Leitfaden der Pollenbestimmung fur Mitteleuropa und angrenzende Gebiete, published by verlag Dr Friedrich pfeil, ISBN 3-89937-043-0, Gottingen.

Cuffey, K. M. & Clow, G. D. 1997. Temperature, accumulation, and ice sheet elevation in central Greenland through the last deglacial transition. Journal of Geophysical Research 102: 26383-26396.

Davis, B. A. S; Brewer, S.; Stevenson, A. C. & Guiot, J. 2003. The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data, Quaternary Science Reviews 22, 1701-1716.

Djamali, M.; de Beaulieu, J-L; Shah- Hosseini, M.; Andrieu- Ponel, V.; Ponel, P.; Amini, A.; Akhani, H.; Leroy A.S.; Stevens, L.; Alizadeh, H. & Brewer, S. 2008. A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia, NW Iran. Quat Res 69:413–420.

El- Moslimany, A. P.1987. The Late Pleistocene climates of the Lake Zeribar region, Vegetation 72, 131-139, Dr W. Junk Publishers, Dordrecht - Printed in the Netherlands.

Kehl, M. 2009. Quaternary climate change in Iran, Erdkonde, Vol 63, N1, PP 1-17.

Moore, P. D.; Webb, J. A. & Collinson, M. E. 1991. Pollen Analysis, Second edition, Oxford, Blackwell.

Reille, M. 1992. Pollen et Spores D'Europe et D'Afrique du Nord, Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, Marseille, France, ISBN 2-9507175-0-0.

Reille, M. 1995. Pollen et Spores D'Europe et D'Afrique du Nord, Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, BOITE 451, 13397 Marseille cedex 20, France,Supplement 1.

Reille, M. 1998. Pollen et Spores D'Europe et D'Afrique du Nord, Laboratoire de Botanique historique et Palynologie,BOITE 451, 13397 Marseille cedex 20, France,Supplement 2.

Van Zeist, W. & Bottema, S. 1977. Palynological investigations in Iran. Palaeohistoria 19, 19-85.

Van Zeist, W. & Wright, H. E. 1963. Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, science 140, 65-67.

Wasylikowa, K. & Witkowski, A. 2008. Diatom Monographs, Vol.8, The palaeoecology of Lake Zeribar and surrounding areas; Western Iran; during the last 48000 years, A.R.G. Gantner Verlag K.G., Koeltz Science books, Germany, ISBN-13978-3-906166-55-1.

Wick, L.; Lemke, G. & Sturm, M. 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey, The Holocene, 13, 665-675.

Yazvenko, S. B. 1994. Holocene pollen record from a peat land in the west Caucasus, Abkhazia, Blake Sea Region, Journal of pale limnology, 12, page 65-74, printed in Belgium.