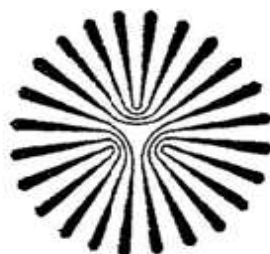


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه پیام نور مرکز تهران شرق

دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی گرایش چینه شناسی و فسیل شناسی

مطالعه تریلوبیت های بخش ۴ سازند میلا در برش دروار

(جنوب غرب دامغان)

فهیمة سرائی

اساتید راهنما:

جناب آقای دکتر محمدرضا کبریائی زاده

سرکارخانم دکتر منصوره قبادی پور

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر سید احمد بابازاده

خرداد ۱۳۹۲

شماره: .....  
 تاریخ: .....  
 پیوسته: .....



دانشگاه تهران  
 دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی  
 گروه آموزشی روانشناسی



جمهوری اسلامی ایران  
 وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مرکز تهران شرق

### صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فهیمه سرایی

دانشجوی رشته زمین شناسی (چینه شناسی و فسیل شناسی) به شماره دانشجویی

۸۷۰۰۰۵۴۵۰

تحت عنوان:

"مطالعه تریلوبیتهای بخش ۴ سازند میلا در برش دروار (جنوب غرب دامغان)"

جلسه دفاع با حضور داوران نامبرده ذیل در روز چهارشنبه مورخ: ۹۲/۰۳/۲۹ ساعت: ۱۱-۱۰ در محل

مرکز تهران شرقی برگزار شد. پس از بررسی پایان نامه مذکور با نمره به عدد ۸۰٪.

به حروف ..... و با درجه ارزشیابی ..... مورد قبول واقع شد.  نشد.

امضاء	دانشگاه / موسسه	مرتبه دانشگاهی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	پهنا نور	دانشیار	دکتر محمدرضا کبریایی زاده	استاد راهنما
	مرگن	استادیار	دکتر منصوره قبادی پور	استاد راهنمای همکار
	پهنا نور	دانشیار	دکتر سیداحمد بایاراده	استاد مشاور
	پهنا نور	استادیار	دکتر مهین محمدی	استاد داور
	پهنا نور	استادیار	دکتر مهین محمدی	نماینده گروه/ تحصیلات تکمیلی

تهران ، خیابان کریمخان  
 زنده خیابان استاد نجات  
 الهی ، خیابان شهید فلاح  
 پور ، پلاک ۲۷ مرکز  
 تهران شرق

تلفن: ۸۸۹۱۳۲۷۵  
 دورنگار: ۸۸۹۶۸۸۸۴

Tshargh.Tpnu.ac.ir  
 Tshargh@Tpnu.ac.ir

## سپاسگزاری:

پروردگار منان را سپاسگزارم که این توفیق را نصیب من ساخت تا در پناه الطاف بیکران ذات احدیت در محضر اساتید علم زمین‌شناسی (چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی) کسب فیض نموده و به عنوان عضو کوچک از خانواده بزرگ این مکتب، گوشه‌ای از فعالیت‌های خود را جهت خدمت به این علم تحت این مجموعه ارائه نمایم. بدین لحاظ بر خود واجب می‌دانم مراتب قدردانی خود را از عزیزانی که در طی مدت تحصیل، تهیه و نگارش این پایان‌نامه با اینجانب همکاری داشته‌اند سپاسگزاری نمایم.

استاد راهنمای محترم جناب آقای دکتر محمدرضا کبریائی زاده که با قلبی خوش و متانت خاص خویش راهنمایی این تحقیق را بر عهده داشته و در طول تحقیق، صمیمانه مرا یاری نمودند، سپاسگزارم.

استاد راهنمای همکار محترمه استاد ارجمند و گرانقدر، سرکار خانم دکتر منصوره قبادی پور که همچون خواهری مهربان و دلسوز این بنده حقیر را در تمامی مراحل مورد لطف و عنایت ویژه قرار دادند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر سید احمد بابازاده که در زمان تحصیل علم من را از راهنمایی خویش محروم نساختند، تشکر می‌کنم.

از برادرانم دکتر علیرضا سرائی و مهدی سرائی که در مراحل تنظیم و نگارش این تحقیق من را یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از پدر و مادر مهربانم که پشتیبان و مشوق من در تحصیل مراتب علمی بودند، کمال تشکر و سپاس‌گزاری را دارم.

از تمامی افرادی که در گروه زمین‌شناسی و آزمایشگاه‌ها با من همراه بودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در آخر از تمامی کسانی که به طریقی در راه تحصیل مرا یاری نمودند تشکر می‌نمایم.

## چکیده

هدف از این تحقیق مطالعه تریلوبیت‌های کامبرین بالایی در جنوب غرب دامغان (البرز شرقی) می‌باشد. به این منظور توالی سازند میلا (بخش ۴) در منطقه تویه‌دروار (البرز شرقی - جنوب غرب دامغان) جهت مطالعه در نظر گرفته شد. بخش ۴ سازند میلا به طور پیوسته بر روی بخش ۳ قرار گرفته است و سازند جیروود با سن دونین به صورت ناپیوسته بخش ۴ میلا را می‌پوشاند. تریلوبیت‌های بخش ۴ سازند میلا در برش دروار جمع‌آوری و تحت مطالعه سیستماتیک قرار گرفتند. حاصل این مطالعه شناسایی ۶ جنس تریلوبیت و یک جنس هیولید است که عبارتند از:

*Micragnostus chushuensis*, *Leiagnostus*, *Olenid gen. et sp.*, *Charchaqla sp.*,  
*la? sp.* *Mictosaukia sp.*, *Pseudokainella sp.*, *Tajinel*

فسیل‌های موجود مربوط به ۳ راسته *PTYCHOPARIIDAE*, *ASAPHIDA*, *AGNOSTIDAE* می‌باشد و سن کامبرین بالایی را نشان می‌دهد که با تریلوبیت‌های هم سن خود در البرز شرقی (برش شه‌میرزاد) شباهت دارد و در مقیاس جهانی شباهت زیادی با شمال چین، کره، شمال استرالیا، غرب تاسمانی، غرب آرژانتین و اسکاندیناوی را نشان می‌دهد.

## فهرست مطالب

### فصل اول: کلیات

۱	
۱	۱-۱: کامبرین
۳	۲-۱: کامبرین در ایران
۴	۳-۱: کامبرین در البرز-آذربایجان
۵	۴-۱: کامبرین در ایران مرکزی
۷	۵-۱: کامبرین در زاگرس
۹	۶-۱: سازند میلا
۱۲	۷-۱: مطالعات قبلی بر روی سازند میلا

### فصل دوم: روش مطالعه‌ی تریلوبیت‌ها

۱۴	۱-۲: روش تحقیق
۱۴	۲-۲: اهداف تحقیق
۱۵	۳-۲: کلیات
۱۶	۴-۲: ریخت شناسی
۱۷	۵-۲: رده بندی
۱۹	۶-۲: سیر تکاملی تریلوبیت‌ها
۲۰	۷-۲: روش زندگی تریلوبیت‌ها

### فصل سوم: چینه شناسی منطقه مورد مطالعه

۲۱	۱-۳: مقدمه
۲۱	۲-۳: شناخت عمومی و زمین شناسی منطقه دامغان
۲۲	۱-۲-۳: چینه شناسی منطقه دامغان
۲۳	۲-۲-۳: تکتونیک منطقه دامغان
۲۳	۳-۲-۳: موقعیت جغرافیایی منطقه تویه دروار
۲۳	۴-۲-۳: پتانسیل اقتصادی منطقه تویه دروار
۲۴	۳-۳: آب و هوا، دما، بارندگی و پوشش گیاهی منطقه تویه دروار

۲۴	۳-۳-۱: آب و هوا
۲۴	۳-۳-۲: بارندگی
۲۵	۳-۳-۳: پوشش گیاهی
۲۵	۳-۴: راه های ارتباطی محدوده
۲۹	۳-۵: چینه نگاری
۳۵	۳-۶: زیست زون بندی تریلوبیت ها
۳۹	۳-۷: گسترش جغرافیایی تریلوبیت ها
۴۱	۳-۸: سیستماتیک فسیل شناسی

### فصل چهارم: نتایج و پیشنهادها

۵۳	۴-۱: نتیجه گیری
۵۴	۴-۲: پیشنهادات

### فصل پنجم: منابع و مراجع

۵۵	منابع فارسی
۵۶	منابع لاتین

## فهرست اشکال

- ۱۰ شکل (۴-۱): گسترش سازند میلا در البرز
- ۱۱ شکل (۵-۱): نمایی از مرز بین سازند لالون (کوارتزیت راسی) و عضو ۱ سازند میلا، جهت دید به سمت جنوب. در برش دروار
- ۱۸ شکل (۲-۱): نام‌گذاری و بخش‌های مختلف اسکلت خارجی یک تریلوبیت
- ۲۵ شکل (۳-۱): موقعیت منطقه دامغان در نقشه ایران، و نیز نقشه راه‌های دسترسی به برش دروار
- ۲۶ شکل (۳-۲): نقشه زمین‌شناسی منطقه تویه‌دروار (اقتباس از سعیدی و اکبریور ۱۳۷۱)
- ۲۷ شکل (۳-۳): نمایی از سازندهای لالون و میلا در برش دروار
- ۲۷ شکل (۳-۴): دورنمایی از مرز بین سازندهای میلا و جیرود در برش دروار
- ۳۱ شکل (۳-۸): نمایی نزدیک از قطعات اینتراکلاست
- ۳۲ شکل (۳-۹): نمایی نزدیک از قطعات اینتراکلاست
- ۳۲ شکل (۳-۱۰): نمایی نزدیک از اثر فسیل‌های موجود در ماسه‌سنگ‌ها
- ۳۳ شکل (۳-۱۱): نمایی نزدیک از فعالیت‌های میکروبی موجود در ماسه‌سنگ‌ها
- ۳۳ شکل (۳-۱۲): نمایی نزدیک از آهک براکیوپودا دار
- ۳۴ شکل (۳-۱۳): نمایی نزدیک از آهک‌های براکیوپودا دار
- ۳۴ شکل (۳-۱۴): نمایی نزدیک از عضو شیلی دارای تریلوبیت



## فهرست جداول

- ۱ (شکل ۱-۱): جدول تقسیمات دوره کامبرین بر اساس چارت زمان چینهای بین‌المللی ۲۰۱۲ (کوهن و همکاران ۲۰۱۲)
- ۲ (شکل ۲-۱): جدول پیشنهادی ریز تقسیمات دوره کامبرین (بابکوک ۲۰۰۵)
- ۳۶ (جدول ۱-۳): ریز تقسیمات زیست‌چینه‌نگاری سازند میلا بر اساس پنگ و همکاران ۱۹۹۹
- ۳۷ (جدول ۲-۳): تریلوبیت‌های سازند میلا در شه‌میرزاد. یک مقایسه مطالعات Peng et al. 1999 با Kushan 1973
- ۴۰ (جدول ۳-۳): پراکندگی تریلوبیت‌های مورد مطالعه در جهان

## پیش‌گفتار

این پایان‌نامه بر اساس مطالعه تریلوبیت‌های بخش ۴ سازند میلا در برش دروار (جنوب غرب دامغان) می‌باشد و اهدافی چند را در نظر دارد که در زیر به آن‌ها اشاره شده است.

- مطالعه‌ی سیستماتیک تریلوبیت‌ها و شناسایی نمونه‌های جدید احتمالی
- مطالعه بیواستراتیگرافی بخش ۴ سازند میلا به سن کامبرین‌پسین در برش دروار از طریق تریلوبیت‌ها.
- تعیین موقعیت جغرافیای دیرینه ناحیه مورد مطالعه در زمان کامبرین‌پسین.
- تطابق بیواستراتیگرافی به دست آمده با نهشته‌های هم‌زمان در ایران و نواحی هم‌جوار و مشابه در نقاط دیگر جهان..

این پایان‌نامه مشتمل بر پنج فصل مجزا و درعین حال مرتبط به هم است که در اینجا به طور خلاصه اشاره‌ای به محتوای هر فصل خواهد شد:

## **فصل اول:**

این فصل به کلیات چینه شناسی می‌پردازد و هدف آشنایی مختصر با دوره کامبرین و چینه شناسی کامبرین در ایران در آن مدت زمان است. لذا در ابتدا به تعریف کامبرین می‌پردازد در ادامه به شرح سازندهای کامبرین در البرز، ایران مرکزی و زاگرس و تحقیقات قبلی بر روی کامبرین ایران و نیز زمین-شناسی و چینه شناسی پالئوزوئیک زیرین در کوه‌های البرز شرقی پرداخته خواهد شد.

## **فصل دوم:**

این فصل به روش مطالعه تریلوبیت‌ها و رده بندی تریلوبیت‌ها اختصاص دارد.

## **فصل سوم:**

مطالعه چینه شناسی برش دروار در فصل سوم آمده است. این فصل به موقعیت جغرافیایی و خصوصیات چینه شناسی برش دروار، چینه نگاری، زیست‌زون‌بندی تریلوبیت‌ها، گسترش جغرافیایی تریلوبیت‌ها و سیستماتیک فسیل شناسی اشاره دارد.

## **فصل چهارم:**

شامل نتایج و پیشنهادات حاصل از پایان‌نامه می‌باشد.

## **فصل پنجم:**

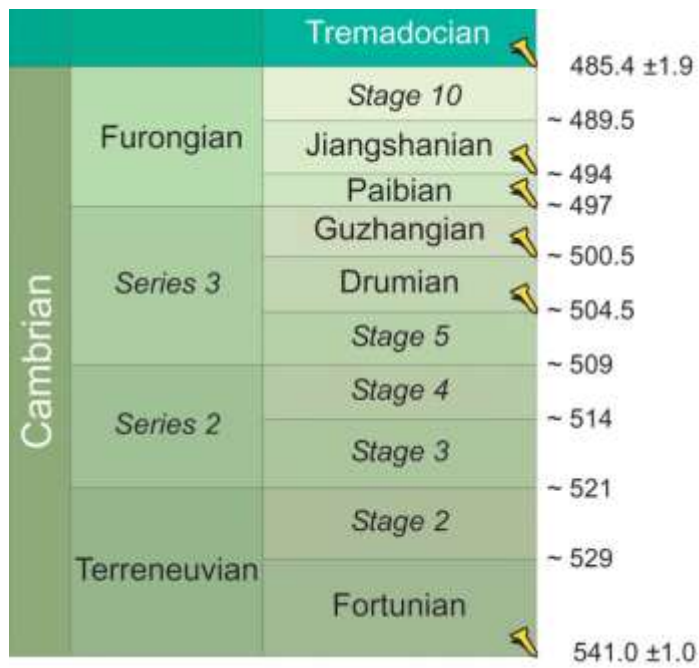
لیست منابع که شامل: مقالات، گزارشات و کتاب‌ها به زبان فارسی و انگلیسی که هر یک از آنها به نحوی در این پایان‌نامه استفاده شده است

## فصل اول: کلیات

### ۱-۱: کامبرین

کامبرین اولین دوره از شش دوره‌ی دوران پالئوزوئیک است. نام کامبرین از کلمه کامبریا، نام لاتینی شهر گال (Galles) در شمال اروپا گرفته شده است، محلی که سدویک (Sedgwick) زمین‌شناس انگلیسی در سال ۱۸۳۵ اولین طبقات فسیل‌دار را مطالعه کرده است. در کامبرین چندین هزار متر رسوب در اکثر نقاط زمین ته-نشین شده است (درویش زاده ۱۳۷۰).

در حدود ۵۴۲ میلیون سال پیش دوره کامبرین آغاز شده است و به مدت ۵۳/۷ میلیون سال طول کشیده است. سیستم کامبرین به ۴ سری و ۱۰ اشکوب تقسیم شده است که تاکنون فقط دو سری و پنج اشکوب آن نام‌گذاری شده است (شکل ۱-۱). مرز بین این تقسیمات توسط اولین ظهور گونه‌های شاخص تعیین گردیده است (شکل ۱-۲).



(شکل ۱-۱): جدول تقسیمات دوره کامبرین بر اساس چارت زمان چینهای بین‌المللی ۲۰۱۲ (کوهن و همکاران

(۲۰۱۲)

SYSTEMS	SERIES	STAGES	BOUNDARY HORIZONS (GSSPs) OR PROVISIONAL STRATIGRAPHIC TIE POINTS
Ordovician	Lower	Tremadocian	
Cambrian	Furongian Series	Cambrian Stage 10 (Undefined)	FAD of <i>Iapetognathus fluctivagus</i> (GSSP)
		Cambrian Stage 9 (Undefined)	FAD of <i>Lotagnostus americanus</i>
		Paibian Stage	FAD of <i>Agnostotes orientalis</i>
	Cambrian Series 3 (Undefined)	Cambrian Stage 7 (Undefined)	FAD of <i>Glyptagnostus reticulatus</i> (GSSP)
		Cambrian Stage 6 (Undefined)	FAD of <i>Lejopyge laevigata</i>
		Cambrian Stage 5 (Undefined)	FAD of <i>Ptychagnostus atavus</i>
	Cambrian Series 2 (Undefined)	Cambrian Stage 4 (Undefined)	?FAD of <i>Oryctocephalus indicus</i>
		Cambrian Stage 3 (Undefined)	?FAD of <i>Olenellus</i> or redlichiid species
	Cambrian Series 1 (Undefined)	Cambrian Stage 2 (Undefined)	FAD of trilobites
		Cambrian Stage 1 (Undefined)	?FAD of SSF or archaeocyathid species
	Ediacaran		FAD of <i>Trichophycus pedum</i> (GSSP)

(شکل ۱-۲): جدول پیشنهادی ریز تقسیمات دوره کامبرین (بابکوک ۲۰۰۵)

دوره کامبرین یکی از مهم‌ترین دوره‌های حیات کره زمین است زیرا زمانی است که اغلب گروه‌های بزرگ جانوران اولیه در قالب فسیل ظاهر شده‌اند. این حادثه گاهی انفجار کامبرین نامیده می‌شود به دلیل اینکه زمان کمی برای ایجاد آن طی شده‌است. در اوایل دوره کامبرین، بخش‌های سخت بدن جانوران برای حفاظت و نگهداری اعضاء نرم توسعه داده شد. در ابتدای کامبرین احتمالاً هوا معتدل و در انتهای کامبرین هوا گرم بوده است. در کامبرین آب و هوا به صورت منطقه‌ای بوده است (سانی و بنتون ۲۰۰۸).

## ۱-۲: کامبرین در ایران

پس از کوهزائی کاتانگایی و محکم شدن پی‌سنگ، مناطقی مانند ایران، پاکستان، افغانستان مرکزی، جنوب شرقی ترکیه و عربستان به صورت پلاتفرمی نسبتاً باثباتی شکل می‌گیرند.

سنگ‌های کامبرین زیرین در ایران بیشتر رخساره کولابی - قاره‌ای تشکیل داده‌اند در حالی که سنگ‌های کامبرین میانی و بالایی که پس از یک وقفه رسوبی انباشته شده‌اند نشانگر رسوبات کربناته کم عمق دریایی هستند (آقناباتی ۱۳۸۳).

پس از شکل‌گیری سکوی اپی‌کاتانگایی ایران، از زمان پرکامبرین پسین شرایط تشکیل رسوبات کم عمق و همانند به وجود آمده و محل مناسبی برای انباشت رسوب‌های حاصل از فرسایش فرازمین‌های گرانیتهی و سرزمین‌های دگرگونی حاصل از رخداد کاتانگایی بوده است.

شرایط کولابی - تبخیری پرکامبرین پسین بدون هیچ‌گونه رویداد زمین‌ساختی تا کامبرین پیشین ادامه داشته و به همین دلیل است که رسوبات کامبرین آغازی ایران بیشتر کولابی - آواری است و با انباشت رسوبات دولومیتی آغاز و با مجموعه‌های شیلی ماسه‌سنگی سرخ رنگ ادامه می‌یابد. بخش بالایی نهشته‌های کامبرین پیشین ایران (سازند زاگون، سازند لالون) به رنگ سرخ ارغوانی و نشانگر محیط‌های بسیار کم عمق و اکسیدی است.

شواهد زمین‌شناختی موجود نشان می‌دهد که در پایان کامبرین پیشین، پس از پسروی کامل دریا سرزمین ایران به خشکی گسترده‌ای تبدیل شده است ولی در کامبرین میانی - بالایی بار دیگر شرایط دریای کم عمق فراهم شده است و در آن رسوبات دولومیتی، شیلی، سنگ‌آهک و ماسه‌سنگ انباشته شده است. با این حال وجود لایه‌های ناچیز گچ و لایه‌های دولومیتی دارای ریخت‌های نمکی نشان می‌دهد که محیط دریایی کامبرین میانی - بالایی عمق چندانی نداشته است و فسیل‌هایی از خانواده‌ی تریلوبیت‌ها، بازوپایان، جلبک‌ها

و کندونت‌ها نشانگر برتری شرایط دریایی کم عمق در زمان ذکر شده (کامبرین میانی - بالایی) است. ردیف- های رسوبی کامبرین ایران در بسیاری نقاط البرز، ایران مرکزی و همچنین برخی نقاط کوه‌های زاگرس بیرون‌زدگی دارند. به دلیل تغییر رخسارهای سنگی و زیستی و همچنین تفاوت نام واحدهای سنگ‌چینه‌ای، سنگ‌های کامبرین ایران به صورت ناحیه‌ای توصیف شده‌اند (آقنابتی ۱۳۸۳).

### ۳-۱: کامبرین در البرز - آذربایجان

در عضو شیل بالایی انواع گوناگونی از فسیل‌های پوسته‌دار، شکم‌پایان، هیولیتیده‌ها، اسفنج‌ها و کندونت- های ابتدایی وجود دارد که تعلق این عضو را به آشکوب توماتین قطعی می‌سازد.

عضو ۵ سازند سلطانیه به نام عضو دولومیت بالایی، شامل ۲۵۰ تا ۷۹۰ متر دولومیت‌های توده‌ای متبلور صخره‌ساز با رنگ روشن تا خاکستری روشن است. جلبک‌های استروماتولیتی به ویژه انواع کولنیا (*Collenia*)

عضو ۵ سازند میلا: ۱۲۹ متر شیل بدون فسیل، ماسه‌سنگ و سنگ آهک‌های نازک لایه است که یک واحد ماسه‌سنگ کوارتزی سفید در قاعده آن وجود دارد. در میلاکوه (برش الگو) این عضو فسیل ندارد ولی در دیگر نقاط ایران، تعلق عضو ۵ به زمان اردوئیسین حتمی است. به همین دلیل در بسیاری از گزارش‌های زمین- شناسی از سازند میلا به عنوان یک واحد سنگ‌چینه‌ای به سن کامبرین - اردوئیسین (کامبرو - اردوئیسین) یاد شده است.

فرسایش پس از اردوئیسین سبب شده است تا این عضو در همه جا وجود نداشته باشد (لاسمی ۱۳۷۹). با توجه به رخساره و محیط رسوبی، لاسمی بر این باور است که عضو ۵ سازند میلا در دریایی به نسبت ژرف و در پنجه‌های زیردریایی و دشت حوضه‌ای نهشته شده است.

مطالعات دیرینه‌شناسی سازند میلا در خور توجه است که از میان آن‌ها می‌توان به بررسی تریلوبیت‌های سازند میلا توسط کوشان (۱۹۷۸) در نواحی میلاکوه، شه‌میرزاد، حسنک در ابهر و روستای چپقلو اشاره کرد. در این مطالعات، کوشان در سازند میلا، ۷ زون زیستی جداگانه شناسایی کرد که مؤید سن کامبرین میانی تا اردوئیسین (ترمادوسین) است.



از نظر جغرافیایی سازند میلا گستردگی زیادی در البرز، آذربایجان، ایران مرکزی و زاگرس دارد، اما به نظر می‌رسد که به طرف دامنه‌های شمالی البرز پس از کاهش ضخامت به تدریج حذف می‌شود. پایداری ویژگی-های سازند میلا در نواحی گوناگون ایران می‌تواند مؤید شرایط یکسان رسوبی حوضه‌های کامبرین میانی-بالایی در گستره‌های وسیعی از ایران باشد.

#### ۴-۱: کامبرین در ایران مرکزی

در گستره‌های وسیعی از ایران مرکزی سنگ‌های کامبرین همان ویژگی‌های کامبرین البرز - آذربایجان را دارند. به گونه‌ای که در این نواحی نیز استفاده از نام‌های سلطانیه، باروت، زاگون، لالون و میلا امکان‌پذیر است. اما در حوضه‌های کافتی نواحی عقدا، شمال کرمان، بافق و راور، چهره و سنگ‌شناسی کامبرین متفاوت از دیگر نواحی ایران مرکزی و البرز - آذربایجان است و همین دلیل است که واحدهای سنگ‌چینه‌ای گوناگونی شناسایی و معرفی شده است (آقنابتی ۱۳۸۳).

در عقدا (بین نایین و یزد) سنگ‌های کامبرین با حدود ۶۵۰ متر ضخامت با دولومیت آغاز می‌شود که با عضو دولومیتی میانی سازند سلطانیه قابل قیاس می‌باشند. بر روی دولومیت‌های ذکر شده، با یک ناپیوستگی چینه‌ای، ردیفی از شیل کربناتی میکادار به رنگ سبز زیتونی تا خاکستری به ضخامت ۱۵۰ تا ۱۸۰ متر وجود دارد که نبوی (نقشه یزد) به آن سازند هشتم گفته است. سنگ آهک‌های نازک لایه‌ی سازند هشتم سنگواره-هایی مانند *Olivoodes multisulcatus*، *Protohertzina anabarica* دارد که حمدی (۱۳۷۴) آن‌ها را متعلق به کامبرین پیشین دانسته و لذا سازند هشتم را با عضو شیل بالایی سلطانیه قابل قیاس می‌داند. بر روی سازند هشتم واحد سنگ‌چینه‌ای دیگری متشکل از سنگ آهک‌های سیاه رنگ و کوه ساز به نام سازند عقدا (نبوی نقشه یزد) وجود دارد که ضخامت آن از ۳۵ تا ۴۰۰ متر متغیر است.

از ویژگی‌های سنگ آهک‌های عقدا، فراوانی جلبک‌های کامبرین است که ساختار استروماتولیتی از نوع *Columnaefacta usatica* Schenck دارد. شواهد دیرینه‌شناسی و جایگاه چینه‌شناسی سبب شده تا حمدی (۱۳۷۴) بر این عقیده باشد که سازند آهکی عقدا هم‌ارز عضو دولومیت بالایی سازند سلطانیه است که سن آتابانین دارد. در ناحیه عقدا سازندهای باروت و زاگون وجود ندارد و سازند لالون با ناپیوستگی موازی روی سنگ آهک‌های عقدا نشسته است (آقنابتی ۱۳۸۳).

در شمال کرمان ردیف‌های آغازین کامبرین پیشین (سلطانیه، باروت و زاگون) را باید در مجموعه‌های درهم سری ریزو و سری دسو جستجو کرد. در این نواحی (ساغند و بافق) ضخامت سازند زاگون به لحاظ تغییر رخساره و تبدیل به سازند لالون متغیر است و گاهی به صفر می‌رسد. در دنباله‌ی رسوب‌گذاری زاگون، حجم بزرگی از ماسه‌سنگ‌های سرخ - ارغوانی تشکیل شده که گاهی درشت دانه و حتی کنگلومرایی است. در شمال کرمان به این ماسه سنگ‌ها که جایگاه چینه‌نگاشتی و سنگ‌شناختی مشابه با سازند لالون دارد، سری داهو نام داده شده است (هوکریده ۱۹۶۲) که حدود ۴۰۰ متر ماسه‌سنگ سرخ - ارغوانی و میان لایه‌هایی از رس ماسه‌ای است. این سری با واسطه‌ی یک زون برشی قاعده‌ای به طور محلی و با دگرشیمی زاویه‌ای بر روی آهک‌های سری دسو قرار می‌گیرد. بخش بالایی این سری با کوارتزیتی سفیدرنگ، اغلب با قلوه‌هایی از چرت سیاه پوشیده می‌شود که هم ارز کوارتزیت رویی دیگر نواحی است.

در کامبرین میانی پس از یک وقفه رسوبی آشکار در اثر فرونشینی تدریجی کف حوضه‌ی رسوبی، دریایی کم‌عمق کامبرین میانی - بالایی بر نواحی شمال کرمان حاکم شده است. در شمال کرمان رسوبات کربناتی کامبرین میانی - بالایی با تغییرات ناچیز سنگ‌شناختی و افزایش لایه‌های شیلی سرخ رنگ، کم و بیش با یک افق ماسه‌سنگ کوارتزی سفید آغاز می‌شود و به دنبال آن ردیف‌های کربناتی حاوی تریلوبیت (*Redlichia*) قرار می‌گیرد. سنگ‌شناسی این مجموعه شباهت نزدیکی با سازند میلا دارد، ولی در شمال کرمان برای این سنگ‌ها نام سازند کوهبنان انتخاب شده است (هوکریده و همکاران ۱۹۶۲). اگرچه سازند کوهبنان ناحیه‌ی کرمان با سازند میلا قیاس شده، اما ولفارت (۱۹۷۴) و حمدی (۱۳۷۴) بر این عقیده هستند که تغییرات سنی سازند کوهبنان از اواخر کامبرین پیشین تا کامبرین میانی است. گسترش جغرافیایی سازند کوهبنان محدود به نواحی کرمان، کوهبنان، راور و رفسنجان است.

در ناحیه‌ی شیرگشت (شمال طبس) ردیف‌های کامبرین پیشین مشابه سازندهای سلطانیه، باروت، زاگون و لالون دیگر نواحی ایران است. ولی در روی ردیف‌های کامبرین پیشین، یک واحد سنگ‌چینه‌ای در مرتبه‌ی گروه معرفی کرده‌اند که شامل سه سازند کالشانه، درنجال و شیرگشت است. دو سازند کالشانه و درنجال به سن کامبرین میانی - بالایی و سازند شیرگشت به سن اردوئیسین است.

سازند کالشانه: مجموعه‌ی درهمی از سنگ‌های رسوبی (دولومیت، سنگ آهک، شیل، ماسه‌سنگ و گچ) و سنگ‌های آتشفشانی (بیشتر دیاباز) است که فاقد نظم چینه‌ای است به همین دلیل برش الگو ندارد و ضخامت آن حدود ۱۰۰۰ متر برآورد شده است. جایگاه چینه‌شناسی ظاهری سازند کالشانه سبب شده تا این مجموعه‌ی

درهم به سن کامبرین میانی دانسته شود ولی عناصر سازنده، چهره ظاهری و ساخت پیچیده‌ی آن یاد آور مجموعه دسو به سن پرکامبرین پسین - کامبرین است.

سازند درنجال: در محل برش الگو شامل ۸۲۳ متر سنگ آهک‌های نازک‌لایه با هوازدگی کرم - قهوه‌ای روشن همراه با میان لایه‌هایی از آهک‌های اسپاری، مارن و سیلت‌سنگ است که گاهی ترک‌های گلی و بلورهای دروغین نمک دارد. مرز زیرین سازند درنجال به خوبی توصیف نشده است. مرز بالایی آن با یک لایه-ی کلیدی راهنما از سنگ آهک به ضخامت ۲۰ متر مشخص می‌شود که به داشتن بازوپایان فراوان مشخص است. در ناحیه‌ی شیرگشت به دلیل تدریجی بودن گذر کامبرین و اردوئیسین این لایه‌ی کلیدی حاوی بازوپا به عنوان مرز دو سیستم کامبرین و اردوئیسین انتخاب شده است. انواعی از تریلوبیت‌ها (*Iranaspis sp.* ، *Idahoia sp.* ، *Saukia sp.* و ...) و همچنین نمونه‌هایی از بازوپایان (*Billingsella sp.* ، *Obolus sp.* و ...) معرف زمان کامبرین میانی - بالایی و نشانگر هم‌ارزی سازند درنجال به ویژه با عضوهای ۲، ۳ و ۴ سازند میلا است (آقنابتی ۱۳۸۳).

#### ۱-۵: کامبرین در زاگرس

در پهنه‌ی زاگرس سنگ‌های کامبرین دو رخساره‌ی متفاوت دارند.

در منطقه‌ی فارس، بیشتر انباشته‌های تبخیری سری هرمز، سن کامبرین دارند و به نظر می‌رسد که سکوی فارس باریکه‌های کافی پرکامبرین پسین تا کامبرین ادامه داشته‌اند، به گونه‌ای که به عقیده اشتوکلین (۱۹۹۰) کمپلکس هرمز هم ارز جانبی و زمانی سازندهای بایندر، سلطانیه، باروت، زاگون، لالون و عضو ۱ سازند میلا است.

در زاگرس مرتفع سنگ‌های کامبرین به ویژه در کوه دنا، زردکوه، اشترانکوه، سبزو و چال پرواری برونزد دارند. برش چال پرواری یکی از کامل‌ترین ریف‌های کامبرین زاگرس است که حدود ۱۳۵۶ متر ضخامت دارد (مطیعی ۱۳۷۲). در این نواحی (زاگرس مرتفع) ردیف‌های کامبرین، سنگ رخساره‌ای به طور کامل مشابه با البرز، آذربایجان و گستره‌های وسیعی از ایران مرکزی دارند. شباهت سنگ‌شناختی حاکی از شرایط یکسان رسوبی است، به گونه‌ای که استفاده از نام سازندهای کامبرین البرز - آذربایجان همچنان در پهنه‌ی زاگرس امکان‌پذیر است.

سازند سلطانیه: به عنوان ردیف‌های آغازین کامبرین در زاگرس مرتفع گزارش نشده است، ولی در زاگرس چین‌خورده بخشی از سری هرمز می‌تواند هم‌ارز جانبی سلطانیه باشد.

سازند باروت: بهترین رخنمون را در کوه سبزو دارد که شامل ۱۵۲ متر دولومیت نازک لایه با میان لایه‌هایی از شیل سرخ - ارغوانی است. در کوه دنا، سازند باروت با ۵۱۲ متر ضخامت سنگ‌شناسی مشابهی با کوه سبزو دارد. در این نواحی، سازند باروت فسیل ندارد، ولی با توجه به مقایسه‌های منطقه‌ای دارای سن کامبرین پیشین است.

سازند شیلی زاگون: مانند دیگر نقاط ایران سازند زاگون در کوه دنا، سبزو، کوه لاجین و کوه گر در کوه‌های زاگرس هم وجود ندارد ولی شیل‌های میکادار رنگارنگ، از سرخ ارغوانی تا سبز - آبی است که به طرف بالا به تدریج ماسه‌ای می‌شود به گونه‌ای که ردیف‌های پایانی آن از نوع ماسه‌سنگ‌های سرخ‌رنگ و ریزدانه و شیل است. ولی با توجه به جایگاه چینه‌شناسی به سن کامبرین پیشین است.

سازند ماسه‌سنگی لالون: در بیشتر نقاط زاگرس مرتفع به جز زردکوه رخنمون دارد. اگر چه در این نواحی ماسه‌سنگ‌های کوارتزی ارغوانی رنگ لالون شبیه ردیف‌های مشابه با دیگر نقاط ایران است، ولی نبوی (۱۳۵۴) بر این باور است که در مقایسه با دیگر نواحی، ماسه‌سنگ‌های لالون زاگرس رنگ روشن تری دارد و کمتر کوارتزی است.

سازند میلا: در زاگرس به خوبی با برش الگوی آن در البرز قابل مقایسه است (مطیعی ۱۳۷۲). اگرچه گاهی به این نهشته‌ها، سازند بازفت گفته شده ولی واژه‌ی سازند میلا کاربرد بیشتری دارد. شمال دره بازفت، زردکوه، کوه سبزو، کوه لاجین، کوه گر و کوه دنا، بخش‌هایی از زاگرس مرتفع هستند که سازند میلا رخنمون دارد. ستوده نیا (۱۹۷۵) سازند میلا در زاگرس را به سه عضو تقسیم کرده است.

عضو A (در پایین): حدود ۷۰ متر دولومیت با کمی شیل است که فسیل شاخص ندارد.

عضو B (در وسط): ضخامت متغیری (۲۶ تا ۱۳۷ متر) شیل‌های سرخ - سبز و سیلت‌سنگ است که در قسمت میانی آن تناوبی از دولومیت وجود دارد. این عضو هم فسیل بارزی ندارد.

عضو C (در بالا): تناوب منظمی از سنگ آهک نازک‌لایه و شیل است که گاهی لایه‌های ماسه‌سنگی و دولومیتی به آن افزوده می‌شود. براساس فسیل‌هایی مانند: