

اسکین شہد  
تاریخ  
پورا توں

۲۸

بیت الاحقر  
الحقر

۹۰۳۹۱



دانشگاه تربیت معلم تهران

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد زمین شناسی

(گرایش چینه شناسی و فسیل شناسی)

پالینولوژی رسوبات دونین و کربونیفر شمال شاهرود

استاد راهنما: دکتر سید حسین هاشمی

استاد مشاور: دکتر جهانبخش دانشیان

دانشجو: شرمین ظاهری



۱۳۸۶ / ۷ / ۱۵

خرداد ۱۳۸۶

۹۰۳۹۱

## فهرست مطالب

| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| چکیده  | الف  |
| تشکر و قدردانی   | ب    |
| فصل اول: کلیات   | ۱    |
| مقدمه  | ۲    |
| موقعیت جغرافیایی مقاطع چینه‌شناسی مورد مطالعه            | ۳    |
| مطالعات فسیل‌شناسی رسوبات دونین و کربونیفر در ایران      | ۵    |
| الف- پالینولوژی  | ۵    |
| ب- مطالعه سایر گروه‌های فسیلی (به استثنای پالینومورف‌ها) | ۸    |
| روش نمونه برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها                   | ۹    |
| فصل دوم: چینه‌شناسی                                      | ۱۳   |
| مقدمه  | ۱۴   |
| سازند خوش‌بیلاق  | ۱۵   |
| سازند مبارک  | ۱۶   |
| برش چینه‌شناسی میغان                                     | ۱۷   |
| برش چینه‌شناسی نوده                                      | ۱۸   |
| فصل سوم: سیستماتیک پالینومورف‌ها                         | ۲۴   |
| مقدمه  | ۲۵   |

|     |   |
|-----|---|
| ۲۶  | سیست پراسینوفیسه آ (Prasinophyte phycomata)                                 |
| ۳۴  | آکریتارکها (Acritarchs)   |
| ۴۸  | میوسپورها (Miospores)   |
| ۸۸  | <b>فصل چهارم: ترکیب و ارزش چینه‌شناسی پالینوفلورای مورد مطالعه</b>          |
| ۸۹  | مقدمه   |
| ۸۹  | ویژگی های کلی پالینوفلورای مورد مطالعه                                      |
| ۹۱  | مقایسه پالینوفلورای مورد مطالعه با پالینوفلوراهای هم زمان در ایران          |
| ۹۴  | مقایسه پالینوفلورای مورد مطالعه با پالینوفلوراهای هم زمان در سایر نقاط دنیا |
| ۱۰۲ | پالینوستراتیگرافی   |
| ۱۰۳ | سن پالینوفلورای موجود در برشهای چینه شناسی مورد مطالعه                      |
| ۱۰۳ | سن پالینوفلورای موجود در برش چینه شناسی نوده                                |
| ۱۰۵ | سن پالینوفلورای موجود در برش چینه شناسی میغان                               |
| ۱۱۰ | محیط تشکیل پالینوفلورای مورد مطالعه و بازسازی پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی   |
| ۱۲۲ | <b>منابع</b>  |
| ۱۴۸ | <b>اطلس پالینومورف ها</b>   |
| ۱۸۵ | <b>چکیده انگلیسی</b>  |

## چکیده

پالینولوژی رسوبات دونین در برش چینه شناسی میغان (شمال شاهرود) و نهشته های دونین و کربونیفر در برش چینه شناسی نوده (جنوب آزادشهر) بررسی شده است. ستبرای این نهشته ها در برش چینه شناسی میغان ۱۲۸۳ متر است. در برش چینه شناسی مذکور مرز پایینی سازند خوش بیلاق با بازالت های سلطان میدان بصورت نانکانفرمیتی و مرز بالایی آن با نهشته های کربونیفر با ناپیوستگی همراه است. در برش چینه شناسی نوده ضخامت نهشته های دونین و کربونیفر ۴۳۵ متر است. مرز پایینی سازند خوش بیلاق در این برش فاقد رخنمون و مرز بالایی آن با پیوستگی رسوبی همراه است. این بررسی به شناسایی پنج گروه از پالینومورف ها شامل میوسپور، آکریتارک، پراسینوفیت، کیتینوزوآ، و اسکلوکودنت انجامیده است. در مجموع ۴ جنس و ۱۰ گونه از پراسینوفیت ها، ۱۳ جنس و ۱۸ گونه آکریتارک، و ۲۸ جنس و ۵۳ گونه میوسپور شناسایی و بطور سیستماتیک مطالعه شدند. مطالعه و توصیف سیستماتیک کیتینوزوآها و اسکلوکودنت ها در این بررسی مد نظر نبوده است. سازند خوش بیلاق در برش چینه شناسی میغان بر اساس میوسپورها و میکروفیتوپلانکتون ها به دونین میانی تا فرازین نسبت داده شده است. علاوه بر این ماکروفسیل های گیاهی با حفظ شدگی ضعیف که در بخش پایینی نهشته های دونین در برش چینه شناسی میغان وجود دارند سن دونین پیشین؟- میانی را مشخص می کنند. در برش چینه شناسی نوده نیز میکروفیتوپلانکتون ها و میوسپورهای شناسایی شده سن فرازین- تورنیزین را تایید می کنند. با توجه به میوسپورهای موجود در رسوبات دونین و کربونیفر، گیاهان مربوط به Bryophyta، Zosterophyllopsida، Barinophytopsida، Equisetopsida، Filicopsida، Cycadopsida، Lycopside، Progymnospermopsida، Ginkgoopsida در پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی نهشته های دونین و کربونیفر (مقاطع چینه شناسی مورد مطالعه) وجود داشتند. وجود گیاهان مذکور معرف پوشش گیاهی متنوع و آب و هوای گرم و نسبتاً مرطوب در زمان دونین و کربونیفر در البرز شرقی است.

## تقدیم به

• اولین و دلسوزترین معلمان زندگی پدر و مادر عزیزم  
• اسوه های محبت و دوستی خواهران و برادران مهربانم  
• تمامی معلمانی که در مکتب پربارشان درس زندگی آموختم

## تشکر و قدر دانی

الهی! نور تو چراغ معرفت بیفروخت، دل من افزونی است، قرب تو چراغ وجد بیفروخت، همت من افزونی است؛ بود تو کار من راست کرد، بود من افزونی است. الهی! شناخت تو ما را امان و لطف تو ما را عیان. ای سزاوار ثناء.

بزرگواران زیادی در به اتمام رسانیدن این پایان نامه مرا یاری دادند که از همه ایشان سپاسگزارم و طول عمر با عزت و موفقیت در زندگی را برایشان از خالق توانا خواهانم.

آقای دکتر سید حسین هاشمی استاد دستوز و بزرگواری که در تمامی مراحل عملی و مطالعاتی و نوشتاری پایان نامه راهنمای من بودند. آقای دکتر جهانبخش دانشیان به عنوان مشاور و دلسوز که با مطالعه دقیق و یاد آوری نکاتی ارزشمند مرا همراهی کردند. آقای دکتر فرج ا... فیاضی داور داخلی و رئیس دانشکده علوم که همیشه از کمک های بی دریغشان بهره مند بودم. آقای دکتر بهاء الدین حمدی داور خارجی پایان نامه که با حوصله آن را مطالعه نموده، نکاتی آموزنده را به من یاد آور شدند.

آقایان دکتر بهزاد مهرابی مدیر محترم فعلی و آقای دکتر یعقوب لاسمی مدیریت سابق گروه زمین شناسی. آقای دکتر صدرالدین امینی نماینده تحصیلات تکمیلی که مرا یاری دادند.

از آقای دکتر محمد صادق فخر به خاطر راهنمایی های ارزشمند و شناسایی نمونه های ماکروفسیل های گیاهی بسیار سپاسگزارم. مراتب تشکر و قدر دانی خویش را از خانم مهندس صبریه امینی به خاطر همراهی و محبت های بی دریغ ایشان ابراز می دارم. از آقای مهندس هادی امین رسولی که در مراحل مختلف پایان نامه از راهنمایی ها و کمک های بی دریغشان استفاده کردم بسیار متشکرم. از خانمها شیرین چزانی، پروانه امیر اصلانی، مرضیه فلاح، میترا سفید کار، مریم درخشانی، مهوش هادی بیگی، زهرا غلامی، رقیه اسد نژاد، خانم جمشیدپور و آقایان فرهاد شیخی، محمد رحیم زاده و حمداللهی و دوستی به خاطر کمک های بی چشم داشت و همکاری شان سپاسگزارم.

حاصل کارم را هر چند ناچیز است به خانواده عزیزم تقدیم می کنم که همیشه بهترین یار و یاور و دلسوزترین معلم من بودند و همواره وجودشان برای من مایه دلگرمی و راهنمایی و صبرشان باعث پیشرفت من شده است.

# فصل اول: کلیات



اولین گزارش درباره رسوبات دونین ایران توسط Verneuil ( نقل از Viquesnal, 1850)، در مورد طبقات مربوط به البرز مرکزی تقریباً در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غرب گرگان، ارائه شده است. بعد از گذشت بیش از یک و نیم قرن از چاپ این گزارش و علیرغم پراکندگی وسیع جغرافیایی رسوبات دونین در ایران، هنوز اطلاعات دقیقی در مورد چینه شناسی، رخساره، محتوی فسیلی و تطابق نهشته های مربوط به این زمان در ایران در اختیار نداریم (Dastanpour, 1996).

رسوبات دونین در شمال ایران عمدتاً شامل نهشته های آواری و همچنین میان لایه های کربناته می باشند که با ناپیوستگی فرسایشی، مربوط به عملکرد فاز کالدونین، روی رسوبات قدیمی تر قرار دارند. نهشته های مربوط به کربونیفر که بیشتر مربوط به کربونیفر زیرین هستند، در البرز غالباً از سنگ های کربناته سیاه رنگ با میان لایه هایی از مارل تیره رنگ تشکیل شده اند که با ناپیوستگی فرسایشی روی رسوبات دونین و در زیر نهشته های مربوط به پرمین بالایی قرار دارند (Stöcklin & Setudehnia, 1971).

در البرز شرقی، رسوبات دونین از نظر ضخامت، سنگ شناسی، محتوی فسیلی تنوع بیشتری نسبت به رسوبات مربوط به این دوره در البرز مرکزی (سازند جیروود) نشان می دهند. نهشته های مربوط به کربونیفر زیرین این بخش از رشته کوه های البرز در مقایسه با رسوبات هم زمان البرز مرکزی لیتولوژی قابل مقایسه ای دارند اما رسوبات مربوط به کربونیفر بالایی نیز از برخی مناطق البرز شرقی گزارش شده اند (افشار حرب، ۱۳۷۳؛ Jenny, 1977).

در رسوبات مربوط به دوره های دونین و کربونیفر البرز، به ویژه البرز شرقی، لیتولوژی های مناسب جهت انجام مطالعه پالینولوژی وجود دارد. مطالعات پالینولوژی قبلی در مورد رسوبات دونین ایران (به عنوان مثال Kimyai, 1972; Coquel et al., 1977; Ghavidel-Syooki, 1995; Hashemi & Playford, 1998)

و کشورهای همسایه (به عنوان مثال Clayton *et al.*, 2000; Loboziak, 2000; Higgs *et al.*, 2002).

حاکمی از وجود پالینوفلورای متنوعی با درجه حفظ شدگی متوسط تا خوب در رسوبات مذکور است. نهشته های سازند خوش ییلاق در برش چینه شناسی میغان، شمال شاهرود، و رسوبات متعلق به دونین و کربونيفر در برش چینه شناسی نوده، جنوب آزاد شهر، به منظور مطالعه پالینومورف های آنها انتخاب و مورد بررسی قرار گرفته اند. برای انجام این مطالعه ۱۲۳ نمونه از رسوبات سازند خوش ییلاق در برش چینه شناسی میغان و رسوبات دونین (سازند خوش ییلاق) و کربونيفر در برش چینه شناسی نوده برداشت شده است. مراحل آماده سازی (processing) نمونه های انتخاب شده جهت جدا کردن پالینومورف ها، در آزمایشگاه میکروپالئونولوژی گروه زمین شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران انجام گرفته است.

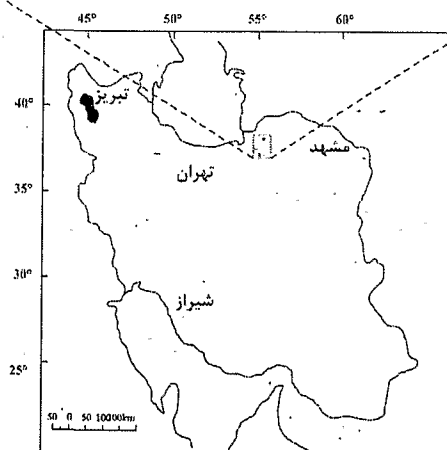
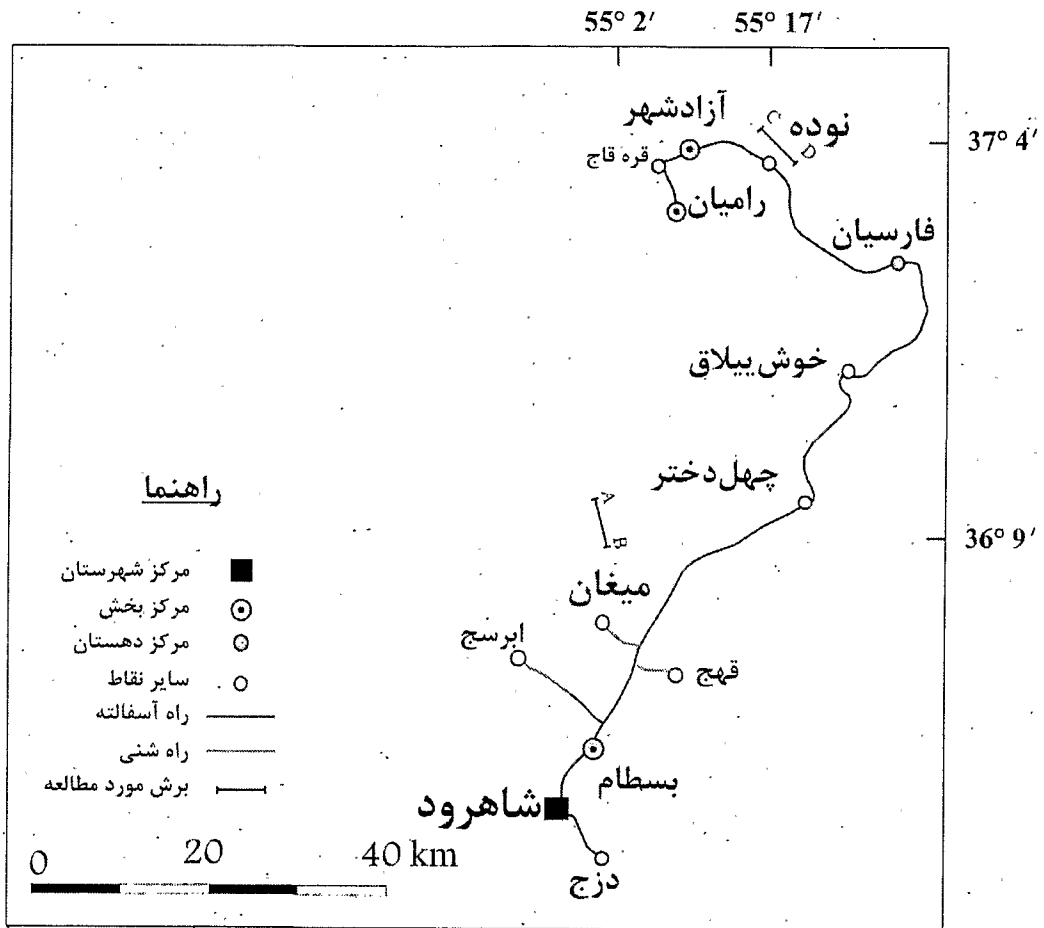
#### موقعیت جغرافیایی مقاطع چینه شناسی مورد مطالعه

برشهای چینه شناسی مورد مطالعه در شمال شرقی شاهرود و از نظر تقسیمات زون های ساختاری رسوبی ایران در البرز شرقی واقع شده اند (شکل ۱-۱). برش چینه شناسی میغان در ۳۰ کیلومتری شمال شاهرود و در ۵ کیلومتری شمال غرب میغان قرار دارد. طول جغرافیایی این برش  $۵۵^{\circ} ۲'$  شرقی و عرض جغرافیایی آن  $۳۶^{\circ} ۹'$  شمالی می باشد. شهرستان شاهرود، با توجه به موقعیت جغرافیایی، دارای آب و هوای متنوعی است. در قسمت های جنوبی و حاشیه کویر آب و هوای نسبتاً گرم و خشک، در مناطق مرکزی و شرقی آب و هوای معتدل، و در نواحی شمالی آن آب و هوای نسبتاً سرد و خشک حاکم است. با توجه به کوهستانی بودن منطقه، زمان مناسب جهت مطالعات زمین شناسی در فصول بهار و تابستان می باشد.

برش چینه شناسی نوده با طول جغرافیایی  $۵۵^{\circ} ۱۷'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $۳۷^{\circ} ۴' ۳۰''$  شمالی در جنوب آزادشهر، یک کیلومتری جنوب پل نوده، و در کنار جاده آسفالتی شاهرود- آزادشهر قرار دارد (شکل ۱-۱). با

(شکل ۱-۱). با توجه به وجود پوشش جنگلی نسبتاً متراکم و آب و هوای مرطوب در این منطقه، زمان

مناسب برای انجام مطالعات زمین شناسی اواخر بهار و فصل تابستان می باشد.



شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به برشهای چینه شناسی مورد مطالعه

## مطالعه فسیل شناسی رسوبات دونین و کربونیفر در ایران

### الف - مطالعه پالینولوژی

در اولین مطالعه پالینولوژی نهشته های پالئوزوئیک پسین در ایران (1971) Vanguëstainé (نقل از علوی نائینی، ۱۳۷۲) تعدادی میوسپور و یک گونه آکریتارک *Gorgonisphaeridium* sp. cf. *G. winslowiae* Staplin, Jansonius & Pocock, 1965 مربوط به دونین پسین را از رسوبات سازند جیروود، در البرز مرکزی، گزارش کرد. اما اولین مطالعه منتشر شده در مورد پالینولوژی دونین در ایران مربوط به (1972) Kimyai از سازند جیروود، در البرز مرکزی، است. پالینوفلورای گزارش شده توسط وی عمدتاً شامل میوسپورهای از نظر ساختمانی ساده و با حفظ شدگی نسبتاً خوب همراه با آکریتارکهای با مورفولوژی ساده مانند *Veryhachium* Deunff ex Downie, 1959 emend. Sarjeant & Stancliffe, 1994 و همچنین یک گونه آکریتارک شاخص فرازنین *Chomotriletes vedugensis* Naumova, 1953 می باشد. Kimyai (1979) رسوبات سازند جیروود در ناحیه حسنکدر، البرز مرکزی، را بررسی و سن دونین میانی - اوایل دونین پسین را برای این سازند در برش مذکور پیشنهاد کرده است. محمد بیگی (۱۳۷۰) نیز پالینولوستراتیگرافی و پالئواکولوژی رسوبات دونین ناحیه حسنکدر را مطالعه کرده است و با توجه به حضور گونه هایی مانند *Chomotriletes vedugensis*, *Deltotosoma intonsum*, *Gorgonisphaeridium discissum* *Dictyotidium granulatum*, سن دونین پسین (فرازنین) را برای این رسوبات در نظر می گیرد. Ghavidel-Syooki (1994) رسوبات سازند جیروود را در برش چینه شناسی امام زاده هاشم مطالعه کرده و براساس گسترش چینه شناسی پالینومورف ها ۴ بیوزون در نهشته های مذکور شناسایی و سن فرازنین - تورنیزین را برای این واحد سنگی پیشنهاد می کند. در مقطع تیپ سازند جیروود و برش چینه شناسی حسنکدر، البرز مرکزی، با توجه به وجود فرم هایی مانند *Daillydium pentaster*, *Deltotosoma intonsum*, *Retispora lepidophyta*,

سازند جیروود پیشنهاد شده است. (واعظ جوادی، ۱۳۷۳ و Ghavidel-Syooki, 1995). هاشمی و تابع (۱۳۸۴) پالینولوژی سازند جیروود را در برش چینه شناسی غرب گرمابدر، شمال شرق تهران، بررسی کرده با توجه به حضور پالینومورف هایی مانند *Dailydium pentaster*, *Deltotosoma intonsum*, *Chomotriletes vedugensi*, *Unellium lunatum*, *Geminospora lemurata* پسین را برای این سازند پیشنهاد می کند. با مطالعه رسوبات دونین مربوط به برش چینه شناسی دروار در غرب دامغان (هاشمی و فهیمی، ۱۳۸۴) و براساس وجود میکروفیتوپلانکتون ها و میوسپورهای شاخص مانند: *Cymatiosphaera perimembrana*, *Chomotriletes vedugensis*, *Deltotosoma intonsum*, *Papulogabata annulata*, *Tornacia sarjeantii*, *Unellium lunatum*, *Unellium piriforme*, *Retispora lepidophyta*, *Geminospora lemurata*, *Retusotriletes rugulatus*, *Grandispora cornuta*, *Grandispora sp. cf. G. gracilis* سن دونین پسین (فرازنین- فامنین) برای رسوبات سازند جیروود در نظر گرفته شده است.

در نخستین مطالعه پالینولوژی رسوبات دونین در البرز شرقی، قویدل سیوکی (۱۳۵۵) رسوبات مقطع تیپ سازند خوش ییلاق را بررسی و بر اساس انتشار چینه شناسی پالینومورف ها سن ژئوسین تا فامنین را برای این سازند پیشنهاد کرد. صبوری (۱۳۷۰) نیز پالینوفلورای نسبتاً متنوعی از این سازند گزارش کرده و بر مبنای انتشار چینه شناسی پالینومورف ها پنج بیوزون تشخیص داده و سن ژئوسین- فامنین را پیشنهاد می کند. (Coquel et al. (1977) پنج توالی رسوبی پالئوزوئیک فوقانی در البرز شرقی را بررسی و پالینوفلورای متنوعی شامل آکریتارک، پراسینوفیت و میوسپور با حفظ شدگی نسبتاً خوب گزارش کردند که سن دونین- کربونیفر پیشین را برای این توالی رسوبی معین می کند. رفیقی اسکویی (۱۳۷۱) مقطع تیپ سازند پادها را بر اساس پالینومورف های موجود در آن به دونین پسین (فرازنین) نسبت داده است. رسوبات دونین بالایی در شمال خاوری یزد بر مبنای گسترش چینه شناسی

پیشنهاد شده است (بیرانوند، ۱۳۷۴). پالینوفلورای متنوعی شامل میوسپور، آکریتارک و پراسینوفیت با حفظ شدگی نسبتاً خوب و به سن دونین پسین (فرازنین) از سازند شیشتو در شرق ایران مرکزی، گزارش شده است (Hashemi & Playford, 1998). اسدی (۱۳۷۶) و جعفری زاده (۱۳۷۶)، به ترتیب، میوسپورها و میکروفیتوپلانکتون های سازند های مولی و ایلان قره در شمال شرق ماکو، آذربایجان غربی، را بررسی کرده و سن دونین پسین (فرازنین) را برای این رسوبات پیشنهاد می کنند. پالینوفلورای متنوعی با حفظ شدگی نسبتاً خوب شامل میوسپور، میکروفیتوپلانکتون و اسکلوکودنت از رسوبات دونین بالایی شمال سمنان گزارش شده است که بر اساس انتشار قائم میوسپورها و آکریتارک ها در این نهشته ها پنج بیوزون معرفی شده است (سعیدی، ۱۳۷۶). پالینوفلورای متنوعی شامل میوسپور، میکروفیتوپلانکتون، اسکلوکودنت و کیتینوزوا از سازند خوش ییلاق در برش چینه شناسی نوده، جنوب آزاد شهر، گزارش شده است که با توجه به حضور فرمهای فسیلی با گسترش چینه شناسی شناخته شده مانند *Cymatiosphaera perimembrana*, *Daillydium pentaster*, *Papulogabata annulata*, *Geminospora lemurata*, *Unellium piriforme* و *Unellium lunatum* و عدم حضور *Retispora lepidophyta* سن دونین پسین (فرازنین) برای این رسوبات پیشنهاد شده است (هاشمی و ظاهری، ۱۳۸۳). هاشمی و مسعودی (۱۳۸۴) پالینوفلورای متنوعی با حفظ شدگی نسبتاً خوب از سازند جیروود در شمال سمنان را مطالعه و بر اساس وجود فرمهای فسیلی با گسترش چینه شناسی مشخص مانند *Retispora lepidophyta*, *Geminospora lemurata*, *Unellium lunatum*, *Daillydium pentaster* (فرازنین- فامنین) را برای سازند جیروود در برش چینه شناسی مذکور پیشنهاد می کنند. هاشمی (۱۳۶۹) پالینومورف های رسوبات مقطع تیپ سازند دورود را مطالعه و با توجه به انتشار چینه شناسی پالینومورف های موجود در مقطع چینه شناسی مذکور، رسوبات لیتوزون ۱ سازند دورود در برش چینه شناسی مذکور را به کربونیفر پیشین نسبت می دهد. اکبریان رشوانلو (۱۳۷۱) نیز در رسوبات مقطع

تیپ سازند سردر، شمال شرق طیس، ۵ بیوزون شناسایی کرده و بر اساس ارزش چینه شناسی پالینومورف های شناسایی شده سن دونین پسین تا ویزین پسین را به این سازند نسبت داد.

#### ب- مطالعه سایر گروههای فسیلی (به استثنای پالینومورف ها)

علاوه بر این محتوی فسیلی (براکیوپودا، کنودونت و فرامینیفر) رسوبات دونین و کربونیفر البرز شرقی مورد مطالعه قرار گرفته است. علیرغم مطالعات فسیلی مختلف که بر روی رسوبات خوش بیلاق انجام شده است توافق نظر کلی در مورد سن این سازند وجود ندارد که در ادامه به تعدادی از این مطالعات اشاره می شود. مطالعه براکیوپودهای این سازند نشان دهنده سن ایفلین (دونین میانی) برای بخش قاعده ای سازند خوش بیلاق می باشد (Bozorgnia, 1973; Brice *et al.*, 1978). بررسی هایی که توسط احمدزاده هروی (۱۳۶۱) بر روی براکیوپودها و کنودونت های این سازند صورت گرفته است سن این بخش را امسین پسین (دونین پیشین) پیشنهاد می کند. مطالعه کنودونت ها نیز سن اواخر دونین پیشین (Hamdi & Janvier, 1981) و دونین میانی (Weddige, 1983, 1984; Ashouri, 1990) را نشان می دهد. جدید ترین مطالعات انجام شده با استفاده از کنودونت ها نشان دهنده سن دونین پیشین تا دونین پسین (Wendt *et al.*, 1997) و دونین میانی تا پسین (کریمی، ۱۳۸۰) می باشد. مظاهری (۱۳۸۱) با توجه به فرامینیفرای *Trocholiscus* sp. *Uralinella* sp. cf. *U. bicamrata*, *Umbellina* موجود در برش چینه شناسی میغان سن ایفلین (دونین میانی) تا انتهای دونین پسین را برای این رسوبات در نظر گرفته، آن را به عنوان گروه میغان معرفی می کند. Jenny (1977) با مطالعه ای که بر روی رسوبات دونین و کربونیفر در میغان انجام داده است قسمت قاعده ای سازند خوش بیلاق را به عنوان پادها در نظر گرفته آن را به دونین میانی نسبت می دهد. وی همچنین نهشته های کربونیفر بویژه کربونیفر زیرین را در البرز شرقی با رخساره سازند مبارک به خوبی شناسایی کرده است که در نواحی خوش بیلاق، تیل آباد و همچنین نوده سازند مبارک به خوبی رخنمون دارد. شهبابی (نقل از غلوی نائینی، ۱۳۷۲) نیز سازند خوش بیلاق را در منطقه میغان اندازه گیری کرده و ۹۶ متر از لایه

های ماسه سنگ و شیل و کمی آهک را که در زیر کنگلومرای قاعده ای پیشنهادی توسط بزرگ نیا قرار دارد جزو سازند خوش بیلاق در نظر می گیرد. بررسی هایی که بر روی سازند مبارک در برش های گوناگون البرز مرکزی (مصدق، ۱۳۷۶؛ لاسمنی و مصدق، ۱۳۷۹) صورت گرفته است نشان می دهد که این سازند در برگیرنده ۷ سکانس رسوبی به سن تورنیزین پیشین تا نامورین پیشین می باشد. مصدق (۱۳۷۹) براساس میکروفسیل های موجود در برشهای مختلفی مانند شه میرزاد، آرو و مبارک آباد که در البرز مرکزی مطالعه کرده است سن سازند مبارک را تورنیزین پیشین تا نامورین پیشین تعیین کرده است.

### روش نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها

جهت انجام این مطالعه از نهشته های مربوط به دونین و کربونیفر در شمال شرق شاهرود، مقطع چینه شناسی میغان، و جنوب آزاد شهر، البرز شرقی، مقطع چینه شناسی نوده، مجموعاً ۱۲۳ نمونه برداشت شده است. از این تعداد، ۵۶ نمونه مربوط به برش چینه شناسی میغان و ۳۹ نمونه مربوط به برش چینه شناسی نوده به منظور جداسازی و مطالعه پالینومورف های آنها در نظر گرفته شده اند. نمونه برداری بطور کلی از رسوبات دانه ریز خاکستری تا تیره رنگ، مناسب جهت انجام مطالعات پالینولوژی (Traverse, 1988) صورت گرفته است.

با توجه به احتمال اختلاط (contamination) نمونه ها در مراحل مختلف نمونه برداری، نقل و انتقال نمونه ها، و جداسازی پالینومورفها (Wood *et al.*, 1996) که ممکن است باعث ایجاد خطا در نتیجه گیری و تفسیر داده ها شود لازم است در مراحل مختلف نمونه برداری، تهیه نمونه ها در آزمایشگاه و همچنین تهیه اسلاید دقت لازم به عمل آید. به همین منظور نمونه برداری از عمق ۲۰-۵۰ سانتیمتری زیر سطح لایه ها صورت گرفته است تا احتمال اختلاط نمونه ها و هوازدگی و تخریب پالینومورفها به حداقل برسد. همچنین در زمان جابجایی نمونه ها، هر نمونه در یک کیسه پلاستیکی جمع آوری و بعد از ثبت مشخصات نمونه، جهت جلوگیری از اختلاط با نمونه های دیگر، در داخل کیسه پلاستیکی جداگانه ای قرار داده شد. در هنگام تهیه نمونه ها در آزمایشگاه نیز احتیاط لازم به عمل آمده



است. به عنوان مثال، چکش مورد استفاده پس از خرد کردن هر نمونه کاملاً تمیز شد و برای خرد کردن نمونه ها نیز از ظروف آلومینیومی یک بار مصرف استفاده شد. بشر، هم زن و لوله های آزمایش نیز بعد از هر بار استفاده به دقت شسته شدند. هنگام کار با اسیدها بشرهای حاوی نمونه در فاصله مناسب از یکدیگر قرار داده شدند تا در صورت واکنش شدید از سرریز شدن و اختلاط نمونه ها، جلوگیری شود. علاوه بر این موارد نکات ایمنی لازم مانند استفاده از دستکش، ماسک، و هود برای تخلیه گازهای حاصل از استفاده با اسیدها، محلول شولتز (Schultz solution:  $KClO_3 + HNO_3$ )، و کلورور روی نیز رعایت شده است. برای جداسازی مواد آلی، از جمله پالینومورفها، از رسوبات دربرگیرنده (maceration)، از روش HCl-HF-HCl و روشهای متداول در پالینولوژی به عنوان مثال (Barss & Williams, 1973; Phipps & Playford, 1984; Wood *et al.*, 1996) استفاده شده است. از قسمتهای مختلف هر نمونه، با توجه به نوع لیتولوژی، ۶۰-۴۰ گرم مورد استفاده قرار گرفته است. در مورد نمونه های کربناته، که احتمال وجود پالینومورف ها در آنها کمتر می باشد، از مقدار نمونه بیشتری استفاده شده است. ابتدا نمونه ها به ابعاد ۱-۲ میلیمتر خرد شدند. برای انحلال کربناتها و اکسیدهای آهن نمونه ها از اسید کلریدریک ۱۰٪ و حرارت استفاده شده است. بعد از حصول اطمینان از انحلال کربناتها، نمونه با آب مقطر شسته و سانتریفیوژ شد. در مرحله بعد نمونه به بشر پلاستیکی منتقل و به منظور انحلال سیلیکاتها به مدت حداکثر ۲۴ ساعت در اسید فلوئوریدریک ۴۲٪ قرار داده شد. پس از این مرحله نیز نمونه چند بار با آب مقطر شسته شده و با آب مقطر گرم سانتریفیوژ شد تا باقیمانده HF به طور کامل از محیط خارج شود. سپس برای از بین بردن ژل سیلیسی تشکیل شده در نتیجه استفاده از HF، نمونه در داخل اسید کلریدریک ۵۰٪ گرم قرار داده شده و مجدداً با آب مقطر گرم سانتریفیوژ شد. پس از این مرحله، از هر نمونه یک اسلاید موقت تهیه و با میکروسکوپ مطالعه گردید تا وجود پالینومورف، رنگ، و نوع آنها مورد بررسی قرار گیرد. در صورت نیاز، برای روشن تر شدن رنگ نمونه و همچنین جداسازی مواد آلی غیر پالینومورف از نمونه، از مواد اکسیدکننده به صورت

کنترل شده استفاده شده است. به این معنی که پس از افزودن اسید نیتریک و گرم کردن نمونه، در فواصل زمانی مناسب نمونه به دقت در زیر میکروسکوپ کنترل شد تا رنگ پالینومورف ها به صورت مطلوب درآید. در صورت لزوم به جای اسید نیتریک از محلول شولتز که اکسیدکننده قویتری است، استفاده شده است.

در هنگام اکسیداسیون، بعضی از نمونه ها واکنش شدیدی نشان می دهند که به علت فراوانی پیریت ( $FeS_2$ ) و انحلال آن در اسید نیتریک می باشد. در چنین مواردی نمونه ها به ظرف بزرگتری منتقل شده اند تا از سرریز شدن نمونه ها جلوگیری شود. مدت زمان استفاده از اسید نیتریک یا محلول شولتز بستگی به وضعیت پالینومورف ها دارد که در زمان مناسب این واکنش با اضافه کردن آب متوقف شده است. در مرحله بعد جهت افزایش فراوانی نسبی (concentration) پالینومورف ها و جداسازی مواد زاید حاصل از اکسیداسیون، به نمونه محلول هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۵٪ اضافه شد. پس از سانتریفیوژ کردن و خنثی کردن نمونه، به دلیل انحلال و خارج شدن مواد آلی غیر فسیل، حجم نمونه باقیمانده به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. با توجه به وزن مخصوص متوسط پالینومورف ها ( $1/4 \text{ gr/cm}^3$ ) جهت جداسازی آنها از مواد غیر پالینومورف، از محلول  $ZnCl_2$  با وزن مخصوص  $2 \text{ gr/cm}^3$  یا کمتر (در صورت نیاز) استفاده شده است. پس از سانتریفیوژ کردن نمونه در لوله های  $15^\circ C$ ، مخلوط حاصل به دو بخش ته نشین شده (sink) و شناور (float) تقسیم می شود. مواد ته نشین شده پس از حصول اطمینان از عدم وجود پالینومورف در آنها دور ریخته شدند. پس از اضافه کردن چند سی سی آب مقطر به بخش شناور و کاهش وزن مخصوص  $ZnCl_2$  نمونه مجدداً سانتریفیوژ شد تا مواد غیر فسیل بیشتری از نمونه جدا شده و فراوانی نسبی پالینومورف ها افزایش یابد. این مرحله در صورت لزوم قابل تکرار است. سپس نمونه باقیمانده (residue) چند بار با آب مقطر شسته شد تا محلول  $ZnCl_2$  بطور کامل از محیط خارج شود. پس از این مرحله فراوانی نسبی پالینومورف ها افزایش یافته و نمونه آماده تهیه اسلاید می باشد. برای تهیه کردن اسلاید دایمی

(strew slide) از هر نمونه ۲-۳ قطره بر روی لامل (۲۲×۴۰mm) ریخته شد. برای از بین بردن چربی موجود روی لامل و تسهیل در پخش شدن یکنواخت نمونه از پلی ویتیل الکل (P.V.A.) استفاده شده است. برای جلوگیری از اختلاط پالینومورف‌ها با نمونه های عهد حاضر، لامل ها در هنگام خشک شدن دور از جریان هوای آزاد قرار داده شدند. پس از خشک شدن نمونه ها، چند قطره چسب (Entellan) روی لام ریخته و بعد از گرم کردن آن با استفاده از هات پلیت (Hot Plate)، لامل بر روی آن قرار داده شد و حبابهای احتمالی موجود در اسلایدها با استفاده از حرارت ملایم خارج شدند. اسلایدها به مدت ۲۴ ساعت به صورت افقی قرار داده شدند تا چسب آنها کاملاً خشک شود. پس از این مرحله و تمیزکردن چسب اضافی، اسلایدها آماده مطالعه می‌باشند. از هر نمونه ۳-۵ اسلاید با میکروسکوپ مطالعه شده است که برای این منظور از میکروسکوپ ZEISS مدل AXIOPLAN 2 استفاده شده است. عکسبرداری از نمونه ها با بزرگنمایی ۵۰ و با دوربین دیجیتالی Canon Power Shot Gs صورت گرفته است.

# فصل دوم: چینہ شناسی