

بازسازی پالینولوژیک ۱۵۰۰ سال تاریخچه پوشش گیاهی ویسر در شمال ایران*

دریافت: ۱۳۹۲/۳/۴ | پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۵

معصومه خاکپور سیبج: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه

الیاس رمضانی✉: استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه [e.ramezani@urmia.ac.ir (elias.ramezani@gmail.com)]

علی اصغر ثیاب قدسی: استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه

حبیب زارع: استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، باغ گیاه‌شناسی نوشهر

هانس یوستن: استاد گروه پالئوآکولوژی و مطالعات توربزار، انستیتو گیاه‌شناسی و لنداسکیپ اکولوژی، دانشگاه گرایفسوالد، آلمان

چکیده

در این پژوهش، تغییرات پوشش گیاهی ویسر (منطقه کجور، مازندران) در اواخر هولوسن با کمک پالینولوژی (گرده‌شناسی) و تعیین سن به روش رادیوکربن، بازسازی و نقش آب و هوا و فعالیت انسان در این تغییرات بررسی می‌شود. نمودار گرده ویسر نشان می‌دهد که در طول حدود ۱۵۰۰ سال گذشته، توسکا همواره در منطقه مورد مطالعه وجود داشته است. برخلاف توسکا، لرگ کاهش چشمگیری را در حدود ۹۰۰ سال پیش نشان می‌دهد و پس از آن به تدریج از پوشش گیاهی اطراف توربزار ناپدید می‌شود. به نظر می‌رسد که کاهش لرگ با پدیده آب و هوایی موسوم به بی‌نظمی اقلیمی سده‌های میانی در ارتباط باشد که آب و هوایی گرم‌تر و پرباران‌تر را برای حدود ۱۰۰۰ سال پیش برای شمال کشور پیشنهاد می‌کند. درختان مهم جنگلی بویژه راش و ممرز نقش مهمی در ترکیب پوشش جنگلی منطقه در کل زمان مورد بررسی به خود اختصاص می‌دهند؛ هرچند، در پی تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسان، تغییرات چشمگیری در فراوانی آن‌ها در طول زمان دیده می‌شود. مهمترین نشانه‌های دخالت انسان در اکوسیستم اولیه و تغییر کاربری زمین در منطقه ویسر، وجود گرده‌های درختان میوه (گردو و فندق)، مقادیر چشمگیر خرده‌های زغال، کاهش قابل توجه گرده درختان جنگلی و افزایش گرده گونه‌های علفی است. ویژگی‌های رسوبی و داده‌های حاصل از سنجش حساسیت مغناطیسی مغزه ویسر حاکی از وقوع فرسایش در اطراف توربزار ویسر است که با توجه به حضور دیرینه انسان می‌توان آن را نشانگر افزایش فعالیت انسان در منطقه دانست. وجود قبرهای قدیمی در روستای ویسر نشانه‌ای دیگر از حضور دراز مدت انسان در منطقه ویسر است.

واژه‌های کلیدی: آب و هوای گذشته، جنگل‌های هیرکانی، گرده‌شناسی، هولوسن

Palynological reconstruction of 1500 years of vegetation history of Veisar (N Iran)

Received: 25.05.2013/ Accepted: 06.11.2013

Masoumeh Khakpour Saej: MSc graduated in Geology, Urmia University, Urmia, Iran

Elias Ramezani✉: Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran [e.ramezani@urmia.ac.ir (elias.ramezani@gmail.com)]

Ali Aaghar Siyah Ghodsy: Assistant Prof., Department of Geology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

Habib Zare: Assistant Prof., Research Centre of Agriculture and Natural Resources, Botanical Garden of Nowshahr, Iran

Hans Joosten: Prof., Department of Peatland Studies and Palaeoecology, Institute of Botany and Landscape Ecology, EMA University of Greifswald, Germany

Summary

Pollen analysis and AMS radiocarbon dating of a short sediment core from a mire in Veisar (Mazandaran province, N Iran) reveals the late-Holocene vegetation history of the area. High pollen values suggest that Caucasian alder (*Alnus subcordata*) has been present in the vicinity of the mire throughout the record. Wingnut (*Pterocarya fraxinifolia*), which was previously abundantly present, shows a dramatic decline around 900 BP and gradually disappears thereafter. Being also present in other palynological studies from the central Hyrcanian forests as well as from western Georgia, the *Pterocarya* decline might be attributed to a regional climate change, synchronous with the Mediaeval Climatic Anomaly. The high values of beech (FAGUS), hornbeam (CARPINUS), oak (QUERCUS) and elm (ULMUS) pollen imply the presence of species-rich forest on the slopes surrounding the study area over the past 1500 years. The occurrence of anthropogenic pollen grains, e.g. JUGLANS and CORYLUS, suggests long-term human impact in the region, whereas high values of ARTEMISIA and CHENOPODIACEAE AND AMARANTHACEAE pollen indicate open vegetation on or in the immediate vicinity of the peatland.

Keywords: Holocene, Hyrcanian forest, paleoclimate, pollen

* بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر الیاس رمضانی و دکتر علی اصغر ثیاب‌قدسی ارائه شده به دانشکده علوم دانشگاه ارومیه

مقدمه

می‌گردد. در این بررسی‌ها، تغییر در فراوانی گرده‌های درختان کاشته شده، همزمان با وقایع تاریخی مهم چون پیدایش، شکوفایی و یا پایان امپراطوری‌های بزرگ است (Djamali et al. 2011).

در چند سال اخیر، امکان بازسازی پالینولوژیک تاریخچه پوشش گیاهی بخشی از جنگل‌های هیرکانی در اواخر هولوسن با بررسی چند تورب‌زار در مناطق جلگه‌ای و کوهستانی در بخش‌های مرکزی البرز، فراهم آمده است. این بررسی‌ها، هم‌چنین نشانه‌هایی از تاثیر آب و هوا و نقش انسان را در تغییرات پوشش گیاهی منطقه در چند هزار سال گذشته نشان داده‌اند (Ramezani et al. 2008). بازسازی تاریخچه پوشش گیاهی یک منطقه به کمک پالینولوژی، در گرو درک درستی از چگونگی نمایش ترکیب پوشش گیاهی در اجتماعات گرده‌ایست (Ramezani et al. 2013). در شمال کشور، نخستین پژوهش در خصوص بررسی رابطه بین فراوانی گیاهان در جامعه گیاهی و فراوانی گرده‌ها در اجتماعات گرده‌ای امروزی، با هدف تفسیر بهتر اجتماعات گرده‌ای فسیل و بازسازی محیط زیست گذشته، به وسیله جمالی و همکاران در جنگل‌های پارک ملی گلستان انجام شد (Djamali et al. 2008b). در پژوهشی دیگر در بخش مرکزی جنگل‌های هیرکانی، روابط بین گرده‌ها و گیاهان تولیدکننده آن‌ها با روش‌های رگرسیون خطی و توصیفی در امتداد یک ترانسکت ارتفاعی بررسی و تولید و انتشار گرده در گیاهان مهم منطقه برآورد شد (Ramezani et al. 2013).

افزون بر این، پژوهش‌هایی روی رسوبات دریایی و تالابی، با هدف بررسی نوسانات سطح آب دریای خزر انجام شده است. کازانجه و همکاران (Kazancı et al. 2004) با مطالعه لایه‌های رسوبی تالاب (مرداب) انزلی (در استان گیلان)، پیشروی‌های دراز مدت دریای خزر را طی چند هزار سال اخیر بازسازی کرده‌اند. آن‌ها از روی رسوبات غیردریایی (خشکی)، بویژه یک کمپلکس بادرفت-خاک، به این نتیجه رسیدند که یک اقلیم خشک و بادی در ۱۰،۰۰۰-۸،۰۰۰ سال پیش در منطقه حکمفرما بود. لاهیجانی و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه ژئوفیزیکی (بررسی اندازه ذرات، محتوای مواد آلی و کربنات، محتوای فسیل و روش رادیومتری) چند مغزه در سواحل بخش مرکزی گیلان و شرق مازندران، تغییرات ساحل دریا را در ۲۵۰۰ سال اخیر بازسازی کردند. در این پژوهش، سه مرحله تراز بالای آب (highstand) در ۲۵۰۰، ۹۰۰ و ۵۰۰ سال پیش (منظور پیش از BP است؛ رجوع شود به بخش نتیجه، زیربخش تعیین سن)

گرده‌شناسی، مطالعه علمی دانه‌های گرده گیاهان و سایر پالینومورف‌ها با هدف بازسازی تاریخچه پوشش گیاهی و محیط زیست گذشته است. گرده‌شناسی، هم‌چنین کاربرد گسترده‌ای در رده‌بندی گیاهی، ژنتیک و تکامل، زمین‌شناسی، باستان‌شناسی، بررسی تغییرات آب و هوای گذشته، بررسی تاثیر فعالیت‌های انسان بر پوشش گیاهی و حتی علوم قضایی، آلرژی‌شناسی و مطالعه عسل دارد (Fægri & Iversen 1989, Moore et al. 1991).

پژوهش‌های گرده‌شناسی کواترنری در ایران به طور عمده در غرب و شمال‌غرب کشور و بویژه روی رسوبات دریاچه زریبار (زریوار) در کردستان و دریاچه ارومیه در شمال غربی ایران انجام شده است. کهن‌ترین یافته گرده‌ای ایران از بررسی رسوبات دریاچه ارومیه به دست آمده که تغییرات پوشش گیاهی شمال‌غربی ایران را در ۲۰۰،۰۰۰ سال گذشته نشان می‌دهد. بر پایه این پژوهش، در «دوره‌های بین یخبندان» پوشش‌های درختچه‌ای و درختی و در «دوره‌های یخبندان» پوشش‌های استپی در بلندی‌های پیرامون دریاچه ارومیه گسترش داشته‌اند (Djamali et al. 2008a). دریاچه زریبار از دیگر سایت‌های کلیدی در خاورمیانه است که امکان بازسازی تغییرات پوشش گیاهی و آب و هوایی غرب کشور را در ۵۰،۰۰۰ سال گذشته فراهم آورده است (Wasylikowa 2008). این بررسی‌ها نشان می‌دهد که در انتهای پلیستوسن، کوه‌های زاگرس به طور عمده از درمنه (*Artemisia*) و اسفناجیان (*Chenopodiaceae*) پوشیده شده بود که نشانگر پوشش گیاهی نیمه‌بیابانی و آب و هوای خشک و سرد است. با آغاز هولوسن و گرم و مرطوبتر شدن هوا، گندمیان (*Poaceae*) جایگزین درمنه و اسفناجیان شده و درختانی همچون پسته، افرا و بلوط به تدریج به منطقه مهاجرت کردند. در منطقه زاگرس، رژیم آب و هوایی کنونی از میانه‌های هولوسن (۶۰۰۰-۵۵۰۰ سال پیش) حاکم گشته و جنگل‌های زاگرس از آن زمان مستقر شده‌اند (van Zeist & Wright 1963, van Zeist & Bottema 1977).

در پهنه زاگرس پژوهش‌های گرده‌شناسی دیگری هم انجام شده که بر دانش ما در زمینه فعالیت‌های انسان و تحولات فرهنگی و تاریخی گذشته افزوده‌اند. براساس نمودار گرده‌ای دریاچه مهارلو در استان فارس، آغاز کاشت گردو به ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد و چنار به ۱۹۰۰ سال پیش از میلاد بر می‌گردد (Djamali et al. 2009)؛ درحالی‌که در نمودار گرده‌ای آلمالو (در دامنه‌های شرقی کوه‌های سهند در آذربایجان شرقی)، آغاز کاشت درخت گردو به ۲۰۰۰ سال پیش (دوره پارت‌ها) باز

همچون آزاد (*Zelkova carpinifolia*)، راش (*Fagus orientalis*)، ممرز (*Carpinus betulus*)، توسکا (*Alnus subcordata*)، اوری (*Quercus macranthera*)، لور (*Carpinus orientalis*)، گلابی (*Acer campestre*)، گیلاس وحشی (*Cerasus avium*)، آن جنگلی (*Pyrus boissieriana*) و بارانک (*Sorbus torminalis*) آن را احاطه کرده‌اند. در بخش‌های شرقی و جنوب‌شرقی تورب‌زار مورد بررسی نیز توده‌های کوچکی از درختچه سوزنی‌برگ و همیشه‌سبز پیرو (*Juniperus communis ssp. hemisphaerica*) مشاهده می‌شود (شکل ۱).

فهرست گیاهانی که در سطح و یا حاشیه تورب‌زار ویسر می‌رویند در جدول ۱ آورده شده است. امروزه این تورب‌زار تحت چرای شدید دام‌های اهلی روستاییان قرار دارد. در حاشیه تورب‌زار و باغ‌های اطراف نیز فندق (*Corylus avellana*)، گردو (*Juglans regia*)، سیب (*Malus orientalis* CV.) و گلابی (*Pyrus communis* CV.) مشاهده شد.

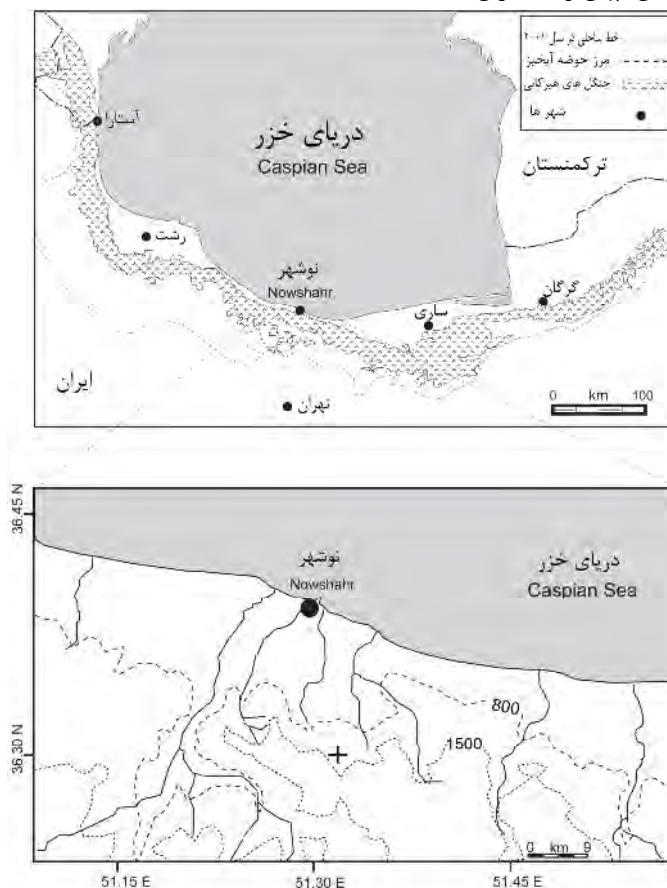
شناسایی شد که آب دریای خزر به ترتیب در سطح ۲۲-، ۲۴- و ۲۵- متر قرار داشته است (Lahijani et al. 2009).

هدف از پژوهش پیش‌رو، بازسازی تاریخچه پوشش گیاهی منطقه ویسر در اواخر هولوسن با کمک گرده‌شناسی است. همچنین، نقش آب و هوا در تغییرات پوشش گیاهی و نشانه‌های فعالیت انسان در ۱۵۰۰ سال اخیر در منطقه ویسر بررسی می‌شود.

روش بررسی

- منطقه مورد مطالعه

تورب‌زار ویسر (N 36° 27' 31"; E 51° 32' 34") در ارتفاع ۱۴۷۵ متر از سطح دریا، در روستای ویسر (منطقه کجور، استان مازندران) در فاصله ۳۵ کیلومتری جنوب شهرستان نوشهر واقع شده است (شکل ۱). مساحت این تورب‌زار در حدود ۲-۳ هکتار است که در دشتی مسطح قرار گرفته و زمین‌های کشاورزی و کوه‌های پوشیده از درختان پهن‌برگ خزان‌کننده



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه. بالا: انتشار جغرافیایی جنگل‌های هیرکانی در شمال ایران؛ پایین: تورب‌زار ویسر (+) و موقعیت آن نسبت به شهرستان نوشهر. مرز جنگل از پردازش موزاییک تصاویر سنجنده ETM+ از ناحیه خزری به دست آمد. خطوط میزان با استفاده از مدل رقومی ارتفاع داده‌های SRTM با اندازه سلول ۹۰ متر استخراج گردید.

Fig. 1. Distribution of the Hyrcanian forests in northern Iran (above); Veisar mire (+) and its location relative to Nowshahr (below). Forest boundary map is based on Caspian ETM+ mosaiced images. Counter lines were created using SRTM 90 m digital elevation model (DEM).

جدول ۱- گیاهان سطح و حاشیه توربزار ویسر (هشت آرایه اول، فراوانترین گیاهان سطح توربزار را تشکیل می‌دهند).

ردیف	نام علمی گیاه	ردیف	نام علمی گیاه	ردیف	نام علمی گیاه
۱	<i>Trifolium repens</i>	۱۳	<i>Erigeron caucasicus</i>	۲۵	<i>Salix alba</i>
۲	<i>Poa</i> sp.	۱۴	<i>Verbena officinalis</i>	۲۶	<i>Chenopodium album</i>
۳	<i>Lolium perenne</i>	۱۵	<i>Juncus</i> sp.	۲۷	<i>Nasturtium officinale</i>
۴	<i>Plantago major</i>	۱۶	<i>Plantago lanceolata</i>	۲۸	<i>Lotus corniculatus</i>
۵	<i>Prunella vulgaris</i>	۱۷	<i>Potentilla reptans</i>	۲۹	<i>Marrubium vulgare</i>
۶	<i>Mentha aquatica</i>	۱۸	<i>Lythrum salicaria</i>	۳۰	<i>Mentha longifolia</i>
۷	<i>Cynodon dactylon</i>	۱۹	<i>Salix</i> cf. <i>aegyptiaca</i>	۳۱	<i>Rumex sanguineus</i>
۸	<i>Carex</i> spp.	۲۰	<i>Rosa</i> sp.	۳۲	<i>Urtica dioica</i>
۹	<i>Taraxacum officinalis</i>	۲۱	<i>Populus nigra</i> (Planted)	۳۳	<i>Hypericum</i> cf. <i>hyssopifolium</i>
۱۰	<i>Cirsium hygrophyllum</i>	۲۲	<i>Epilobium hirsutum</i>		
۱۱	<i>Stachys byzantina</i>	۲۳	<i>Rubus caesius</i>		
۱۲	<i>Centaurea iberica</i>	۲۴	<i>Veronica</i> sp.		

- شمارش گرده و ترسیم نمودار گرده

برای آنالیز گرده، برای هر عمق اسلایدهای میکروسکوپی تهیه و با استفاده از میکروسکپ نوری الپوس مدل BX41 (بزرگنمایی ۴۰۰ برابر) محتوای گرده، هاگ و پالینومورف‌های غیرگرده‌ای (مانند بقایای قارچی) در هر عمق شمرده شد.

به منظور متمایز کردن گرده‌های فسیل از آرایه‌های

گیاهی، تیپ‌های مورفولوژیک گرده در متن با SMALL CAPITAL نشان داده شده‌اند (Joosten & de Klerk 2002). برای شناسایی گرده‌ها و هاگ‌های متداول از منابع زیر استفاده شد: جلد‌های ۸-۱ فلور گرده‌ای شمال غربی اروپا (NEPF) (Punt 1976؛ Punt & Clarke 1980, 1981, 1984؛ Punt et al. 1988, 1995, 2003؛ Beug 2004؛ Moore et al. 1991؛ Punt & Blackmore 1991) و اسلایدهای میکروسکوپی مرجع (Reference slides) در گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه.

به منظور محاسبه تراکم یا غلظت گرده (pollen concentration) قرص‌های لیکوپودیوم (Lycopodium tablets) به نمونه‌ها افزوده شد (Stockmarr 1971). در این روش که به روش نشانگر خارجی (Exotic Marker Technique) معروف است، تعداد مشخصی نشانگر (مثلاً هاگ‌های لیکوپودیوم یا گرده اکالیپتوس) قبل از تیمار اسید کلریدریک به نمونه‌ها افزوده و در هنگام شمارش گرده‌های موجود در نمونه به همراه آن‌ها شمرده می‌شود (رمضانی ۱۳۸۷).

محاسبه و نمایش داده‌های گرده‌شناسی، به کمک نرم‌افزار (Grimm 2011) *Tilia*, ver. 1.7.16 انجام شد. در نمودار

نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به منطقه مورد بررسی، ایستگاه هواشناسی نوشهر است که میانگین درازمدت پارامترهای آب و هوایی را به شرح زیر گزارش می‌کند: میانگین بارش سالیانه ۱۳۱۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه $16/1^{\circ}C$ و میانگین سردترین (بهمن) و گرم‌ترین (مرداد) ماه سال به ترتیب ۲/۳ و ۲۹/۲ درجه سلسیوس.

- مغزه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌های پالینولوژیک

با کمک دستگاه مغزه‌گیر روسی (Russian chamber corer) (طول ۵۰ سانتی‌متر و عرض ۵ سانتی‌متر) دو مغزه یک متری، با علامت اختصاری VSR و VEY، به فاصله ۳۰ تا ۴۰ متر از یکدیگر در توربزار ویسر برداشته شد. بررسی پالینولوژیک روی مغزه VEY و سنجش حساسیت مغناطیسی (بخش ۲-۵ را ببینید) روی هر دو مغزه انجام شد. پس از انتقال مغزه VEY به آزمایشگاه، نمونه‌های پالینولوژیک حجمی (به مقدار ۰/۵ سانتی‌متر مکعب در هر عمق) با فاصله ۵ سانتی‌متر از هم برداشت شد.

برای آماده‌سازی نمونه‌ها، از روش استاندارد پیشنهادی به وسیله فگری و ایورسن (Fægri & Iversen 1989) استفاده شد که شامل تیمار اسید کلریدریک (HCL) و هیدروکسید پتاسیم (KOH)، الک (با مش ۱۲۵ میکرومتر)، تیمار با اسید هیدروفلوریک (HF)، استولیز و قراردادن نمونه‌ها در روغن سیلیکون (با ویسکوزیته ۲۰۰۰ سنتی‌استوک) است (Fægri & Iversen 1989, Moore et al. 1991).

- اندازه‌گیری حساسیت مغناطیسی در این پژوهش، حساسیت مغناطیسی مغزه‌های VEY و VSR با نمونه‌برداری در فواصل یک سانتی‌متری (حجم یک سانتی‌متر مکعب در هر عمق) در موسسه جغرافیا و زمین‌شناسی دانشگاه گرایسفالده آلمان با کمک دستگاه واقع‌نگار بارتینگتون (Bartington MS2C Core Logging Sensor) اندازه‌گیری شد.

نتیجه

- چینه‌شناسی مغزه ویسر و ویژگی‌های چینه‌شناختی (لیتولوژیک) مغزه VEY در جدول ۲ نشان داده شده است.
- تعیین سن نتایج تعیین سن مغزه VEY به روش رادیوکربن در جدول ۳ نشان داده شده است. سن رادیوکربن با کمک نرم‌افزار CALIB Rev. 6.1.0 (Stuiver & Reimer 2005) و مجموعه داده‌ای intcal04 به سن تقویمی تبدیل شد.

گرده، تیپ‌ها به صورت چینه‌بندی مرتب و زون‌ها یا اجتماعات گرده‌ای همگون با کمک چشم تفکیک گردیده‌اند تا تشریح و تفسیر زون‌ها آسانتر شود.

- تعیین سن (روش رادیوکربن) برای تعیین سن مغزه VEY از روش رادیوکربن (Accelerator Mass Spectrometry 14C Dating) استفاده شد. برای این کار ماکروفسیل‌های گیاهی (برگ و بذر) از عمق ۶۶ تا ۶۷/۵ سانتی‌متری مغزه، جمع‌آوری و پس از آماده‌سازی به روش استاندارد، یعنی تیمار هیدروکسید پتاسیم ۵ درصد و جوشاندن به مدت پنج دقیقه (روش (Grosse-Brauckmann, 1986)) و سپس خشک‌کردن به مدت یک شب در دمای ۴۰ درجه سلسیوس، به آزمایشگاه رادیوکربن پوزنان (Poznań) در لهستان ارسال شد.

جدول ۲- چینه‌شناسی مغزه ویسر

عمق (سانتی‌متر)	ویژگی‌های چینه‌ای
۱۰-۰	تورب (پیت) آبکی تیره‌رنگ به همراه مقدار زیادی ریشه گیاهان
۵۰-۱۰	تورب قهوه‌ای تیره با درجه تجزیه‌شدگی کم تا متوسط به همراه بقایای گیاهی و ریشه گیاهان
۷۰-۵۰	تورب قهوه‌ای به همراه رگه‌های رس
۸۵-۷۰	تورب قهوه‌ای به شدت تجزیه شده
۹۰-۸۵	رس
۱۰۰-۹۰	تورب به همراه رس

جدول ۳- نتایج تعیین سن به روش رادیوکربن برای تورب‌زار ویسر

سن کالیبره شده (BP) (احتمال ۹۵/۴ درصد)	سن رادیوکربن (BP*)	مواد آلی مورد استفاده برای تعیین سن	عمق (cm)	کد نمونه در آزمایشگاه رادیوکربن
۷۴۱-۹۱۳ BP	۹۰۵ ± ۳۵	میوه جگن (<i>Carex nutlet</i>) بذر آقطی (<i>Sambucus seed</i>) میوه‌های آلاله (<i>Ranunculus nutlets</i>) میوه‌های نعناع (<i>Mentha fruits</i>) میوه گزنه (<i>Urtica nutlet</i>)	۶۶-۶۷/۵	Poz-47392

* مخفف پیش از زمان حال (before present) است (منظور پیش از ۱۹۵۰ میلادی)

- نمودار گرده

می‌دهد (با میانگین ۶۰-۴۰ درصد). پس از توسکا، لرگ با مقادیر بیش از ۳۰ درصد، فراوان‌ترین گرده در این اجتماع گرده‌ایست؛ هرچند، در نمونه‌های بالایی به تدریج از میزان آن کاسته می‌شود. گرده راش در نمونه‌های پایینی تا حدود ۱۲ درصد اجتماع گرده‌ای را به خود اختصاص می‌دهد، ولی به سمت مرز بالایی زون، همانند لرگ، از فراوانی آن کاسته می‌شود (۵ درصد). گرده‌های ممرز، گردو (*JUGLANS REGIA*) و بلوط (*QUERCUS*) از دیگر گرده‌های مهم این اجتماع گرده‌ای هستند که از فراوانی نسبی برخوردارند. درصد فراوانی ممرز در این زون به طور میانگین در حدود ۱۰ درصد است که البته با نزدیک شدن به مرز بالایی زون از مقدار آن کاسته می‌شود. گرده گردو با فراوانی حداکثر ۳ درصد، منحنی تقریباً پیوسته‌ای را تشکیل می‌دهد. گرده بید (*SALIX*) تنها در نمونه‌های بخش پایینی این زون از فراوانی نسبتاً بالایی برخوردار بوده و سپس کاملاً ناپدید می‌شود. گرده فندق (*CORYLUS*) در عمق ۸۰ سانتی‌متر مشاهده شد.

گرده‌های اسفناجیان و درمنه (با میانگین ۱۰ درصد) بیشترین فراوانی را در بین گرده‌های غیردرختی به خود اختصاص می‌دهند. در این گروه، تیپ گرده‌ای علف هفت‌بند (*POLYGONUM AVICULARE*)، پیچک جنگلی (*CALYSTEGIA*)، پیچک (*CONVOLVULUS*) و هاگ سرخس بسفایج (*POLYPODIUM VULAGRE*)، فراوانی کمتری دارند.

در بین گرده‌های تولید شده به وسیله گیاهان سطح تورب‌زار (*Wetland types*)، هاگ دم‌اسب (*EQUISETUM*) یک پیچ ۷۰ درصدی را در نزدیکی مرز بالایی زون نشان می‌دهد. گرده‌های خون فام (*LYTHRUM SALICARIA*) و نعناع (*MENTHA*) از دیگر تیپ‌های گرده‌ای در این گروه هستند.

گاهی گونه‌ها و حتی جنس‌های مختلف گیاهان که اغلب سرشت اکولوژیک متفاوتی هم دارند، گرده‌هایی با ویژگی‌های ریخت‌شناختی مشابه تولید می‌کنند که در بررسی‌های معمول گرده‌شناسی (که از میکروسکپ نوری برای شناسایی و شمارش گرده‌ها استفاده می‌شود)، قابل تفکیک از یکدیگر نبوده و به ناچار همه این گرده‌ها در یک گروه قرار می‌گیرند. ما این گروه را تیپ‌های گرده‌ای با رویشگاه نامشخص (Types of uncertain habitats) می‌نامیم (که البته منظور نامعلوم بودن اکولوژی گیاهان تولیدکننده آن‌هاست). در اجتماع گرده‌ای *VEY1*، گرده‌های تیره جگن (*CYPERACEAE*) و *LACTUCEAE* (در رده‌بندی گیاهی، قبیله *Lactuceae* جزو تیره *Asteraceae* یا کاسنی است)، از بیشترین فراوانی در بین چنین تیپ‌های

ده سانتی‌متر بالایی مغزه، به دلیل آبکی بودن و نبود مواد کافی برای انجام بررسی پالینولوژیک و پنج سانتی‌متر پایینی، به دلیل شرایط بسیار بد حفظ گرده، قابل بررسی نبوده و بنابراین نمودار گرده ویسر تنها برای عمق ۱۰ تا ۹۵ سانتی‌متر تهیه شده است (شکل‌های ۴-۲). به طور میانگین ۵۸۰ دانه گرده درختی (*AP: arboreal pollen*) و غیردرختی (*NAP: non-arboreal pollen*)، یعنی گرده‌هایی که گیاهان تولیدکننده آن‌ها روی خاک معدنی اطراف تورب‌زار می‌رویند، در هر عمق شمارش شد (با بررسی بیش از ۶۰۰ اسلاید میکروسکپی). هرچند، به دلیل شرایط نابرابر حفظ و ماندگاری گرده در عمق‌های مختلف مغزه مورد بررسی، نوسان قابل توجهی در فراوانی گرده‌ها مشاهده شد به طوری که بیشترین فراوانی به عمق ۷۵ سانتی‌متر (۹۴۸ گرده) و کمترین فراوانی به عمق ۹۵ سانتی‌متر (۸۲ گرده) مربوط بوده است. درصد فراوانی گرده‌ها، براساس مجموع فراوانی گرده‌های درختی و غیردرختی محاسبه شد.

همچنین، برای بررسی آتش‌سوزی‌های گذشته در منطقه، خرده‌های زغال بزرگتر و کوچکتر از ۱۰۰ میکرومتر در اسلایدهای میکروسکپی شمرده شد. درصد فراوانی گرده‌ها و ذرات زغال در بخش بیواسترانی‌گرافی (زیست‌چینه‌ای) نمودارهای درصد گرده (شکل‌های ۲ و ۳) و تعداد گرده‌ها در حجم مشخصی از رسوبات در نمودار تراکم گرده (شکل ۴) نشان داده شده است.

نمودار گرده ویسر به طور عمده از گرده‌های توسکا (*ALNUS*)، راش (*FAGUS*)، لرگ (*PTEROCARYA FRAXINIFOLIA*)، ممرز (*CARPINUS*)، اسفناجیان و درمنه (*ARTEMISIA*) تشکیل شده است. باید گفت که گرده‌های تیره‌های اسفناج و تاج‌خروس از نظر ریخت‌شناسی (مورفولوژیک) شباهت زیادی به هم داشته و در بررسی‌های گرده‌شناسی با نام *CHENOPODIACEAE AND AMARANTHACEAE* خوانده می‌شوند؛ در این مقاله به منظور اختصار این تیپ گرده‌ای را اسفناجیان می‌نامیم. براساس تغییرات عمده در منحنی‌های گرده‌های اصلی، نمودار گرده ویسر به چهار زون اجتماع گرده‌ای تفکیک شد که به ترتیب از پایین‌ترین عمق، به تشریح تغییرات مشاهده شده می‌پردازیم.

- زون اجتماع گرده‌ای *VEY1*

در این زون، گرده توسکا در ابتدا از فراوانی نسبی کمی برخوردار است ولی به سمت مرز بالایی تا حدود ۶۰ درصد افزایش می‌یابد. در رکورد گرده‌های ویسر، توسکا فراوان‌ترین گرده را در بین گرده‌های درختی و غیردرختی به خود اختصاص

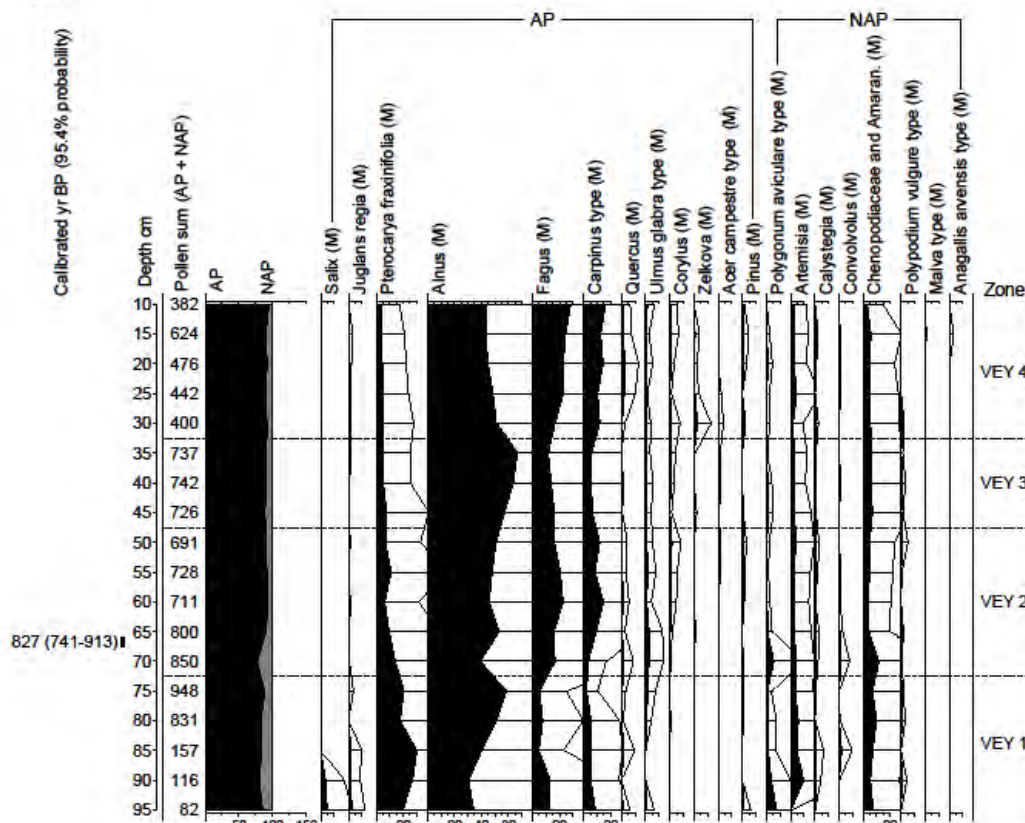
گرده‌ایی برخوردارند. از همین گروه، گرده گروهی از گندمیان (UMBELLIFERAE) و چتریان (WILD GRASS GROUP) موسوم به

در نمونه‌های پایینی درصد قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهند. در گرده‌شناسی کواترنری، WILD GRASS GROUP گرده‌های فسیل گروهی از گندمیان با ویژگی‌های گرده‌ای زیر است: میانگین قطر آنولوس (annulus) کمتر از ۸ میکرومتر، میانگین قطر دانه گرده کمتر از ۳۷ میکرومتر و تزئینات سطح گرده، scabrate (سطح بیرونی دیواره گرده دارای اجزای کوچکتر از یک میکرومتر) و یا verrucate (سطح بیرونی دیواره گرده دارای اجزایی زگیل مانند). هاگ‌های تک‌شکافه بدون پرین (MONOLETE SPORE WITHOUT PERINE) و تیپ گرده‌ای بابونه

– زون اجتماع گرده‌ای VEY2

در این زون، گرده لرگ در مقایسه با زون پیشین کاهش چشمگیری داشته و از فراوانی آن به سمت مرز بالایی زون بتدریج کاسته می‌شود. درصد فراوانی گرده‌های راش و ممرز آشکارا افزایش محسوسی را نشان می‌دهد ولی بلوط نسبت به زون پیشین تغییری نکرده است. درصد فراوانی گرده گردو به نسبت کاهش یافته، درحالی‌که گرده‌های ملج و فندق افزایش نشان می‌دهند. برای نخستین بار گرده‌های آزاد (ZELKOVA) و افرا (ACER CAMPESTRE TYPE) در این زون مشاهده شد. گرده بید از این اجتماع گرده‌ای به بعد، دیگر مشاهده نشد.

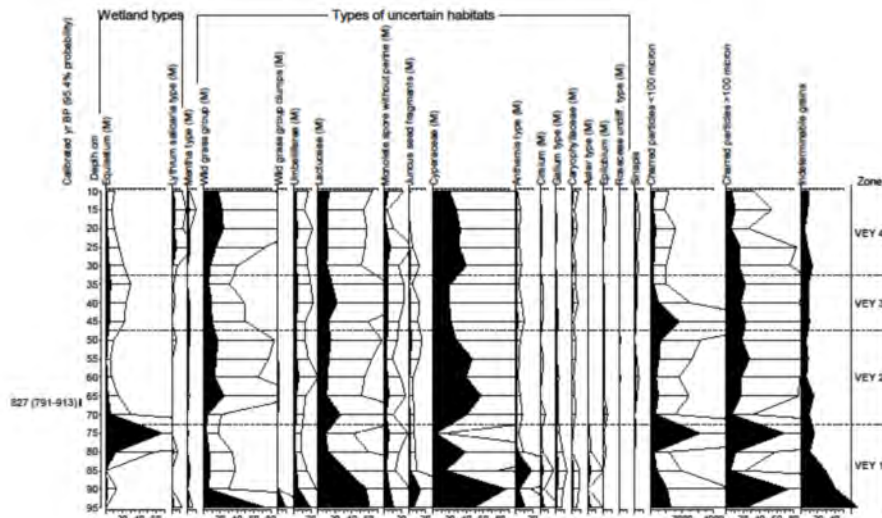
Figure 2



شکل ۲- نمودار درصد گرده تورب‌زار ویسر (گرده‌های درختی و غیردرختی). مقادیر نسبی گرده به صورت درصد (منحنی‌های پر) و با پنج برابر بزرگنمایی (منحنی‌های خالی) نمایش داده شده است.

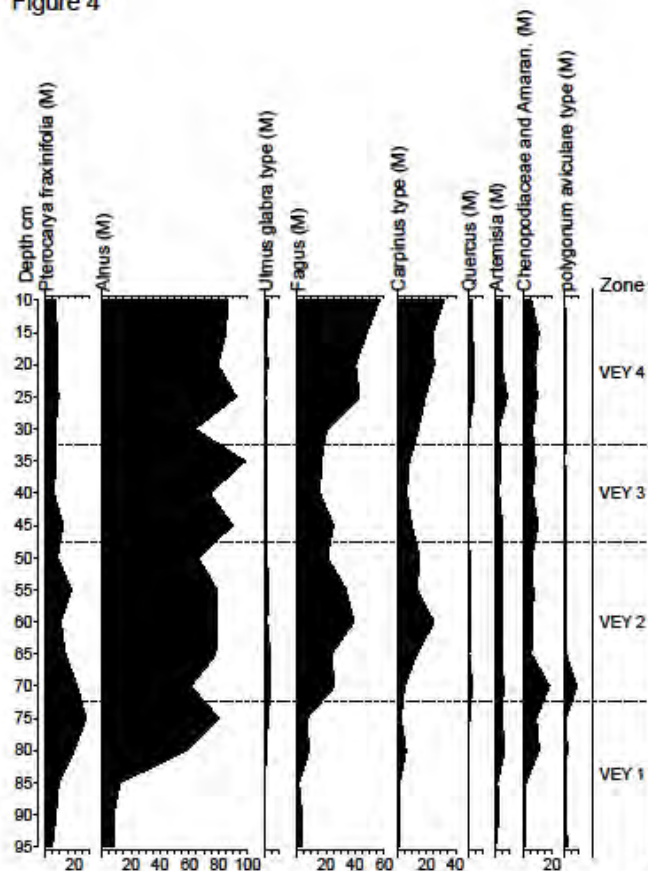
Fig. 2. Pollen percentage diagram (AP and NAP types) for Veisar mire. Pollen abundances are presented as percent (closed curves) and with 5 times exaggeration (open curves with depth bars).

Figure 3



شکل ۳- نمودار درصد گرده توربزار ویسر (تیپ‌های گرده‌ای برای گیاهان سطح توربزار و گیاهانی با اکولوژی نامشخص) (رجوع شود به توضیح شکل ۲).
 Fig. 3. Pollen percentage diagram (wetland and types of uncertain habitats) for Veisar mire (see caption for Fig. 2).

Figure 4



شکل ۴- نمودار تراکم گرده توربزار ویسر. تراکم گرده برحسب تعداد (بخش بر ۱۰۰) در سانتی‌متر مکعب بیان شده‌اند.
 Fig. 4. Pollen concentration diagram (selected types) for Veisar mire. Pollen concentration is expressed as number of grains (divided by 100) per cubic centimeter.

رکورد گردهای می‌رسد. گردهای کاج (PINUS)، آزاد و بلوط نسبت به زون‌های گردهای پیشین از فراوانی بیشتری در این زون برخوردارند. گردهای درمنه و اسفناجیان تغییر چشمگیری را نسبت به اجتماع گردهای پیشین نشان نمی‌دهد.

گردهای خون فام، دام‌اسب و نعنای، گردهای تولید شده به وسیله گیاهان تورب‌زار را تشکیل می‌دهند. در بین تیپ‌های گردهایی با رویشگاه نامشخص، بیشترین فراوانی مربوط به تیره‌های جگن و گندمیان است.

- اندازه‌گیری حساسیت مغناطیسی

نتایج حاصل از بررسی حساسیت مغناطیسی دو مغزه برداشته شده در تورب‌زار ویسر در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس مقادیر حاصل از سنجش حساسیت مغناطیسی در مغزه‌های ویسر، می‌توان منحنی را به دو بخش تقسیم کرد. در هر دو مغزه مورد بررسی، منحنی حساسیت مغناطیسی پیک بزرگی را در بخش پایینی نشان می‌دهد. در مغزه VEY این مقادیر بین ۱ تا ۶ و در مغزه VSR بین ۱ تا ۴ در نوسان است. مقادیر حساسیت مغناطیسی در عمق‌های بالاتر، برای هر دو مغزه بین صفر تا یک تغییر می‌کند.

در میان گردهای غیردرختی در این زون، از فراوانی گردهای درمنه و اسفناجیان کاسته می‌شود ولی درصد فراوانی دیگر تیپ‌ها تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. گردهایی با منشأ گیاهان سطح تورب‌زار نیز کاهش شدیدی را نشان می‌دهند.

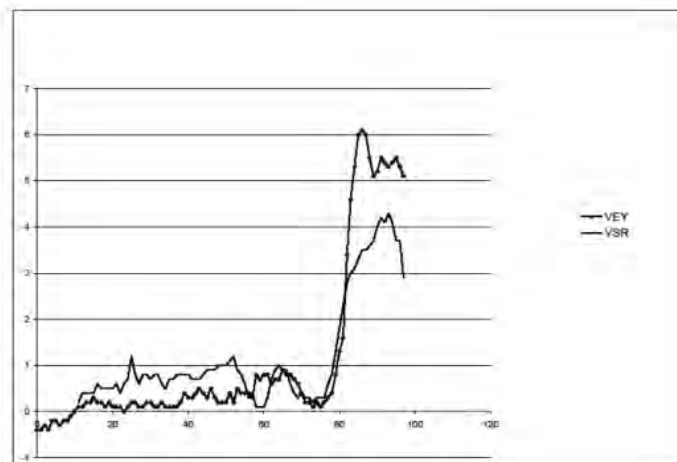
در بین تیپ‌های گردهای با رویشگاه نامشخص، تیره جگن کماکان فراوانی قابل توجهی را نشان می‌دهد، ولی گرده قبیله LACTUCEAE و تیره گندمیان در کل نسبت به زون پیشین کاهش می‌یابند.

- زون اجتماع گردهای VEY3

گردهای راش و ممرز به نسبت کاهش می‌یابند. همه تیپ‌های گردهای دیگر از گروه گردهای درختی، مقادیری مشابه با زون پیشین را نشان می‌دهند. گرده درمنه تغییر قابل توجهی نداشته ولی اسفناجیان تاحدی افزایش می‌یابد. نکته مهم دیگر در این اجتماع گردهای، کاهش محسوس گرده تیره جگن در بین تیپ‌های گردهایی با رویشگاه نامشخص است.

- زون اجتماع گردهای VEY4

ویژگی اصلی این زون افزایش درصد فراوانی گردهای راش و ممرز است. گرده لرگ نیز به کمترین مقدار خود در کل



شکل ۵- منحنی حساسیت مغناطیسی مغزه‌های VEY و VSR در تورب‌زار ویسر.

Fig. 5. Magnetic susceptibility measurements for VEY and VSR sediment cores.

در محل بوده است. امروزه نیز درختان توسکای ییلاقی در رکورد گردهای ویسر با مقادیر چشمگیر گردهای توسکا و لرگ آغاز می‌شود که نشانگر حضور محلی درختان تولیدکننده آن‌ها در مراحل آغازین پیدایش تورب‌زار مورد بررسی است. منحنی گرده توسکا نشان می‌دهد که در طول ۱۵۰۰ سال گذشته، توسکا همواره از عناصر رویشی مهم درختان لرگ در جنگل‌های بخش شمالی روستای ویسر، در ارتفاع حدود ۱۳۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا و در فاصله چندین

بحث

رکورد گردهای ویسر با مقادیر چشمگیر گردهای توسکا و لرگ آغاز می‌شود که نشانگر حضور محلی درختان تولیدکننده آن‌ها در مراحل آغازین پیدایش تورب‌زار مورد بررسی است. منحنی گرده توسکا نشان می‌دهد که در طول ۱۵۰۰ سال گذشته، توسکا همواره از عناصر رویشی مهم

(شکل ۳) که در فضاهای باز با دریافت نور کافی، به شدت گلدهی و گرده افشانی می‌کنند.

افزون بر این، در پی کاشت درختان میوه و یا گیاهان زراعی در محیط زیست جدید به وسیله انسان، گرده چنین گیاهانی در نمودارهای گرده‌ای پدیدار می‌شود. درصد نسبتا بالای گرده گردو در نمونه‌های پایینی (زون VEY1 در شکل ۲) نشان می‌دهد که درختان گردو می‌بایست حداقل از زمان تشکیل تورب‌زار ویسر، در منطقه حضور داشته باشند. در پژوهش‌های گرده‌شناسی اخیر در منطقه هیرکانی، قدیمی‌ترین رکورد گرده‌ای گردو به حدود ۲۴۰۰-۲۳۰۰ سال پیش برمی‌گردد (رمضانی و همکاران ۲۰۰۸) که این امر فرضیه غیربومی بودن گردو را (ثابتی ۱۹۹۴)، حداقل برای بخش‌های مرکزی جنگل‌های هیرکانی، تایید می‌کند. وجود گرده‌های فندق در نمونه‌های پایینی مغزه مورد بررسی نیز می‌تواند گواهی دیگر بر حضور انسان و کاشت فندق در روستای مورد نظر باشد.

قطع درختان در یک منطقه جنگلی همچنین موجب تغییرات شدید هیدرولوژیک در منطقه می‌گردد. از مهمترین این تغییرات، بالا آمدن سطح سفره آب زیرزمینی است که به نظر می‌رسد پیدایش تورب‌زار ویسر نیز در پی همین پدیده رخ داده باشد. از دیگر پیامدهای جنگل‌تراشی در یک منطقه کوهستانی، افزایش فرسایش است. همان‌گونه که از داده‌های چینه‌شناسی (جدول ۲) پیداست، بخش‌های پایینی مغزه رسوبی از لایه‌های رس و مواد معدنی تشکیل شده که می‌تواند نشانگر وقوع فرسایش باشد. دانه‌های گرده در یک محیط رسوبی فرسایشی، دچار تخریب فیزیکی شده (Wilmschurst & McGlone 2005) و معمولا بیشتر گرده‌ها غیرقابل شناسایی می‌شوند؛ این پدیده در اجتماع گرده‌ای VEY1 به خوبی مشهود است.

وقوع فرسایش و ته‌نشست مواد معدنی (همچون رس) در بخش پایینی مغزه رسوبی ویسر آشکارا در نمودارهای حساسیت مغناطیسی (شکل ۵) دیده می‌شود. معمولا مقادیر حساسیت مغناطیسی برای مواد آلی و پیت (تورب) کمتر از صفر و برای مواد معدنی بیشتر از صفر است. به عنوان مثال، سباستین لورنتس (Sebastian Lorenz) (انستیتوی جغرافیا و زمین‌شناسی دانشگاه گرایفسوالد، آلمان)، با سنجش حساسیت مغناطیسی رسوبات دریاچه‌ای، به نتایج زیر دست یافته است (مکاتبه شخصی ۱۳۹۰): پیت و یوتیا (Gyttja) نوعی رسوب دریاچه‌ای ریزدانه و غنی از مواد آلی: ۵- تا ۱۵؛ گل آهکی (Calcereous mud): ۲ تا ۲۰؛ خاک ماسه‌ای و سنگریزه: ۲۰ تا ۲۰۰. همان‌گونه که در شکل ۵ دیده می‌شود، مقادیر حساسیت مغناطیسی در عمق‌های پایینی که براساس ویژگی‌های

کیلومتری جنوب تورب‌زار مورد مطالعه می‌رویند. یک یافته جالب در این پژوهش که با دیگر رکورد‌های گرده‌ای در بخش مرکزی جنگل‌های هیرکانی و حتی منطقه قفقاز همخوانی دارد، همین کاهش فراوانی لرگ است. تمام رکورد‌های گرده‌ای تعیین سن شده با روش رادیوکربن در منطقه البرز مرکزی (Ramezani et al. 2008, Ramezani 2013)، جنوب شرقی دریای خزر (Leroy et al. 2013) و همچنین، منطقه کولشیس (Colchis) در غرب گرجستان (de Klerk et al. 2009, Connor et al. 2007)، کاهش چشمگیر گرده لرگ را در بازه زمانی ۸۰۰ تا ۱۱۰۰ سال پیش نشان می‌دهند که به نظر می‌رسد در پی یک تغییر آب و هوایی منطقه‌ای رخ داده باشد. این دوره همزمان با یک پدیده آب و هوایی مهم، معروف به بی‌نظمی اقلیمی سده‌های میانی (Mediaeval Climatic Anomaly) است که در برخی از مناطق با افزایش چشمگیر دما و خشکسالی‌های طولانی همراه بوده، ولی در مناطق دیگر بر این، بررسی دوایر سالیانه درختان (Touchan et al. 2007)، سالهای پرباران را در قرن یازده میلادی برای جنوب غربی آناتولی در ترکیه نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که شمال ایران در حدود ۱۰۰۰ سال پیش، آب و هوایی گرمتر و پربارانتر از امروز داشته که پس از گذشت حدود ۳۰۰-۲۰۰ سال، شاهد یک تغییر آب و هوایی منطقه‌ای بوده است.

در رکورد گرده‌ای ویسر، نشانه‌های متعددی از نقش تعیین‌کننده انسان بر اکوسیستم اولیه و تغییر کاربری زمین در منطقه، ثبت شده است. انسان با ورود به یک منطقه جنگلی اولیه، ابتدا با جنگل‌تراشی فضای لازم را برای اسکان خود و فعالیت‌های کشاورزی فراهم می‌کند. این تغییرات در نمودارهای گرده با کاهش درصد فراوانی گرده‌های درختان جنگلی و افزایش چشمگیر گرده‌های گیاهان علفی مهاجم، که شرایط جدید نوری را در فضاهای باز ایجاد شده می‌پسندند، نمایان می‌شود. بررسی منحنی‌های گرده درختان جنگلی، بویژه راش و ممرز، در رکورد گرده‌ای ویسر نشان می‌دهد که کمترین فراوانی چنین گرده‌هایی مربوط به اجتماع گرده‌ای VEY1 است (شکل ۲). از طرفی گرده‌های درمنه و اسفناجیان از فراوانی قابل توجهی برخوردارند که حاکی از حضور محلی گیاهان تولیدکننده این گرده‌ها در پوشش گیاهی اطراف تورب‌زار است. درمنه و اسفناجیان از عناصر رویشی مهم رویشگاه‌های تخریب شده به حساب می‌آیند. از دیگر شواهد نشانگر پیدایش فضای باز در منطقه، فراوانی گرده گیاهان علفی همچون گرده اعضای تیره‌های جگن، گندمیان، کاسنی، تیپ بابونه و چتریان است

نمودار تراکم گرده (Pollen Concentration Diagram) (شکل ۴) نشان می‌دهد که بجز در ۱۵-۱۰ سانتی‌متر پایینی مغزه، نرخ رسوب‌گذاری در تورب‌زار ویسر تقریباً یکنواخت بوده است. این مورد، از چینه‌شناسی مغزه ویسر نیز قابل دریافت است، چرا که لایه‌های رس، رسوب‌گذاری سریع و پیت، ته‌نشست تدریجی مواد را نشان می‌دهد. تراکم گرده که به تعداد گرده ته‌نشست شده در حجم معینی از رسوبات اشاره دارد، با نرخ رسوب‌گذاری نسبت عکس دارد. با افزایش سرعت رسوب‌گذاری، گرده‌ها فرصت کمتری برای ته‌نشست داشته و در نتیجه، تعداد گرده در حجم معینی از رسوبات کمتر خواهد شد. بنابراین، طبیعی است که در یک محیط رسوبی فرسایشی، همچون بخش پایینی مغزه مورد بررسی، تراکم گرده کم باشد. البته، همان‌گونه که پیش از این گفته شد، شرایط نامناسب حفظ گرده در محیط‌های فرسایشی، یک دلیل مهم دیگر برای کم بودن تعداد گرده‌ها در واحد حجم رسوبات است. به نظر می‌رسد که پس از تغییر شدید اکوسیستم اولیه به وسیله انسان در منطقه (اجتماع گرده‌ای Vey1)، رابطه بین انسان و محیط زیست به یک تعادل نسبی رسیده باشد. این فرضیه را افزایش گرده‌های درختی مهم، بویژه راش، ممرز، ملج و افرا (شکل ۲) و نیز وضعیت چینه‌شناسی مغزه (پیت همگن با نرخ رسوب‌گذاری نسبتاً یکنواخت) در اجتماع گرده‌ای Vey2 تایید می‌کند. کاهش گرده‌های درختی در اجتماع گرده‌ای Vey3 به دنبال افزایش ذرات زغال در ابتدای این زون رخ می‌دهد؛ به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که آتش از عوامل اصلی تغییر در ترکیب پوشش گیاهی منطقه باشد. براساس پژوهش‌های دیرین آب و هوا شناسی (پالئوکلیماتولوژی)، بسیاری از مناطق در نیمکره شمالی در بازه زمانی بین سالهای ۱۵۵۰ تا ۱۸۵۰ شرایط آب و هوایی سردی را تجربه کرده‌اند و به همین دلیل از این دوره به "عصر یخبندان کوچک" (Little Ice Age: LIA) یاد می‌شود (Bradley et al. 2003). نشانه‌هایی از وقوع این پدیده آب و هوایی در ایران، در پژوهش‌های دیرینه‌بوم‌شناسی ثبت شده است. در بررسی پالینولوژیک تورب‌زار موزی‌داربن (ارتفاع ۵۵۰ متر از سطح دریا در بخش مرکزی جنگل‌های هیرکانی)، ته‌نشست یک لایه رس در حدود ۴۰۰ سال پیش، به فرسایش ناشی از افزایش بارندگی در LIA نسبت داده شد (Ramezani et al. 2008). لروی و همکاران با بررسی محتوای گرده، هاگ، داینوفلاژله و پالینومورف‌های غیرگرده‌ای در رسوبات تالاب انزلی (گیلان) و تالاب امیرکلا (مازندران) و مقایسه نتایج خود با سایت‌های دیگر در جنوب‌غربی ایران (دریاچه آلمالو در فارس) و روسیه (Turali barrier)، به این نتیجه رسیدند که LIA در

چینه‌شناسی به طور عمده از رس و مواد معدنی تشکیل شده، بین ۶-۱ متغیر است. این نتایج، همخوانی کاملی با داده‌های به دست آمده از بررسی ویژگی‌های رسوبی (چینه‌شناسی) مغزه ویسر دارد.

ویژگی‌های مغناطیسی ذرات معدنی موجود در رسوبات می‌تواند در اثر تغییر آب و هوا، فعالیت انسان و لیمنولوژی تغییر کند. در پژوهش تامپسون و همکاران (Thompson et al. 1975)، مقادیر بیشینه حساسیت مغناطیسی، در بخش پایینی مغزه و همزمان با جنگل‌تراشی‌ها و فرسایش خاک معدنی پی‌آیند آن بوده است (از منبع: Sandgren & Snowball 2002). نتایج این تحقیق، همخوانی خوبی با یافته‌های ما دارد که در آن منحنی‌های حساسیت مغناطیسی در بخش‌های پایینی هر دو مغزه (یعنی زمان تشکیل تورب‌زار و جنگل‌تراشی‌های اولیه در منطقه و فرسایش خاک) به بیشترین مقدار خود می‌رسند.

یافته جالب دیگری که از بررسی پالینولوژیک تورب‌زار ویسر به دست آمده، ثبت آتش‌سوزی‌های گذشته در منطقه است. خرده‌های زغال نیز، همچون دانه‌های گرده و دیگر پالینومورف‌ها، می‌توانند به مدت بسیار طولانی در محیط‌های رسوبی (مانند دریاچه‌ها و تورب‌زارها) حفظ شوند. با شمارش این ذرات در هنگام بررسی اسلایدهای میکروسکوپی و نمایش آن در بخش بیواستراتیگرافیک (زیست‌چینه‌ای) نمودارهای گرده، می‌توان از وقوع آتش‌سوزی‌های گذشته در یک منطقه آگاه شد (Whitlock & Larsen 2002). همان‌گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود، منحنی‌های خرده‌های زغال (که در این پژوهش به دو بخش بزرگتر و کوچکتر از ۱۰۰ میکرومتر تقسیم شده‌اند)، مقادیر قابل توجهی را در نمونه‌های پایینی مغزه ویسر (اجتماع گرده‌ای Vey1) نشان می‌دهند که حاکی از وقوع دو آتش‌سوزی در منطقه بوده است. با توجه به نشانه‌های متعدد حضور انسان در منطقه، می‌توان منشا این آتش‌سوزی‌ها را انسانی دانست.

اکتشافات باستان‌شناسی و مستندات تاریخی در یک منطقه، اهمیت ویژه‌ای در تفسیر داده‌های حاصل از پژوهش‌های دیرینه‌بوم‌شناسی (پالئوکولوژیک) دارد. با تاسف باید گفت که چنین اطلاعاتی در بسیاری از مناطق کشور، از جمله در منطقه مورد بررسی در این پژوهش، در دسترس نیست. بنابراین برای آگاهی از تاریخچه روستای ویسر، تنها به گفتگو با ساکنین روستای ویسر بسنده شد. بنابر گفته‌های این افراد، آثار قبرهای قدیمی و کوزه‌های قدیمی در منطقه پیدا شده که گویای قدمت روستای ویسر و حضور دراز مدت انسان در منطقه است.

دور (شاید قفقاز) نشان می‌دهد. کاج از درختان غیربومی در ایران است که از قرن گذشته در کشور کاشته شد.

سیاسگزاری

از آقای سباستین لورنتس و خانم دکتر آلموت اسپانگنبرگ (Dr. Almut Spangenberg) از دانشگاه گرایفسوالد (EMA University Greifswald) آلمان برای اندازه‌گیری حساسیت مغناطیسی مغزه‌های ویسر سپاسگزاریم. آقای دکتر عطا عبداللهی کارودی (دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران) و خانم طراوت طالبی (دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه ارومیه) در تهیه نقشه منطقه مورد بررسی همکاری داشته‌اند که بدین‌وسیله از ایشان قدردانی می‌شود. از آقای دکتر حمید علیزاده لاهیجانی (موسسه ملی اقیانوس‌شناسی) و نیز دو داور دیگر که نسخه اولیه این مقاله را با دقت خوانده و نظرها و پیشنهادهای ارزنده‌ای ارائه کردند بسیار سپاسگزاریم.

شمال کشور، همچون دیگر مناطق در خاورمیانه، با آب و هوایی سردتر و پربارانتر همراه بوده است. (Leroy *et al.* 2011). همچنین، توچان و همکاران (Touchan *et al.* 2007) نشان

دادند که سالهای بین ۱۵۱۸ تا ۱۵۸۷ مرطوب‌ترین دوره در ۹۰۰ سال گذشته در جنوب غربی آناتولی بوده است. اظهار نظر کامل‌تر درباره وقوع چنین پدیده‌های آب و هوایی و یا تاثیر آن بر پوشش گیاهی ایران، تنها زمانی میسر است که پژوهش‌های پالینولوژیک و پالئوکلیماتولوژیک بیشتری در مناطق مختلف کشور انجام شود.

از نمودار گرده ویسر می‌توان این‌گونه استنباط کرد که درختانی مانند بلوط، ملج، افرا و آزاد همواره و یا در بخش قابل ملاحظه‌ای از بازه زمانی مورد بررسی از گونه‌های مهم در ترکیب گونه‌های جنگل‌های اطراف توربزار ویسر بوده‌اند. وجود گرده‌های کاج در نمودار گرده ویسر، انتقال این گرده‌ها را از فواصل بسیار

relationships along a forest-steppe transect in the Golestan National Park, NE Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology* 153: 272–281.

References

- Beug, H.-J. 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 542 p.
- Bradley, R.S., Hughes, M.K. & Diaz, H.F. 2003. Climate in medieval time. *Science* 302: 404–405.
- Connor, S.E., Thomas, I. & Kvavadze, E.V. 2007. A 5600-yr history of changing vegetation, sea levels and human impacts from the Black Sea coast of Georgia. *The Holocene* 17: 25–36.
- de Klerk, P., Haberl, A., Kaffke, A., Krebs, M., Matchutadze, I., Minke, M., Schulz, J. & Joosten, H. 2009. Vegetation history and environmental development since ca 6000 cal yr BP in and around Ispani 2 (Kolkheti lowlands, Georgia). *Quaternary Science Reviews* 28: 890–910.
- Djamali, M., de Beaulieu, J.-L., Shah-Hosseini, M., Andrieu-Ponel, V., Amini, A., Akhani, H. Leroy, S.A.G., Stevens, L., Alizadeh, H., Ponel, P. & Brewer, S. 2008a. A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia, NW Iran. *Quaternary Research* 69: 413–420.
- Djamali, M., de Beaulieu, J.-L., Campagne, P., Akhani, H., Andrieu-Ponel, V., Ponel, P. & Leroy, S.A.G. 2008b. Modern pollen rain-vegetation relationships along a forest-steppe transect in the Golestan National Park, NE Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology* 153: 272–281.
- Djamali, M., de Beaulieu, J.-L., Miller, N.F., Andrieu-Ponel, V., Lak, R., Sadeddin, M., Akhani, H. & Fazeli, H. 2009. Vegetation history of the SE section of Zagros Mountains during the last five millennia; a pollen record from the Maharlou Lake, Fars province, Iran. *Vegetation History and Archaeobotany* 18: 123–136.
- Djamali, M., Miller, N.F., Ramezani, E., Andrieu-Ponel, V., de Beaulieu, J.-L., Berberian, M., Guibal, F., Lahijani, H., Lak, R. & Ponel, P. 2011. Notes on the arboricultural and agricultural practices in ancient Iran based on new pollen evidence. *Paléorient* 36.2: 175–188.
- Fægri, K. & Iversen, J. 1989. Textbook of pollen analysis (revised by Fægri, K., Kaland, P.E. & Krzywinski, K.). John Wiley and Sons. 324 p.
- Grimm, E.C. 2011. *Tilia*, ver. 1.7.16. Illinois State Museum.
- Grosse-Brauckmann, G. 1986. Analysis of vegetative plant macrofossils. *In: Berglund, B.E. (ed.)*

- Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. John Wiley, 591–618.
- Joosten, H. & de Klerk, P. 2002. What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. Review of Palaeobotany and Palynology 122: 29–45.
- Kazancı, N., Gulbabazadeh, T., Leroy, S.A.G. & Ileri, Ö. 2004. Sedimentary and environmental characteristics of the Gilan-Mazenderan plain, northern Iran: influence of long- and short-term Caspian water level fluctuations on geomorphology. Journal of Marine Systems 46: 145–68.
- Lahijani, H.A.K., Rahimpour-Bonab, H., Tavakoli, V. & Hosseindoost, M. 2009. Evidence for late Holocene highstands in Central Guilan–East Mazanderan, South Caspian coast, Iran. Quaternary International 197: 55–71.
- Leroy, S.A.G., Lahijani, H.A.K., Djamali, M., Naqinezhad, A., Moghadam, M.V., Arpe, K., Shah-Hosseini, M., Hosseindoust, M., Miller, Ch.S., Tavakoli, V., Habibi, P. & Naderi Beni, M. 2011. Late Little Ice Age palaeoenvironmental records from the Anzali and Amirkola Lagoons (south Caspian Sea): Vegetation and sea level changes. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 302: 415–434.
- Leroy, S.A.G., Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Lahijani, H.A.K., Alimohammadian, H. & Nigarov, A. 2013. Holocene vegetation history and sea level changes in the SE corner of the Caspian Sea: relevance to SW Asia climate. Quaternary Science Reviews 70: 28–47.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. Pollen analysis. Blackwell Science Publishers.
- Punt, W. (ed.) 1976. The northwest European pollen flora I. Elsevier.
- Punt, W. & Blackmore, S. (eds). 1991. The northwest European pollen flora VI. Elsevier.
- Punt, W. & Clarke, G.C.S. (eds). 1980. The northwest European pollen flora II. Elsevier.
- Punt, W. & Clarke, G.C.S. (eds). 1981. The northwest European pollen flora III. Elsevier.
- Punt, W. & Clarke, G.C.S. (eds). 1984. The northwest European pollen flora IV. Elsevier.
- Punt, W., Blackmore, S. & Clarke, G.C.S., editors 1988. The northwest European pollen flora V. Elsevier.
- Punt, W., Hoen, P.P. & Blackmore, S. (eds). 1995. The northwest European pollen flora VII. Elsevier.
- Punt, W., Blackmore, S., Hoen, P.P. & Stafford, P.J. (eds). 2003. The northwest European pollen flora, VIII. Elsevier.
- Ramezani, E. 2009. The Holocene development of the Caspian forests: a palynological study with silvicultural applications (case study: Mashalak forests). PhD thesis, University of Tehran. 132 p. (In Persian with English summary).
- Ramezani, E. 2013. Palynological reconstruction of late-Holocene vegetation, climate, and human impact in Kelardasht (Mazandaran Province, N Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research 21: 48-62 (In Persian with English abstract).
- Ramezani, E., Marvie Mohadjer, M.R., Knapp, H.-D., Ahmadi, H. & Joosten, H. 2008. The late-Holocene vegetation history of the Central Caspian (Hyrceanian) forests of northern Iran. The Holocene 18: 305–319.
- Ramezani, E., Marvie Mohadjer, M.R., Knapp, H.D., Theuerkauf, M., Manthey, M. & Joosten, H. 2013. Pollen-vegetation relationships in the central Caspian (Hyrceanian) forests of northern Iran. Review of Palaeobotany and Palynology 189: 38–49.
- Sabeti, H. 1994. Forests, trees and shrubs of Iran. Yazd University Press (In Persian with English summary).
- Sandgren, P. & Snowball, I. 2002. Application of mineral magnetic techniques to paleolimnology. Pp. 217–237. In: Tracking environmental change using lake sediments, Vol. 2 (Last, W.M. & Smol, J.P., eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. Pollen et Spores 13: 615–21.

- Stuiver, M. & Reimer, P.J. 2005. CALIB rev. 6.1.0 (software).
- van Zeist, W. & Bottema, S. 1977. Palynological investigations in Western Iran. *Palaeohistoria* 19: 19–85.
- Touchan, R., Akkemik, Ü., Hughes, M.K. & Erkan, N. 2007. May-June precipitation reconstruction of southwestern Anatolia, Turkey during the last 900 years from tree rings. *Quaternary Research* 68: 196–202.
- van Zeist, W. & Wright, H.E., Jr. 1963. Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, Southwestern Iran. *Science* 140: 65–67.
- Wasylikowa, K. 2008. Diatom Monographs. *In*: Wasylikowa, K. & Witkowski, A. (eds). Vol. 8. The palaeoecology of Lake Zeribar and surrounding areas, Western Iran, during the last 48,000 years. A.R.G. Gantner Verlag. K.G.
- Whitlock, C. & Larsen, C. 2002. Charcoal as a fire proxy. *In*: Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Vol. 3: Terrestrial, Algal and Siliceous Indicators. Edited by: John, P., Smol, H. John, B. Birks & William, M. Last. Kluwer Academic Publishers.
- Wilmshurst, J.M. & McGlone, M.S. 2005. Corroded pollen and spores as indicators of changing lake sediment sources and catchment disturbance. *Journal of Paleolimnology* 34: 503–517.