



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 دارین (دارین)

شماره برگه:

7461

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ف. وحدتی دانشمند، ه. ندیم

سال تولید:

1377

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۴۶۱ - دارین

پیشگفتار

ورقه دارین یکی از ده برگ نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ پروژه زمین شناسی - اکتشافی سبزواری است که برداشتهای زمین شناسی صحرایی آن در دو مرحله در تابستان و پائیز سال ۱۳۷۷ انجام گردیده است و از نظر تقسیم بندی های زمین شناسی در شمال شرق ایران مرکزی و در زون فلیش سبزواری واقع شده است.

موقعیت و شرایط جغرافیایی

شهرستان سبزواری در حدود ۷۰۰ کیلومتری شرق تا شمال شرق تهران قرار دارد و شهرک دارین که نام ورقه از آن گرفته شده، در حدود ۴۵ کیلومتری جنوب غربی آن واقع شده است. راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه عبارتند از جاده آسفالت سبزواری به رود آب و ملوند در شمال ورقه و نیز جاده سبزواری به بردسکن که به موازات مرز شرقی نقشه به طرف جنوب امتداد یافته است. ورقه دارین با مختصات طول جغرافیایی شرقی $57^{\circ} 00'$ تا $57^{\circ} 30'$ و عرض جغرافیایی شمالی $35^{\circ} 30'$ تا $36^{\circ} 00'$ در گوشه شمال غربی چهارگوش $1:250,000$ کاشمر واقع شده که توسط ج. افتخارنژاد، ع. آقا نباتی، ب. حمزه پور، و بارویانت در سال ۱۹۷۶ تهیه و چاپ شده است. در نقشه مزبور، محدوده مربوط به ورقه دارین توسط ج. افتخارنژاد و ب. حمزه پور تهیه گردیده است.

نقشه های مجاور ورقه دارین عبارتند از ششتمد، درونه، احمد آباد و باشتین به ترتیب در شرق، جنوب، غرب و شمال. بلندترین ارتفاع نقشه (۲۰۲۱ متر) در قله کوهی واقع در حدود ۵ کیلومتری شرق روستای نوده دیده شده است و پست ترین نقطه ورقه (۸۴۴ متر) در گوشه شمال غربی نقشه واقع شده است و لیکن ارتفاع متوسط کوهها در حدود ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر بالای سطح دریاست.

از نظر آب و هوایی این ورقه عمدتاً در محدوده اقلیم نیم بیابانی شدید (Climat subdesertique accentue) واقع شده و تعداد روزهای خشک آن ۲۵۰ تا ۳۰۰ روز در سال می باشد.

بارندگی سالیانه کم و بیش تر در فصل زمستان و بهار می باشد و لیکن بعضی مواقع بارندگی تابستانه نیز دیده می شود. متوسط بارندگی سالیانه برای ایستگاه سبزواری که در شرایط به نسبت معتدل تر اقلیم نیم بیابانی خفیف واقع شده در حدود ۱۳۷ میلی متر در سال است. رودخانه های با مختصری جریان آب دائمی در طول سال منحصر به بخشی از طول رودخانه کال مرغ است.

به علت کمبود بارندگی جمعیتی اندک در معدود روستاهایی کوچک و با فاصله های زیاد از یکدیگر دیده می شوند و روستاهای مهم ورقه در بخش شمالی و نواحی قابل کشاورزی تمرکز یافته است.

زمین ریخت شناسی

زمین ریخت شناسی منطقه مورد مطالعه شدیداً تحت تاثیر ساخت های ناحیه ای و ماهیت سنگ شناسی رخنمون هاست و منطقه ای با ارتفاعات متوسط می باشد که در آن فعالیت های زمین ساختی شدید استمرار یافته تا پلیستوسن بر ریخت شناسی ناحیه تاثیر گذارده است. از نگاه کلی، از شمال به جنوب تقسیمات فیزیوگرافی زیر قابل تشخیص است:

حدود ثلث بالایی نقشه و در دشت شمالی، دامنه های کوهپایه ای دیده می شوند که با مخروط افکنه های آبرفتی و نیز رسوبات دشت آبرفتی (Bajada) پوشیده شده اند و مناطق شمال غربی نقشه به علت حضور تپه های ماسه بادی به صورت سرزمینی غیرقابل استفاده درآمده است. در دشت شمالی گاهی رخنمون های کم ارتفاعی در شمال شرق

دارین و یا کلاته میرعلی دیده می شود و در بخش غربی آن نیز کوه پروند توپوگرافی برجسته ای را تشکیل داده است. ریخت شناسی هر محل متناسب با میزان مقاومت سازندهاست و لذا سنگ آهک های اربیتولینادار مقاوم واحد K¹⁻² در کوه پروند برجستگی ها و صخره های تندی بر روی دامنه های نرم تر مارنی - شیلی به وجود آورده اند و آبراهه ها شاخه ای شکل (Dendritic) هستند با دره های عمیق شدیداً بریده شده در بخش های تحتانی که دلالت بر تجدید جوانی ناحیه (تغییر سطح اساس) در عهد حاضر دارند.

در بخش میانی نقشه دو رشته کوه تقریباً شرقی - غربی و با ارتفاع متوسط دیده می شود که در بین آنها نیز پهنه های آبرفتی کواترنری در دشت دریاچه در غرب و نیز در اطراف مهرکرد و در شرق دیده می شوند ولیکن دو رشته مزبور در میانه به یکدیگر نزدیک می شوند و در آنها و به خصوص در رشته کوه جنوبی الگوی کوه - دره در سنگ های کرتاسه بالا تا ائوسن به وجود آمده و ریخت شناسی آشکارا از ساخت های چین ها و گسل های با راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب تبعیت می نماید. برجستگی ها عموماً از سنگ آهکهای کرتاسه بالا، پائوسن و ائوسن و افق های گدازه ای و درون لایه های سنگ های آتشفشانی واحد K^{1v2} تشکیل شده اند و حال آنکه دره های مهم در رسوبات نرم مارنی کرتاسه و یا واحدهای شبه فلیشی حفر گردیده اند. توپوگرافی معکوسی در ناودیس کوه قلعه دختر و ناودیس چاه ستاره قابل مشاهده است که در آنها هسته ناودیس قله ها را تشکیل داده است. رودخانه های اصلی، مسیر موازی با ساخت های ناحیه ای نشان می دهند.

بلافاصله در جنوب گسل دولت آباد - چاه شن، تپه و ماهورهای موجود در رسوبات قاره ای - تبخیری اواسط تا اواخر ترشیری واقع شده است که مجموعه ای از برجستگی های کوتاه و تپه های طویل است و برخلاف بلندی های شمال گسل مزبور، دارای ریخت شناسی به نسبت ملایم می باشد و بخش اعظم آن از مارن ها و کنگلومراهای ائوسن بالایی، رسوبات میوسن و کنگلومراهای واحد پلیوسن - کواترنری تشکیل شده است که غالباً به شکل تاقدیس ها و ناودیس های با درجات ملایم، متوسط و گاهی شدید چین خورده اند. رودخانه های عرضی نیمه موازی و دارای انشعابات فرعی پری شکل (Pinnate) رسوبات مزبور را شیار نموده و در بخشی از آنها نیز دامنه های کوهپایه ای دیده می شوند که با مخروط افکنه های آبرفتی پوشیده شده اند.

چینه شناسی

ستبرای ستون چینه شناسی واحدهای سنگی رخنموده در منطقه مورد مطالعه با توجه به بیشترین ضخامت شناخته شده برای هر واحد و بدون در نظر گرفته مقادیر حذف شده در اثر فرسایش، حدود ۱۲ تا ۱۴ هزار متر برآورده شده است. به استثنای سنگهای تریاس بالا و ژوراسیک، واحدهای سنگی متنوعی از پرمین تا عهد حاضر در محدوده مورد مطالعه رخنموده است که به ترتیب از قدیم به جدید در زیر شرح داده شده اند:

سازند جمال (P_j)

در گوشه شمال غربی ورقه دارین و در دامنه شمالی کوه پروند، رخنمون های کوچکی از سنگهای مربوط به پلاتفرم پالئوزوئیک تا تریاس ایران و بیشتر با رخساره واحد های سنگی شرق ایران مرکزی، با ارتباطات گسله در مجاورت سنگهای اربیتولین دار واحد K¹⁻² ظاهر شده و از ۶۰ - ۷۰ متر سنگ آهک ها و دولومیت های به رنگ خاکستری تیره تا سیاه دارای رگه های فراوان چرت و نیز قلوه های چرتی تشکیل گردیده است که به بخش های بالایی و دولومیتی سازند جمال شباهت دارند. در قاعده و بخش های تحتانی آنها گاهی چند سانتی متر رخساره های تخریبی شامل ماسه سنگ کوارتزیتی و درون لایه های ماسه سنگ قرمز تیره دارای اکسید آهن فراوان دیده می شود. نمونه های تهیه شده در بررسی های میکروسکوپی فاقد فسیل تشخیص داده شده اند. ح. پرتوآذر در بررسی مجدد مقاطع نازک مربوطه اشباحی را تشخیص داده که احتمال پالئوزوئیک بالایی بودن آنها را می رساند. م. لسانی تکه شکسته ای از یک کونودونت را پیدا نموده ولیکن در مجموع نمونه های مربوطه فاقد کونودونت تشخیص داده شده اند.

سازند سرخ شیل (TRs)

بر روی سازند جمال رخساره های مربوط به سازند سرخ شیل به ضخامت از چند متر تا حداکثر ۲۰ - ۳۰ متر قرار گرفته است و از شیل های سیلت دار سیلیسی کمی آهکی به رنگ خاکستری روشن متمایل به سفید براق متناوب با افق های نازک ماسه سنگ و کوارتزیت گاهی قرمز رنگ اکسید آهن دار (لاتریتی) تشکیل شده است.

سازند شتری (TRsh)

بر روی سازند سرخ شیل حدود ۶۰ تا ۸۰ متر دولومیت های قرمز - قهوه ای ضخیم لایه تا توده ای شکل سازند شتری قرار گرفته است که گاهی دارای رگه های چرت به قطر تا چند سانتی متر نیز می باشند. رخنمونی از ۱۰ - ۱۵ متر طبقات مربوط به سازند سرخ شیل متناوب با افق های با ضخامت از چند متر تا ۸ - ۱۰ متر دولومیت های مشابه سازند شتری که سه تا چهار بار تکرار میشوند نیز در شمال غرب کوه پروند مشاهده شده است که در جعبه ای جداگانه و بصورت تفکیک نشده از یکدیگر نشان داده شده اند.

سنگ آهک کالیپونل دار کرتاسه پیشین (K^{C1})

سه کیلومتر جنوب غرب روستای کروج، باریکه ای به ضخامت ۳۰ تا ۴۰ متر از سنگ آهکهای به رنگ قرمز تیره تا بنفش و یا گاهی خاکستری رنگ ماسه ای لامیناسیونی و نازک لایه و تناوب های سنگ آهک مارنی با گسل در شمال فلیش ها و سنگ آهک های ریفی روشن رنگ پالئوسن ($P^{fl,C1e}$) ظاهر شده است که به مقدار زیاد خردشدگی و سیمان شدگی ثانوی کلسیتی سفید رنگ در آنها دیده می شود و یکتا رخنمون این واحد در منطقه مورد مطالعه است در نمونه ی تهیه شده در بررسی های میکروسکوپی توسط ف. کشانی فسیل های زیر و سن هوتریوبین - بارمین پیشین تشخیص داده شده است:

Calpionellites darderi, *Nautiloculina oolithica*, *Cuneolina* sp., *Nazzazata* sp., *Ammobaculites* sp., *Calpionellites* spp., *Radiolaria*, *Spongia* spicules.

و در نمونه ای دیگر فسیل های زیر و به همان سن تشخیص داده شده است.

Tintinnopsella sp., *Cuneolina* sp., *Litula nautilodae*, *Nautiloculina* sp., *Nazzazata* sp., *Radiolaria*, *Crinoid* deb.

سنگ های آتشفشانی، توف و کنگلومرای کرتاسه پیشین ($K^{V,t,C1}$)

رخنمون انحصاری این واحد سنگی در ناحیه مورد مطالعه با ضخامت ۲۰۰ - ۳۰۰ متر در حدود ۲/۵ کیلومتر جنوب روستای دوچاهی (مرز غربی نقشه) گسترش دارد و از سنگهای آتشفشانی شامل آندزیت، اسپیلیت، کراتوفیر به رنگ سبز پسته ای، توف ها، توف - برش و نیز سیلت سنگ و ماسه سنگ آهکی به رنگ قرمز تیره تشکیل شده است. در کنگلومراهای قرمز رنگ قاعده ای آن قلوه های فرسایش یافته توف و یا آندزیت نیز به فراوانی دیده می شود. درون لایه های کربناته شامل سنگ آهک و مارن سیلت دار واحد $K^{LS,m1}$ چند بار در بین آنها تکرار شده و لذا سن این واحد را علیرغم مقداری شباهت ظاهری به واحد $K^{t,v2}$ در زمان کرتاسه پیشین تثبیت می نمایند.

سنگ آهک و مارن سیلت دار کرتاسه پیشین ($K^{LS,m1}$)

در منطقه مورد مطالعه این واحد فقط در رخنمونی در حدود ۲/۵ کیلومتر جنوب روستای دوچاهی (مرز غربی نقشه) دیده شده است و بصورت درون لایه هایی کربناته با ضخامت ۲۰ تا ۴۰ متر که در لایه لای واحد $K^{V,t,C1}$ چند بار تکرار شده قابل مشاهده هستند و از سنگ آهک های خاکستری رنگ نازک و گاهی متوسط لایه و نیز ماسه سنگ آهکی و درون لایه های مارن سیلت دار و سیلت سنگهای آهکی لامیناسیونی به رنگ خاکستری متمایل به صورتی تشکیل شده اند. در برخی افق ها سرشار از خرده صدف های ریز نامشخص هستند و اسفنج ها، مرجان ها و آثار جانوران حفار به فراوانی در سنگ آهک ها و ماسه سنگ های آهکی دیده می شود. همچنین دوکفه ای شبیه میتیلوس، دو قطعه بلمنیت استوانه ای شکل و نیز یک قطعه قالب آمونیت یافت گردید.

ک. سید امامی آمونیت مزبور را *Deshayesites* sp. و به سن آپسین پیشین تشخیص داده است. در مرجان ها، خاکسار، گونه های زیر و سن کرتاسه پیشین را شناسایی نموده است:

Amonastrea sp., *Siderasrea* sp., *Montivaltia* sp., *Actinastrea* sp.

در بررسی های میکروسکوپی ف. کشانی فسیل های زیر و سن بارمین - آپسین را در هشت مقطع نازک تشخیص داده است:

Dictyoconus sp., *Orbitolinidae*, *Aulotorus aff. Sinosus*, *Lituolidae*, *Coskinolina sp.*, *Haplophragmoides?* *sp.*, *Pseudocyclammina sp.*, *Cuneolina spp.*, *Bekhemia wetzeli*, *Acervulina sp.*, *Placopsilina sp.*, *Nautiloculina oolithica*, *Chofatella? Sp.*, *Trocholina? Sp.*, *Reophax sp.*, *Placopgypsina sp.*, *Boueina sp.*, *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis*, *Paleolithothamnium sp.*, *Cylindroporella sp.*, *Carthoporella sp.*, *Macroporella aff. gigantea*, *Miliolids*, *Echinid deb.*

بنابراین به نظر می رسد که نهشته های بخش تحتانی کرتاسه پیشین از شرق به غرب منطقه جوانتر می شوند. در شمال محمدآباد و عربان در غرب ورقه ششتم، سن والائزینین (ک. سیدامامی، ف. بزرگ نیا، ج. افتخارنژاد، ۱۹۷۲) و در اواسط ورقه دارین (غرب روستای کروج) سن هوتریوبین تا بارمین پیشین دارند و حال آنکه در مرز غربی ورقه دارین به سن بارمین تا آپسین پیشین هستند.

نهشته های جوانتر کرتاسه پیشین تا سنومانین در ناحیه مورد بررسی شامل دو ردیف رسوبی با خصوصیات متفاوت می باشند. در کوه پروند با مقداری رسوبات نرم فرسایش در قاعده، سنگ آهکهای اربیتولینا دار واحد K_{1-2} دیده می شوند که بر روی آنها فقط واحد کنگلومرایی K_2p^e دیده می شود و حال آنکه هم ارزهای آنها در غرب چاه ستاره شباهتهایی با شیل های آلبین (بیابانک شیل) نشان می دهند و بر روی آنها رسوبات جوان تر دیده نمی شود. مشخصات هر یک از واحدهای سنگی مربوط در زیر شرح داده شده است:

مارن، سنگ آهک و شیل کرتاسه پیشین (K^{mlsh}_1)

در کوه پروند ضخامتی در حدود ۱۵۰ - ۲۰۰ متر از این واحد در زیر سنگ آهکهای ستیغ ساز اربیتولینا دار رخنمون دارد و از مارن های سیلت دار خاکستری، زرد و سبز روشن که در برخی افق ها حالت شیلی - لامیناسیونی پیدا نموده اند تشکیل شده است. گاهی و به خصوص در بخش های تحتانی درون لایه های سنگ آهک نازک لایه خاکستری رنگ در آنها دیده می شود.

سنگ آهکهای اربیتولینا دار کرتاسه (K_{1-2})

در دامنه شرقی کوه پروند و بر روی رخساره های نرم فرسایش واحد قبلی، ضخامتی در حدود ۱۶۰ تا ۱۹۰ متر از سنگ آهکهای اربیتولینا دار، سنگ آهک ماسه ای، سنگ آهک مارنی و سنگ آهک دولومیتی دیده می شود. به این ترتیب که در قاعده ۸۰ تا ۱۰۰ متر سنگ آهکهای لامیناسیونی تا نازک لایه خاکستری رنگ کمی ماسه ای و بر روی آن ۲۰ تا ۳۰ متر دولومیت دانه شکری بزرگ زرد تا کرم و با لایه بندی ضخیم تا توده ای شکل و بر روی آن سنگ آهکهای به رنگ خاکستری متوسط تا کمی تیره رنگ خرده صدف و آ لگ دار دیده می شود. در بررسی های میکروسکوپی به توسط ش. الله مددی - ف. وکیلی، فسیلهای زیر و سن سنومانین تشخیص داده شده است:

Nautiloculina sp., *Pseudolituonella sp.*, *Valvulammina sp.*, *Pseudochrysalidina sp.*, *Cuneolina sp.*, *Textularids*, *Miliolids*, *Echinids*, *Gastropoda*.

در بررسی میکروسکوپی نمونه های سنگ آهک های دامنه غربی کوه پروند نیز فسیل های زیر و سن سنومانین را تشخیص داده اند:

Orbitolina sp., *Orbitolina concava*, *Orbitolina conica*, *Cuneolina sp.*, *Cuneolina cenomanica*, *Pseudolituonella sp.*, *Valvulammina sp.*, *Miliolids*, *Textularids*, *Bryozoa*, *Algae*.

سنگ آهکهای بخش های تحتانی این واحد سنگی در دو کیلومتری شمال غرب کلاته میرعلی در بررسی های میکروسکوپی دارای فسیل های زیر و سن آپسین تشخیص داده شده است:

Orbitolina sp., *Dictyoconus sp.*, *Cuneolina sp.*, *Miliolids*, *Textularids*, *Lithocodium aggregatum*.

مارن و سنگ آهک کرتاسه پیشین (K^{ml}_1)

این واحد از تناوب مارن سیلت دار لامینه سبز - خاکستری روشن با درون لایه های فراوان سنگ آهک ماسه ای خاکستری تا قهوه ای روشن و افق های ماسه سنگ آهکی خاکستری رنگ تشکیل شده و ضخامتی در حدود ۱۵۰ متر از آن رخنمون دارد.

سنگ آهک و سنگ آهک مارنی کرتاسه پیشین ($K^{lm,1}$)

۱/۵ کیلومتر جنوب روستای دوچاهی (غرب نقشه) این واحد متشکل از سنگ آهک های به رنگ خاکستری و همراه با مقداری درون لایه های سنگ آهک مارنی به رنگ خاکستری روشن و با ضخامت حداکثر تا ۱۵۰-۲۰۰ متر می باشد. در بررسی های میکروسکوپی ش. الله مددی فسیل های زیر و سن آپسین را تشخیص داده است:

Orbitolina spp., *Orbitolina conica*, *Dictyoconus arabicus*, *Dictyoconus Pachymarginalis*, *Iraqia simplex*, *paraorbitolina sp.*, *Shell frag.*, *Lithocodium aggregatum*, *Boueina sp.*

مارن، شیل و سنگ آهک کرتاسه پیشین ($K^{m,sh,1}$)

سه تا چهار کیلومتر جنوب روستای دو چاهی (غرب نقشه) این واحد شامل مارن سیلت دار لامینه و سیلت سنگهای آهکی لامیناسیونی و شیل های سیلت دار کمی آهکی به رنگ سبز - خاکستری روشن هستند که یاد آور رخساره شیل های بیابانک به سن آلبین می باشند و در یال جنوبی ناودیس چاه ستاره به رنگ های سبز و قرمز نیز دیده شده اند. گاهی درون لایه های سنگ آهک خاکستری رنگ برخی مواقع ماسه ای و اربیتولینا دار نیز در آنها دیده می شود. در سمت بالا تبدیل شدن آنها به واحد $K^{m,ls,1-2}$ تدریجی است و ضخامت هر دو واحد حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر تخمین زده شده است.

مارن سنگ آهک و ماسه سنگ کرتاسه پیشین ($K^{m,ls,1-2}$)

۴-۵ کیلومتر جنوب غرب کلاوی و در هسته ناودیس چاه ستاره مارن های سیلت دار این واحد دیده می شود که دارای درون لایه های فراوان و نازک لایه سنگ آهک، سنگ آهک ماسه ای، ماسه سنگ آهکی و نیز سیلت سنگهای آهکی است و لذا مقاوم تر بوده و بصورت برجسته دیده می شوند.

در ۷ کیلومتری جنوب غرب چاه ستاره این واحد بصورت کلاهی بر روی نهشته های نرم فرسایش واحد قبلی قرار گرفته و متشکل است از رخساره های ماسه سنگ آهکی و سنگ آهکهای ماسه ای نازک لایه تا لامیناسیونی و درون لایه های آهکی خرده صدف دار که در بررسی های میکروسکوپی به علت وجود گلوبوترونکانا، سن سنوماین و یا جوانتر تشخیص داده شده است:

Dictyoconus sp., *Pseudochrysalidina sp.*, *Lenticulina sp.*, *Miliolids*, *Globotruncana sp.*, *Lithocodium aggregatum (Rew.)*, *Gastropoda*, *Bryozoa*.

کنگومرای کرتاسه پسین تا پالتوسن (K_2P^e)

این کنگلومرا منحصر در هسته ناودیس کوه پروند و بر روی سنگ آهک های اربیتولینا دار واحد K^{1-2} و به رنگ قرمز خاکستری دیده شده است با ضخامت تقریبی ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر، قلوه های آن اکثرا از سنگ آهکهای اربیتولینا دار نیمه زاویه دار تا نیمه مدور به قطر از چند میلی متر تا چند ده سانتی متر و گاهی یک تا دو متر در زمینه ای آهکی تشکیل شده و قلوه های ماسه سنگی یا آتش فشانی و متفرقه تقریباً دیده نمی شود و بدون اختلاف شیب محسوس بر روی سنگ آهکهای اربیتولینا دار واحد K^{1-2} قرار گرفته اند. در بخش های بالاتر دانه ریزتر و ماسه سنگی شده و لذا در مقابل فرسایش کم مقاومت تر شده اند. گاهی در بخش پائینی آن درون لایه های سنگ آهک مارنی - ماسه ای به ضخامت ۵۰-۶۰ سانتی متر و لایه بندی نازک دیده می شود که در بعضی افق ها ندولار نیز هستند. نمونه های تهیه شده از سنگ آهک های مزبور در بررسی های میکروسکوپی به توسط ش. الله مددی - ف. وکیلی در دو مقطع نازک دارای فسیل های زیر و به سن ماستریشتین پیشین تشخیص داده شده اند:

Globotruncana sp., *Globo. arca*, *Globo. primitiva*, *Globo. stuarti*, *Globo. bulloides*, *Globo. falsostuarti*, *Globo. lapparenti*, *Globo. formicata*, *Globo. gagnebini*, *Rugoglobigerna rugosa*, *Globo. Renzi*, *Globo. Gansseri*, *Heterohelix sp.*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Calcisphaerula innominata late*.

توف و سنگهای آتش فشانی کرتاسه پسین ($K^{t,v,2}$)

در ورقه دارین از مجموعه سنگهای پوسته اقیانوسی (Oceanic crust) سری افیولیتی زون سبزوار هیچ رخنمونی دیده نشده است و فقط گاهی قلوه های فرسایش یافته ای از آنها در کنگلومراهای پالتوسن و جوانتر از آنها مشاهده شده است ولیکن نهشته های مربوط به پوسته رسوبی (Sedimentary crust) سری افیولیتی از قبیل فلیش ها، فلیش - ولکانیک ها، رسوبات کربناته پلاژیک گلوبوترونکانا دار، رادیولاریت، اسپیلیت و توف در این ورقه رخنمون و گسترش

قابل توجهی دارند به نحوی که بقیه واحدهای سنگی را تحت الشعاع قرار داده است. بخش آذر - آواری سری سنگهای مزبور (واحد K^{L2}) با رخساره های دریایی عمیق خاص محیط های رسوبی سیستم کافت (Rift)، متشکل است از تناوب های توف ها، سنگ های آتش فشانی، سیلت سنگ، شیل سیلیسی، رادیولاریت های قرمز و گاهی سبز رنگ، مقداری ماسه سنگ توفی و بطور محلی درون لایه های نازک سنگ آهک پلاژیک گلوبوتر ونکانادار به رنگ قرمز تیره ولیکن نکته حائز اهمیت وجود مقادیر قابل توجهی سنگ های آتشفشانی اسیدی و به خصوص توف های اسیدی در لابلای بقیه رخساره ها می باشد که نقطه مقابل رخساره مرسوم در این قبیل حوضه ها و با ترکیب متوسط تا بازی است. بر آورد ضخامت این واحد به علت دیده نشدن قاعده آن و بهم ریختگی های زیاد زمین ساختی عملی نیست ولیکن در هر صورت ضخامت بخش های ظاهر شده آن در منطقه مورد مطالعه کمتر از دو تا سه هزار متر تخمین زده نمی شود. در دامنه جنوب شرقی کوه پروند، این واحد از تناوب های توف - برش، کنگلومرای آتشفشانی با قلوه های آندزیتی، توف سنگی و گاهی آندزیت تشکیل شده است و وجود کنگلومرای آتش فشانی احتمال نزدیک بودن به قاعده ردیف سنگهای مزبور را تقویت می نماید. بطور کلی این واحد با رخساره های به رنگ خاکستری و قرمز تیره و گاهی سبز و قهوه ای زیتونی رنگ در بخش های نرم فرسایش و یا گاهی زرد و کرم رنگ در بخشهای توفی دیده می شود. در جنوب فیل شوردر این واحد تناوب های توف، آندزیت و وابستگان دیده می شود، افق های رادیولاریت قرمز رنگ با ضخامت گاهی تا چند ده سانتی متر مشاهده شده است و تناوب های آندزیتی فراوان است. در بررسی های میکروسکوپی نمونه های تهیه شده به توسط م. پشتکوهی، آندزی بازالت (اسپیلیتی) و کراتوفیر - اسپیلیت تشخیص داده شده است. نیمه راه بنسبرد بالا به نوده، نمونه تهیه شده از افق های به رنگ قرمز تیره، توف متبلور شیشه ای با ترکیب اسید تشخیص داده شده است.

۳/۵ کیلومتر جنوب غرب کلاته بیدک نمونه سنگ های آذرین لابلای سیلت سنگها و ماسه سنگها، کوارتز لاتیت (میکروکوارتز مونزونیت) و اسپیلیت - کراتوفیر تشخیص داده شده اند. در نوار شمال شرقی نقشه در این واحد توف هیالوکلاستی با ترکیب بازالتی و احتمالا در محدوده فوران های زیر دریایی اسپیلیتی تشخیص داده شده است. چهار کیلومتر جنوب شرق روستای حمیره و ظاهرا در موقعیت هسته یک تاقدیس، رخساره های قرمز تیره تا سیاه رنگ سنگهای آتشفشانی گاهی حفره دار دیده می شود که در بررسی های میکروسکوپی داسیتیک آندزیت، آندزیت اسپیلیتی شده و اسپیلیت - کراتوفیر تشخیص داده شده اند. بر روی آنها رخساره های خاکی رنگ نرم فرسایش توفی - شیلی دیده می شود که به ندرت در آنها افق ۱۰ - ۱۲ سانتی متری سنگ آهک پلاژیک گلوبوتر ونکانادار به رنگ قرمز تیره و با لایه بندی لامیناسیونی دیده می شود. در بررسی های میکروسکوپی نمونه های سنگ آهک مزبور فسیل های زیر و سن ماسترشتین پیشین تشخیص داده شده است:

Globotruncana falsostuarti, Globo. Stuarti, Globo. Conica, Globo. gagnebini.

ریولیت ها و سنگهای آتشفشانی اسیدی کرتاسه پسین (K^T_2)

در ابتدای دره محمد آباد به فیل شور (کال مرغ) در لابلای سنگهای واحد k^{L2} افقی شاخص از سنگهای آتشفشانی به رنگ قرمز - قهوه ای تیره و با ضخامت قابل توجه حدود ۱۵۰ - ۲۰۰ متر دیده می شود که قابل نمایش بصورت جداگانه بوده اند و در بررسی های میکروسکوپی، سنگ آتشفشانی اسیدی و ریولیت تشخیص داده شده اند.

اسپیلیت و کراتوفیر کرتاسه پسین ($K^{sp.k}_2$)

حدود ۴ کیلومتر شمال روستای چاه شن، افقی از سنگ های آتشفشانی تیره رنگ با ضخامت قابل توجه حدود ۷۰ تا ۱۰۰ متر در لابلای سنگهای واحد K^{L2} دیده می شود که قابل نمایش بصورت جداگانه بوده اند و در بررسی های میکروسکوپی آندزیت و آندزیت بازالتی در محدوده سنگهای اسپیلیتی و کراتوفیر تشخیص داده شده اند.

آندزیت داسیتی و داسیت کرتاسه پسین (K^{da}_2)

۵ کیلومتر جنوب روستای لارهنگ و در رودخانه کال مرغ، دواقی ممتد و مشخص از گدازه های آتش فشانی با ضخامت های ۱۰۰ و ۲۰۰ متر و قابل نمایش بصورت جداگانه دیده می شود که در بررسی های میکروسکوپی آندزیت داسیتی و داسیت تشخیص داده شده اند.

۷ کیلومتر جنوب هاشم آباد، دنباله های غربی افق جنوبی از توف متبلور شیشه ای سیلیسی شده و توف متبلور شیشه ای با ترکیب متوسط تا اسید تشکیل شده است و نمونه های افق شمالی توف متبلور شیشه ای سیلیسی شده با ترکیب اسیدی (ریولیتی - ریوداسیتی) تشخیص داده شده اند.

ماسه سنگ ها و سنگ آهک کنگلومرای پسین ($K^{s,1}_2$)

حدود ۲ کیلو متر جنوب غرب روستای دریاچه و در قاعده سنگ آهک و مارن واحد $K^{l,m}_2$ حدود ۲۰ - ۳۰ متر از این واحد شامل رخساره های ماسه سنگ آهکی و ماسه سنگ کوارتزی با سیمان آهکی قرمز رنگ و گاهی به ندرت افق های ماسه سنگ خاکستری روشن دانه درشت میکروکنگلومرای در لابلای آنها دیده می شود که بر روی آنها تناوب های ماسه سنگ و سنگ آهک مارنی نازک لایه به صورت لایه های تدریجی و حد واسط بین رخساره های تخریبی قاعده ای و سنگ آهکها و مارن های بالایی قرار گرفته است. ۳-۴ کیلومتر شمال غرب روستای بدر آباد نیز ضخامت در حدود ۳۰ متر از این قاعده ای با رخساره تخریبی در زیر سنگ آهک ها و مارن های واحد $K^{l,m}_2$ دیده می شود که در ۲۵ متر تحتانی آن تناوب افق های ماسه سنگ آهکی و گاهی افق های نازک تا نیم متر ضخامت سنگ آهک ندولار و نیز مارن های سیلت دار و سنگ آهک ماسه ای دیده می شود و در راس آنها ۵ متر سنگ آهک ندولار قرار گرفته است که بر روی آنها سنگ آهک ها و مارن های واحد $K^{l,m}_2$ بدون اختلاف شیب محسوس قرار گرفته است. به این ترتیب وجود رخساره های تخریبی و کنگلومرا در این نقاط می تواند علامت وجود وقفه در رسوب گذاری باشد و حال آنکه در نواحی شرقی تر گاهی سنگ آهک های پلاژیک واحد K^1_2 بصورت هم شیب بر روی واحد $K^{l,v}_2$ قرار گرفته و در برخی نقاط لایه های گذر تدریجی بین دو واحد نیز قابل مشاهده است.

سنگ آهک پلاژیک گلوبوترونکانادار کرتاسه پسین (K^1_2)

۵ کیلومتر جنوب روستای فیل شور، سنگ آهک های به رنگ خاکستری روشن تا صورتی و با لایه بندی نازک و گاهی متوسط لایه و ضخامت حدود ۱۰۰ - ۱۵۰ متر (در نواحی غربی تر تا ۲۰۰ متر) ظاهرا به صورت هم شیب بر روی واحد $K^{l,v}_2$ قرار گرفته اند. در بررسی های میکروسکوپی نمونه های مربوط به توسط ش. الله مددی - ف. وکیلی، فسیل های زیر و سن کامپانین تشخیص داده شده است:

Globotruncana sp., *Globo. arca*, *Globo. falsostuarti*, *Globo. lapparenti*, *Globo. bulloides*, *Heterohelix sp.*
در حدود ۵ کیلومتر شمال شرق نوده، سنگ آهک های پلاژیک مزبور بصورت هم شیب بر روی رخساره های نرم فرسایش دانه ریز قرمز - قهوه ای و گاهی زیتونی رنگ واحد $K^{l,v}_2$ قرار گرفته و حاوی فسیل های زیر به سن ماستریشتین تشخیص داده شده اند:

Globotruncana stuarti, *Globo. falsostuarti*, *Globo. lapparenti*, *globo. gansseri*, *Globo. contusa*, *Globo. arca*, *Globo. calcarata*, *Heterohelix sp.*

مارن و سنگ آهک کرتاسه پسین ($K^{m,1}_2$)

حدود ۵ کیلومتر جنوب روستای فیل شور این واحد شامل ۱۰۰ - ۱۳۰ متر (نواحی غربی تر تا ۱۸۰ متر) مارن های خاکستری متمایل به صورتی با فرسایش ندولار و مارن آهکی متناوب با درون لایه های سنگ آهک مارنی زرد و کرم رنگ با لایه بندی به ضخامت از چند سانتی متر تا ۱۰ - ۲۰ سانتی متر می باشد.

توف، ماسه سنگ و سنگهای آتشفشانی کرتاسه پسین ($K^{t,s,v}_2$)

این واحد با ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ متر در جنوب فیل شور رخنمون دارد ولیکن به سمت شرق نازک تر و به سمت غرب ضخیم تر می شود و از توف، ماسه سنگ آهکی، ماسه سنگ توفی آهکی و گاهی سنگهای آتشفشانی عمدتا آندزیتی تشکیل شده و در مجموع به رنگ های کم و بیش قرمز دیده می شوند.

مارن و ماسه سنگ کرتاسه پسین ($K^{m,s}_2$)

حدود ۳۵۰ تا ۴۰۰ متر از این واحد در اطراف روستای هاشم آباد رخنمون دارد ولیکن به سمت شرق نازک تر و به سمت غرب ضخیم تر می شوند. از مارن و مارن سیلت دار گاهی متناوب با درون لایه های سنگ آهک مارنی و نیز درون لایه های ماسه سنگ آهکی و سنگ آهک ماسه ای در بخش تحتانی تشکیل شده و برای نمونه گلوبوترونکانادار مربوط سن کامپانین - ماستریشتین پیشین تشخیص داده شده است.

مارن های کرتاسه پسین (K^m_2)

این واحد غا لبا از مارن و مارن سیلت دار خاکستری - قهوه ای روشن و خاکی رنگ و درون لایه های ماسه سنگ آهکی ریگ دار در قاعده تشکیل شده و دارای گسترش و ضخامت زیادی (افزون بر ۱۰۰۰ - ۱۵۰۰ متر) در جنوب و اطراف فیل شور و به سمت شرق آن می باشد. درون لایه های ماسه سنگ آهکی دانه درشت تا میکروکنگلومرای بخش تحتانی این واحد در بررسی های فسیل شناسی به توسط ف. کشانی دارای فسیل های زیر و سن ماستریشتین پسین تشخیص داده شده است:

Omphalocyculs macroporus, *Orbitoides* spp., *Siderolites calcitrapoides*, *Nummofallotia* sp., *Rudist* deb., *Globotruncana* spp. (bexhoweR)

اگرچه در رسوبات این واحد هنوز فسیلی از پالئوسن تشخیص داده نشده است ولیکن به احتمال زیاد حداقل ثلث بالایی آن می تواند مربوط به پالئوسن باشد که تعیین مرز دقیق مربوطه نیازمند بررسی های تفصیلی بیشتری است.

سنگ آهک و مارن تفکیک نشده کرتاسه پسین (K^{hm}_2)

در برخی نقاط سنگ آهک ها و مارن های گلوبوترونکانادار کرتاسه بالا مرزهای مشخصی جهت تقسیم بندی نشان نمی دهند و لذا بصورت تفکیک نشده در جعبه ای مجزا نشان داده شده اند.

حدود ۲ کیلومتر جنوب غرب روستای دریاچه در طبقات سنگ آهک مارنی خاکستری روشن تا صورتی نازک لایه گاهی چرت دار این واحد در دو مقطع نازک به توسط ف. کشانی، ش. الله مددی و ف. وکیلی، فسیل های زیر و سن تورونین تشخیص داده شده است:

Globotruncana helvetica, *Pithonelia ovalis*, *Oligosteginids* (*Calcisphaerula innominata* alate, *Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica*), *Hedbergella* sp., *Planomalina?* sp., *Hastigerinidae?* *Radiolaria*.

سن تورونین نمونه های مزبور، قدیمی ترین سنی است که در منطقه مورد مطالعه برای سنگ آهک ها و مارن های پلاژیک گلوبوترونکانادار کرتاسه بالایی تشخیص داده شده است (اعم از آنهایی که بر روی واحد K^{lv}_2 و یا به ندرت در درون آن واقع شده اند) که صرف نظر از دشواری های موجود در تطابقات و تعیین سن رخساره های بنتیک و پلاژیک، می تواند ناشی از تفاوت شرایط بخش های مختلف حوضه های رسوبی مربوط و شاهدهی برای نا هم زمانی شروع رسوب گذاری سنگ آهک ها و مارن های مزبور هم باشد. ف. کشانی با بررسی نمونه های رسوبات پلاژیک کرتاسه بالای منطقه به این جا نتیجه رسیده است که به مانند حوضه زاگرس، در این منطقه نیز هر دو رخساره های فسیلی بنتیک و پلاژیک با هم دیده می شوند.

در ۴/۵ کیلومتر شمال غرب روستای رودآ این واحد اکثر از سنگ آهک های مارنی دارای درون لایه های فلیش مانند و همچنین گاهی افق های کنگلومرای آهکی تشکیل شده است. حدود ۵/۵ کیلومتر جنوب تا جنوب شرق چاه ستاره در این واحد تناوب طبقات نازک لایه مارن آهکی، ماسه سنگ آهکی و گاهی کمی سنگ آهک و بعضی مواقع افق های چند متری سنگ آهک های سفید رنگ دیده می شود. چند صد متر جنوب کلاته بیدک این واحد شامل تناوب افق های سنگ آهک به رنگ خاکستری روشن با افق های مارنی - فلیشی ماسه سنگ دار می باشد. دو کیلومتر جنوب شرق روستا ذوالفرخ در نمونه های تهیه شده از این واحد (دو مقطع) به توسط ش. الله مددی فسیل های زیر با دامنه سنی گامپانین - ماستریشتین تشخیص داده شده است:

Globotruncana arca, *Globotruncanites elevata*, *Glob. stuartiformis*, *Glob. ventricosa*, *Glob. lapparenti*, *Globo. Stuarti*, *Globo. bulloides*, *Glob. subspinosa*, *Globo. Coronata*, *Globo. Falsostuarti*, *Globo. Conica*, *Globo. Agyptica*, *Gansserina gansseri*, *Marginotruncana coronata*, *Dicarinnina asymetrica*, *Pseudotextularia elegans*, *Rugoglobigerina rotundata*, *Heterohelix* sp.

مارن، سنگ آهک و فلیش کرتاسه پسین ($K^{m,fl}_1$)

این واحد سنگی عمدتاً از حدود ۵ کیلومتر جنوب مهر کرد و تا سه کیلومتری شمال دولت آباد با رخساره ای متفاوت از سنگ های کرتاسه بالای منطقه مورد مطالعه و در یک زون خرد شده دارای گسل های فراوان ظاهر شده است که کم و بیش خصوصیات فلیش ها و فلیش - ولکانیک های مربوط به پوسته رسوبی (Sedimentary Crust) سری افیولیتی را نشان می دهند. در سمت جنوبی با گسل معکوس دولت آباد - چاه شن به سمت جنوب و بر روی شبه

فلیش های ائوسن، بالا رفته اند و در حد شمالی نیز با گسلی معکوس و پر زاویه نسبت به واحد های سنگی پالتوسن - ائوسن در تراز بالاتر قرار گرفته اند. در این زون خرد شده و گسله نیز واحد سنگ آهک پلاژیک K_2 حضور ثابت و پایدار دارد و بر روی آن نهشته های این واحد شامل مارن های سفید و خاکستری روشن و دارای درون لایه های سنگ آهک، ماسه سنگ آهکی و رسوبات شبه فلیشی سبز و خاکستری و گاهی قرمز رنگ و گاهی افق های چند متری کنگلومرای آهکی و نیز رگه های فراوانی از سیلکس ها (رادیولاریت؟) و سیلت سنگ های سیلیسی شده قرمز رنگ و سیاه رنگ دیده می شود که در بعضی نقاط همراه با توف ها و سنگهای آتش فشانی نیز هستند که حتی المقدور بصورت مجزا نشان داده شده اند. سنگهای سیلیسی و آتش فشانی مربوطه به علت قرارگیری در زون های فعال گسله و نیز قرار داشتن در لابلای مارن های شکل پذیر، به شدت برشی و خرد شده و مجدداً سیمان شده و تیره رنگ هستند و لذا در روی نقشه ۰۰۰، ۲۵۰: ۱ کاشمر به عنوان آمیزه رنگین (Colored melange) در نظر گرفته شده اند ولیکن در مقیاس ۰۰۰، ۱۰۰: ۱ نقشه دارین واحد های مزبور قابل تفکیک بوده و لذا به صورت مجزا از هم نشان داده شده اند. قدیمی ترین سنگهای شناسایی شده در این زون، باریکه های گسله از سنگ آهک های اربیتولینادار ندولار و گاهی الیتی و در قاعده ماسه ای هستند که در بعضی نقاط قطعات صدف ها نیز در آنها دیده می شود و نمونه های مربوطه در بررسی های میکروسکوپی به سن آپسین تا سنومانین تشخیص داده شده اند. حد بالایی این واحد و نیز واحد $K^{v,t,s}_2$ درون گیر آن چندان مشخص و قطعی نمی باشد و این احتمال وجود دارد که مقداری از آنها به سن پالتوسن هم باشند.

حدود ۵/۵ کیلومتر شمال شرق مهرکرد و در رخنمون کوچکی از این واحد، سنگ آهک های گلوبوترونکانادار به رنگ خاکستری روشن نازک لایه متناوب با افق های نازک ماسه سنگ آهکی قابل مشاهده است و چرت (قرمز بیش تر و گاهی سبز) به فراوانی در لابلای آنها دیده می شود و در بررسی های میکروسکوپی به سن کامپانین تشخیص داده شده اند.

سنگ های آتشفشانی، توف و ماسه سنگ کرتاسه پسین ($K^{v,t,s}_2$)

در محدوده گسترش واحد $K^{m,lf}_1$ در برخی نقاط رخساره های آذر - آواری و سنگ های آتش فشانی شامل آندزیت، توف سبز، توف - برش، ماسه سنگ توفی و ماسه سنگ آهکی در لابلای واحد مزبور و گاهی بر روی آن قابل مشاهده است که هر جا مقیاس نقشه اجازه می داده به صورت مجزا نشان داده شده اند. قاعدتا بخش زیادی از آنها هم ارز چینه شناسی واحد $K^{s,v}_2$ واقع در میان مارن ها و سنگ آهک های جنوب فیل شور هستند ولیکن در هر حال در این جا احتمال جوانتر از کرتاسه پسین بودن بخشی از این واحد نیز وجود دارد.

در رخنمونی از این واحد در مرز شرقی نقشه، ضخامتی در حدود ۸ تا ۱۰ متر از رخساره های ندولار و گاهی برشی و کنگلومرای سبز رنگ (شبه توف سبز) و ظاهراً مربوط به قاعده این واحد، بر روی آهک ها و مارن های واحد $K^{m,lf}_1$ قابل مشاهده است. دو کیلومتر جنوب دو چاهی، در رخنمون گسترده ای از این واحد، کلاهِک هایی با ضخامت ۸ تا ۱۰ متر از سنگ های آندزیتی فرسوده و قطعات خرد شده و با گدازه سیمان شده ماسه سنگی و قطعات برشی شده از توف و ماسه سنگ های توفی بر روی فلیش - ولکانیک هاو توف های سبز همین واحد دیده می شود.

کنگلومرا و ماسه سنگ پالتوسن ($Pe^{c,s}$)

در نهشته های پالتوسن منطقه مورد مطالعه تنوع فراوان و تغییرات جانبی نسبتاً شدید رخساره ها مشاهده می شود که به خوبی شدت فعالیت های زمین ساختی منطقه در آن زمان را که مقارن با بسته شدن کافت ها و حوضه رسوبی فلیش می باشد منعکس می سازد. برای اختصار و نیز ساده تر شدن شرح ارتباطات چینه شناسی واحد های مربوطه با یکدیگر، رخساره های کم و بیش مشابه، در راهنمای حاشیه نقشه در یک جعبه جاسازی شده اند و در غیر این صورت، تنوع و تغییرات شدید رخساره های پالتوسن منطقه بسیار فراتر و گسترده تر از آن است که حتی در هفت جعبه نشان داده شده بگنجد. واحد سنگی $Pe^{c,s}$ در هسته یک تاقدیس فشرده از غرب کلاته بلی تا چند کیلومتر به سمت جنوب غرب رخنمون دارد و شامل کنگلومرای قرمز رنگ با قلوهِه هایی از منشاها متعدد و اندازه های متفاوت از چند میلی متر تا چند سانتی متر و گاهی تا ۱۰ - ۱۵ سانتی متر در سیمان آهکی می باشد. گاهی یک یا دو عدسی

سنگ آهک به ضخامت یک تا دو متر، در حدود چند ده متر بالاتر از قاعده نیز دیده می شود که مشابه های آنها در بررسی های میکروسکوپی به سن پالتوسن بوده است. در رخنمون مزبور بر روی این واحد، سنگ آهک های متبلور روشن رنگ Pe^{ll} قرار گرفته است.

۸ - ۹ کیلومتر جنوب غرب چاه ستاره این واحد شامل چند صد متر کنگلومرای قرمز رنگ با قلوه هایی از منشاهای متعدد و اندازه های متفاوت می باشد و در بخش های تحتانی دارای قلوه های به قطر ۴۰ - ۵۰ سانتی متر و نیز قلوه های سنگ آهکی سازند های قدیمی تر و ضخیم لایه است ولیکن ده تا بیست متر بالاتر، ریز دانه تر و ماسه ای می شود و فقط گاهی افق های کنگلومرای در آنها دیده می شود.

رخساره ماسه سنگی درشت میکروکنگلومرای خاکستری رنگ گراول دار این واحد با ضخامت ۶۰ - ۷۰ متر در جنوب روستای شکر آباد دیده شده است و در حدود ۳ کیلومتر شمال روستای مهرکرد و رخساره های ماسه سنگ ها و مارن های سیلت دار قرمز رنگ همراه با افق های میکروکنگلومرای، درون لایه های سنگ آهک ندولار و نیز افق های کنگلومرای آهکی در این واحد قابل مشاهده است. در حدود ۱/۵ کیلومتر شرق ذوالفرخ در این واحد رخساره های آذر - آواری و سنگ های آتش فشانی نیز دیده می شود. در رخنمون مزبور توف - برش ها، کنگلومرای دانه ریز، افق های گدازه ای به رنگ سبز پسته ای، تناوب توف سبز و ماسه سنگ توفی، با سیمان کمی آهکی (برخلاف سنگ های واحد $K^{t.v.2}$) دیده می شود که در زیر کنگلومرای قاعده ای واحد $P^{fl.c.l.1}$ قرار گرفته اند.

سنگ آهک های تحتانی پالتوسن (P^{ll})

چند صد متر جنوب غرب کلاته بلی سنگ آهک های متبلور روشن رنگ این واحد بدون اختلاف شیب بر روی کنگلومرای واحد $P^{c.s.6}$ ظاهر شده است. در نمونه های تهیه شده در دو مقطع به توسط ش. الله مددی - ف. وکیلی فسیل های زیر و سن پالتوسن تشخیص داده شده است:

Miscellanea sp., Kathina sp., Rotalia sp., Bolivina sp., Miliolids, Disticoplax sp., Globorotalia sp., Globorotalia wilcoxensis Globorotalia welascoensis, Cibicides sp., Textularids, Discorbis, Planorbulina sp., Lithothamnium sp., Gastropoda, Bryozoa, Algae.

در حدود ۳ کیلومتری شمال غرب بدر آباد بر روی فلیش های واحد $Pe^{fl.t}$ حدود ۲۰ - ۳۰ متر سنگ آهک های خاکستری روشن و نخودی رنگ کمی ماسه ای این واحد قرار گرفته که برای آنها نیز سن پالیوسن تشخیص داده شده است و حدود ۵ کیلومتر غرب مهرکرد و در معدن متروکه سنگ ساختمانی، سنگ آهک های سفید رنگ متبلور این واحد بر روی فلیش ها و سنگ آهک های کنگلومرای واحد $P^{fl.c.l.1}$ قرار گرفته اند که نمونه های مربوط سرشار از گلوبوترونکانها و دیگر فسیل های دست دوم (Reworked) کرتاسه بالا و نیز فسیل های پالتوسن تشخیص داده شده اند. حدود ۱/۵ کیلومتر شمال شرق فیل شور، تپه ای کوچک و منفرد از سنگ آهک های قهوه ای خیلی روشن و متبلور و سنگ آهک های مارنی این واحد که جهت معدن کنده کاری شده دیده می شود و نیز رخساره هایی مشابه در رخنمون حدود ۳ کیلومتر شرق تا شمال شرق فیل شور که دارای قاعده کنگلومرای نیز هستند. در نمونه های تهیه شده از آنها (۴ مقطع) به توسط ف. کشانی فسیل های زیر و سن پالتوسن (اشکوب های مونسین - تانتین) تشخیص داده شده است:

Globorotalia spp., idalina sp., Textutaria sp., Cibicides sp., Anomalina sp. Coscinophragma sp., Planorbulina cretae, Placopsilina cenomana, Globigerinids, Lenticulina sp., Eponides sp., Gyroidina sp., icertae sedis, Reophax sp., Placopsilina sp., Ethelia alba, Cypolia sp., Valvulinids, Favreina sp., Ostracoda, Echinids stem, Red Algae, Algae Dasycadacea, Coral.

فلیش، کنگلومرا و سنگ آهک پالتوسن ($Pe^{fl.c.l.1}$)

این واحد سنگی یکی از متنوع ترین واحد های پالتوسن منطقه می باشد و بر حسب نقاط مختلف تغییر و تبدیلات جانبی عمده ای در آن دیده شده و اضافه بر آن، بر روی، در مجاورت و یا در زیر واحد های سنگی متعددی قرار گرفته و عمدتاً از مارن و ماسه سنگ شبه فلیشی، کنگلومرا و درون لایه های ضخیم سنگ آهک و سنگ آهک کنگلومرای تشکیل شده است. در برخی نقاط (۴ کیلومتر جنوب شرق کروج) با ۲۰ - ۳۰ متر کنگلومرای قاعده ای دیده شده و

در برخی دیگر (شش کیلومتر جنوب غرب چاه ستاره) مقداری گچ بصورت لایه های با ضخامت از یک تا چند سانتی متر و گاهی ۱۰-۲۰ سانتی متر در اواسط آن دیده می شود.

۳/۵ کیلومتر شمال شرق مهرکرد و ضخیم ترین رخنمون این واحد (۲۰۰-۲۵۰ متر) دیده می شود که متشکل از تناوب های رخساره های نرم فرسایش سبز و خاکستری مارنی - فلیشی با افق های سنگ آهک نازک تا متوسط لایه (با ضخامت از چند سانتی متر تا ۲۰ - ۳۰ سانتی متر)، افق های کنگلومرای دانه ریز و گاهی کمی ریگ دار، ماسه سنگ آهکی دانه درشت، درون لایه ماسه سنگ آهکی، کنگلومرای آهکی و یا سنگ آهک ندولار. سنگ آهک ها گاهی دارای کمی ریگ، الیت و یا اینتراکلاست می باشند. تناوب های سنگ آهک های ریفی روشن رنگ ضخیم لایه تا توده ای شکل به ضخامت ۲۰-۳۰ متر نیز چند بار تکرار می شود. نمونه های سنگی متعددی از این واحد مورد بررسی فسیل شناسی قرار گرفته و با فسیل های کم و بیش مشابه موارد قبلا ذکر شده و در مواردی نیز با نومولیت و آلوتولینا، همگی به سن پالتوسن تشخیص داده شده اند. در جنوب شکر آباد این واحد بصورت هم شیب بر روی واحد Pe^{fs} قرار گرفته و لایه های گذر تدریجی دیده می شود و لیکن در نقاط دیگر با ناپیوستگی فرسایشی بر روی واحد های دیگر قرار گرفته است.

شبه فلیش های پالتوسن (Pe^{ft})

این واحد از رسوبات شبه فلیشی (Flysch type) نرم فرسایش شامل تناوب های قرمز، خاکستری و سبز مارن سیلت دار، ماسه سنگ آهکی قرمز رنگ، گل سنگ، سیلت سنگ و گاهی درون لایه های سنگ آهک ماسه ای یا مارنی تشکیل شده است. به ضخامت حداکثر ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر در اطراف شکر آباد دیده شده اند و در بررسی های فسیل شناسی نمونه های مربوط از ۴ کیلومتر شمال روستای رودآ و نیز چند ده متر روستای گر آب (غرب نقشه) دارای آلوتولینا و نیز فسیل های به سن پالتوسن تشخیص داده شده اند.

ماسه سنگ و کنگلومرای پالتوسن (Pe^{sc})

۸ کیلومتر جنوب تا جنوب غرب دارین و در طرفین رودخانه کال مرغ حدود ۴۰ تا ۵۰ متر از رسوبات این واحد بصورت پرکردگی هسته ناودیس فیل شور و بر روی ۴ تا ۵ متر سنگ آهک های متوسط تا ضخیم لایه ریفی متبلور و روشن رنگ پالتوسن دیده می شوند و از تناوب طبقات ماسه سنگ دانه درشت گاهی میکرو کنگلومرای با درون لایه های رسوبات نرم فرسایش سیلتی - ماسه ای و نیز افق های ضخیم چند ده سانتی متر تا یک الی دو متری کنگلومرای قرمز رنگ تشکیل شده اند. در هسته ناودیس واقع در غرب کلاته بلی نیز ۱۰۰ تا ۱۲۰ متر رخساره های ماسه سنگی و کنگلومرای و مارن سیلت دار قرمز رنگ این واحد مشاهده شده اند که بدون اختلاف شیب بر روی سنگ آهک های Pe^{ll} قرار گرفته اند و گاهی دارای عدسی های نادر با ضخامت ۳ تا ۴ متر از سنگ آهک های ندولار به سن پالتوسن نیز هستند. در هر دو محل وجود ناپیوستگی فرسایشی بین دو واحد محتمل است.

سنگ آهک های فوقانی پالتوسن (Pe^{12})

چند صد متر شرق روستای نوده ۴۰ - ۵۰ متر سنگ آهک و سنگ آهک مارنی به رنگ خاکستری روشن این واحد بصورت هم شیب بر روی شبه فلیش های Pe^{ft} دیده می شوند که نمونه های مربوطه در بررسی های میکروسکوپی کم و بیش مشابه موارد ذکر شده قبلی و به سن پالتوسن بوده و در آنها نومولیت و آلوتولینا نیز تشخیص داده شده است. چهار تا پنج کیلومتر شمال مهرکرد و نیز گسترش بیش تری از این سنگ آهک ها که کم و بیش مشابه درون لایه های سنگ آهکی واحد $Pe^{fl.c.1}$ است بصورت هم شیب بر روی واحد مزبور دیده می شود.

ماسه سنگ، مارن و کنگلومرای پالتوسن - ائوسن ($Pe^{s,m,c}$)

حداکثر ضخامت این واحد (۸۰۰ - ۱۰۰۰ متر) در مناطق واقع در چند کیلومتری شرق روستای رودآ دیده شده است ولیکن به سمت شرق و غرب نازک تر می شوند و از تناوب های ماسه سنگ های کمی آهکی نازک لایه، مارن سیلت دار، سیلت سنگ و گاهی درون لایه های کنگلومرای با قلوه های به قطر ۵ تا ۱۰ سانتی متر مدور تا نیمه مدور تشکیل شده و به رنگ های قرمز - زیتونی، قرمز روشن و نیز خاکستری روشن دیده می شوند و روی هم رفته نرم

فرسایش تر از واحد بعدی هستند و با آن تغییر و تبدیلات جانبی و بین انگشتی نشان می دهند. جایگاه چینه شناسی و سن نظری این واحد براساس شواهد کلی چینه شناسی منطقه تعیین شده است.

ماسه سنگ، کنگلومرا و مارن ائوسن پیشین ($E^{s,c,m}_1$)

این واحد کم و بیش همان مشخصات قبلی را دارد با این تفاوت که به علت فراوانی درون لایه های کنگلومرای و به خصوص در بخش های تحتانی آن بصورت کاملا برجسته و متمایز از واحد قبلی دیده می شوند. ضخامت در حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر برای این واحد متصور است ولیکن در شرق و جنوب روستای تپه بید سریعا نازک و ناپدید می شوند.

۴ کیلومتر جنوب روستای مهرکرد و در بخش بالایی این واحد درون لایه های با ضخامت ۱۰ تا چند ده سانتی متر ماسه سنگ نازک تا متوسط لایه ریگ دار متناوب با کنگلومرای دانه ریز در لابلای مارن ها و ماسه سنگ های آهکی قرمز روشن و گل سنگ های خاکی رنگ دیده می شود. سن این واحد نیز براساس شواهد کلی چینه شناسی منطقه در نظر گرفته شده است.

مارن، ماسه سنگ و کنگلومرای ائوسن پیشین ($E^{m,s,c}_1$)

این واحد از مارن های سیلت دار قرمز روشن و گل سنگ های خاکی رنگ دارای درون لایه های ماسه سنگ های آهکی با ضخامت از یک تا چند سانتی متر و گاهی درون لایه های کنگلومرای، با ضخامت حدود ۲۰۰ - ۳۰۰ متر در جنوب روستای مهرکرد و قابل مشاهده است ولیکن بر عکس دو واحد قبلی به سمت شرق ضخیم تر و به سمت غرب نازک و ناپدید می گردد.

شبه فلیش های پالتوسن تا ائوسن ($PeE^{f,t}$)

رخنمون های کوچک و پراکنده از این واحد در جنوب گسل دولت آباد - چاه شن در جنوب غربی نقشه دیده می شود که به علت گسترش کم قابل تقسیم بندی نبوده و لذا به صورت تفکیک نشده نشان داده شده اند. رخنمونی از آنها در حدود ۳/۵ کیلومتر شمال شرق روستای چاه شن متشکل از رسوبات نرم فرسایش سفید و زرد روشن رنگ و اکثرا متشکل از ماسه سنگ های آهکی خاکستری روشن نازک لایه تا لامیناسیونی متناوب با مارن و مارن سیلت دار می باشد.

سنگ آهک آلئولینا - نومولیت دار ائوسن پیشین (E^l_1)

در حدود ۶ کیلومتر جنوب غرب کلاته فیچی سنگ آهک های آلئولینا و صدف دار به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن گاهی کمی ماسه ای یا ندولار این واحد بر روی شبه فلیش های $PeE^{f,t}$ و در دو افق به ضخامت ۵ تا ۱۰ متر و حدود ۱۰ - ۱۵ مرسارهای نرم فرسایش بین آن دو قابل مشاهده است که نمونه های تهیه شده از آنها دارای سن ائوسن پیشین (Ypresian) بوده است. رخنمون های پراکنده ای از این واحد در اطراف روستای کروج دیده می شود و ۳ تا ۴ کیلومتر شرق آن با ضخامت حدود ۸۰ - ۱۰۰ متر نیز مشاهده شده اند.

شبه فلیش های ائوسن پیشین ($E^{f,t}_1$)

رسوبات شبه فلیشی این واحد با ضخامت حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر از شرق تا غرب بخش میانی نقشه در جنوب رخنمون های متعددی مشاهده شده اند و از تناوب های قرمز، سبز و خاکستری مارن سیلت دار، ماسه سنگ و سیلت سنگ آهکی، درون لایه های سنگ آهک و گاهی گچ تشکیل شده اند. شش کیلومتر جنوب غرب چاه ستاره تناوب رخنمون های نرم فرسایش مارن سیلت دار قرمز و زرد و افق های متعدد سنگ آهک مارنی به رنگ زرد تا پسته ای روشن دیده می شود و نمونه های مربوطه دارای آلئولینا و دیگر فسیل های به سن ائوسن پیشین تشخیص داده شده اند و چند صد متر جنوبی تر از این نقطه، قاعده ماسه سنگی - کنگلومرای این واحد قابل مشاهده است که به تدریج به سمت بالا تبدیل به شبه فلیش ها می شوند.

چند صد متر شمال روستای ذوالفرخ شبه فلیش های سبز و قرمز و گاهی دارای افق های سنگ آهک تخریبی سرشار از فسیل و خرده صدف بخش های تحتانی این واحد رخنمون دارد. در بررسی های میکروسکوپی بر روی نمونه های مربوطه به توسط ف. کشانی فسیل های زیر و سن ائوسن پیشین (Ypresian) تشخیص داده شده است:

Nummulites spp., Assilina spp., Operculina sp., Discocyclina sp., Gypsina sp., Alveolina sp., Globorotalia spp., Distichoplax biserialis.

به سمت شمال رخساره های روشن تر و درون لایه های ماسه سنگ آهکی سست به رنگ خاکستری روشن نیز در آنها دیده می شوند. در بخش های بالاتر، ماسه سنگ های آهکی و سنگ آهک های مارنی سرشار از آلئولینا و یا گاهی نومولیت قرمز رنگ در لابلای فلیش های سبز و خاکستری روشن این واحد دیده می شود و در حدود ۱/۵ کیلومتر شمال روستای ذوالفرخ افق ۲-۳ متری گچ نیمه متراکم نیز در آنها مشاهده شده است. به سمت بالا درون لایه های سنگ آهک های سرشار از آلئولینا و گاهی نومولیت و خرده صدف در آنها فراوان شده و به صورت تدریجی تبدیل به سنگ آهک های نومولیت و آلئولینا واحد E₂ می شوند.

کنگومرا و ماسه سنگ ائوسن میانی (E₂^{c,s})

رسوبات پیش رونده ائوسن میانی منطقه با ناپیوستگی کاملاً مشخص و قاعده ای کنگومرای - ماسه سنگی با ضخامت از چند متر تا حدود ۴۰ - ۵۰ متر بر روی واحد های سنگی قدیمی تر و متفاوتی قرار گرفته اند که صرف نظر از دلالت بر حضور دوره فرسایشی، نشان دهنده فعالیت های زمین ساختی نیز هستند. در رخنمون های متعددی این واحد سنگی به علت کمی ضخامت قابل نمایش بصورت جداگانه نمی باشد ولیکن در دو کیلومتر شمال کلاته امیر آباد ۱۵ تا ۲۰ متر کنگومرای قرمز و ماسه سنگ آهکی و درون لایه سنگ آهک نومولیت و آلئولینا دار و بر روی آنها ۳۰ - ۴۰ متر رسوبات نرم فرسایش این واحد دیده می شود که بر روی آنها سنگ آهک های نومولیت - آلئولینا دار واحد E₂ و مشابه درون لایه های پائینی دیده می شود که در بررسی های فسیل شناسی نیز کم و بیش دارای فسیل ها و سنی مشابه بوده اند (لوتسین).

۲/۵ کیلومتر شمال دولت آباد نیز در قاعده این واحد ۴ تا ۵ متر طبقات نازک کنگومرای دانه ریز کمی ندولار با سیمان ماسه ای و بر روی آنها ۱۰ - ۱۵ متر رخساره های نرم فرسایش ماسه سنگی قرمز رنگ دیده می شود.

سنگ آهک نومولیت - آلئولینا دار ائوسن میانی (E₂)

این واحد از سنگ آهک های نومولیت - آلئولینا دار و سنگ آهک ماسه ای تشکیل شده که کم و بیش با قاعده ای کنگومرای - ماسه سنگی که در بعضی نقاط قابل جدا سازی بوده اند (E₂^{c,s}) بصورت پیش رونده و با ناپیوستگی فرسایشی (Disconformity) بر روی سازند های مختلف قدیمی تر قرار گرفته اند. اگرچه بخش اعظم آن در بررسی های فسیل شناسی به سن لوتسین تشخیص داده شده اند ولیکن در برخی نقاط منطقه نیز سن هایی در محدوده ائوسن پیشین تا ائوسن میانی برای آنها ارائه شده است که احتمالاً مربوط به حضور فسیل های فرسایش یافته قدیمی بصورت دست دوم در نمونه های مربوطه می باشد.

در حدود ۱/۵ کیلومتر جنوب مهرکرد و این واحد ۶۰ تا ۷۰ متر ضخامت دارد که از سنگ آهک کمی ندولار نخودی تا خاکی رنگ سرشار از آلئولینا و گاهی نومولیت و نیز دوکفه ای و گاستروپودا تشکیل شده است و به سمت غرب ضخیم تر شده و در جنوب کلاته امیرآباد به ضخامت ۱۰۰ تا ۱۲۰ متر هم می رسد. در قاعده آنها چند متری کنگومرای ریز دانه ریگ دار و ماسه سنگ دانه درشت میکروکنگومرای دیده می شود که به سمت بالا به تدریج به سنگ آهک های مزبور می شوند. در بررسی های میکروسکوپی به توسط ش. الله مددی در سه مقطع نازک فسیل های زیر و سن ائوسن میانی (Lutetian) تشخیص داده شده است:

Nummulites sp., Nummulites aturicus (spp.), Nummulites globulus, Nummulites millicaput, Alveolina spp., Alveolina elongata, Glomalveolina sp., Alveolina levantina, Alveolina munieri, Operculina sp., Cuvilierina eocenica, Orbitolites Complanatus, Dictyoconus/ Coskinolina sp., Asterigerina sp., Cibicides sp., Rotalia sp., Miliolids, Valvulinids, Bryozoa.

دو کیلومتر شمال کلاته امیر آباد در سنگ آهک های مربوطه که سرشار از آلئولینا، نومولیت های گاهی سکه ای به قطر تا دو سانتی متر، صدف ها و شکم پا ها هستند به توسط ف. کشانی در چهار مقطع نازک فسیل های زیر و سن ائوسن میانی (لوتسین) تشخیص داده شده است:

Nummulites spp., Orbitolites sp., Discocyclina sp., Operculina sp., Alveolina spp., Calcarina sp., Assilina aff. Spira, Lockartia sp., Globorotalia sp., Rotalia spp., Glomalveolina sp., Valvulina sp., Lockhartia aff.

Diversa, Gypsina sp., Opertorbitolites sp., Sphaerogypsina sp., Calcarina sp., Kathina sp., Coskinolina sp., Idalina sp.

۴ کیلومتر جنوب شرق سنجر و ۱۰ تا ۱۵ متر سنگ آهک های کمی ماسه ای زرد تا قهوه ای روشن این واحد با ۵ تا ۶ متر کنگلومرا در قاعده بر روی واحد های قدیمی تر قرار گرفته و بر روی آنها تناوب های افق های سنگ آهک و درون لایه های فلیشی با ضخامت ۵۰ - ۷۰ متر دیده می شود که به سمت شمال به تدریج تبدیل به شبه فلیش های واحد $E^{f.2}$ می شوند.

شبه فلیش های ائوسن میانی ($E^{f.2}$)

این واحد از رسوبات شبه فلیشی شامل تناوب های سبز - خاکستری مارن سیلت دار، سیلت سنگ و ماسه سنگ آهکی و گاهی درون لایه های سنگ آهک تشکیل شده و با حداکثر ضخامت حدود ۵۰۰ - ۶۰۰ متر در ناودیس کوه قلعه دختر رخنمون دارد. به علت قرار گیری بر روی واحد $E^{f.2}$ با سن مشخص لوتسین، تعلق رسوبات مربوطه به ائوسن میانی محرز است در سمت بالا، سن مستندی برای راس آنها به دست نیامده است.

در غرب روستای سنجر و در بخش های پائینی این واحد، در ضخامتی حدود ۲ تا ۳۰ متر، درون لایه های فراوان ماسه سنگ آهکی دانه درشت و گاهی میکروکنگلومرا بصورت متناوب با مارن ها و شبه فلیش ها دیده می شود که در سطح زیرین آنها در بعضی افق ها، لودکست های گاهی پیچیده فراوانی قابل مشاهده است. در شمال معدن متروکه سنگ ساختمانی واقع در حدود ۵ کیلومتری غرب مهرکرد و نیز شبه فلیش های سبز و خاکستری و گاهی قرمز رنگ این واحد دیده می شود که گاهی دارای درون لایه های ماسه سنگ خاکستری ریگ دار میکروکنگلومرائی نیز هستند. به سمت شمال و هسته ناودیس کوه قلعه دختر، تعداد و ضخامت درون لایه های ماسه سنگی به تدریج بیش تر می شود و نشانه پر شدن تدریجی حوضه و پس روی دریا هستند. چند صد متر شمال کلا ته امیر آباد و در موقعیت هسته ناودیس مهرکرد - تپه بید نیز ماسه سنگهای دانه درشت میکروکنگلومرائی گاهی کمی گراول دار به رنگ قرمز و سبز خاکستری روشن بر روی شبه فلیش های سبز و خاکستری دیده می شود که ظاهرا مشابه هسته ناودیس کوه قلعه دختر و مربوط به بخش بالائی این واحد هستند.

کنگلومرای ائوسن پسین (E^c_3)

این واحد با ضخامتی در حدود ۷۰ تا ۸۰ متر شامل کنگلومراهائی قرمز رنگ ضخیم لایه تا توده ای شکل و گاهی افق های خیلی نازک از مارن های سیلت دار خاکی رنگ لایه لای آنها، در هسته ناودیس کوه قلعه دختر و بر روی شبه فلیش های واحد $E^{f.2}$ قابل مشاهده هستند. قلوه های کنگلومراها از منشا های متعدد و با اندازه های مختلف از چند تا ۱۰ - ۱۲ سانتی متر و گاهی نیز تا ۳۰ - ۴۰ سانتی متر و نیمه مدور تا مدور هستند و در سیمانی از ماسه سنگ آهکی، شاید مربوط به اواخر لوتسین و پس روی حوضه رسوبی مربوط به آن در هسته ناودیس کوه قلعه دختر باشند ولیکن با احتمالی بهتر می توانند قاعده پیش رونده سری رسوبات ائوسن بالائی منطقه و هم ارز کنگلومراهای بخش تحتانی واحد ($E_3OI^{c.s}$) در نظر گرفته شوند.

مارن و ماسه سنگ ائوسن پسین - اولیگوسن ($E_3OI^{m.s}$)

این واحد در گوشه جنوب شرقی نقشه و در تقادیس گزبرگی رخنمون دارد و از تناوب های مارن سیلت دار خاکستری - سبز روشن، ماسه سنگ و سیلت سنگ آهکی، گاهی افق های گچ و نیز درون لایه های نازک کنگلومرائی تشکیل شده است. در منطقه مورد مطالعه قاعده این واحد رخنمون ندارد و متناوب با افق های ضخیمی از کنگلومرا نیز هستند که در جعبه ای جداگانه و با علامت $E_3OI^{c.s}$ مشخص شده اند و در تقادیس گزبرگی مجموع ضخامت ظاهر شده این واحد و کنگلومراهای ضخیم واحد بعدی حدود ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ متر تخمین زده شده است.

در یال جنوبی تقادیس گزبرگی و در زیر آخرین افق ضخیم کنگلومرائی، مارن های رسی قهوه ای - قرمز رنگ که با اسید کمی می جوشند و به مقدار کم گچ دار نیز هستند دیده می شود. نمونه شست و شوی مربوطه در بررسی های فسیل شناسی به توسط ط. محتاط دارای فسیل های زیر و سن ائوسن پسین تشخیص داده شده است:

Cibicidina walli, Cibicides sp., Gyroidina sp., Lenticulina sp., Eponides sp.

همچنین در اواسط تاقدیس گزبرگی در مارن های رسی خاکستری - قهوه ای روشن آهکی کمی سیلت دار دارای فسیل های گیاهی و شاخ و برگ فراوان، نومولیت های خیلی ریز، شکم پاهای گوناگون، خارپوست و صدف دوکفه ای، در نمونه تهیه شده برای شست و شو نیز فسیل های زیر و سن ائوسن پسین تشخیص داده شده است.
Pararotalia mexicana, pararotalia sp., Nummulites sp., Textularia sp., Gyroidina sp., Cibicides sp., Ostracods.

کنگلومرها و ماسه سنگ های ائوسن پسین - اولیگوسن ($E_3OI^{c,s}$)

همانطور که در شرح واحد قبلی ذکر گردید درون لایه های ضخیم کنگلومرایی متناوب با مارن ها و گاهی گچ های واحد قبلی بصورت واحدی جداگانه نشان داده شده اند که شامل کنگلومرها و گاهی درون لایه های ماسه سنگی به رنگ قرمز و قهوه ای روشن هستند. در آخرین افق کنگلومرایی ضخیم در یال جنوبی، دانه های کنگلومرا نیمه مدور تا مدور و از منشا های متعدد اکثر سازند های منطقه و با اندازه های از چند میلی متر تا ۱۰ - ۱۵ سانتی متر و اکثراً در حدود ۵ - ۱۰ سانتی متر می باشند و نکته مهم وجود تعدادی قلوه های سنگ آهک آلئولینا و نومولیت دار و حتی دارای نومولیت های سکه ای گاهی به قطر یک تا دو سانتی متر ائوسن میانی است که به یقین و حتی بدون بررسی های فسیل شناسی هم سن این کنگلومرها را جوان تر از ائوسن میانی می سازد و با توجه به کلیه شواهد زمین شناسی منطقه ای حتی احتمال اولیگوسن بودن بخشی از آنها نیز وجود دارد.

مرز شمالی و جنوبی واحد $E_3OI^{m,s}$ و نیز واحد $E_3OI^{c,s}$ در تاقدیس گزبرگی با رسوبات نرم و ظاهراً کم و بیش مشابه واحد بعدی ($M^{m,s}_1$) به علت تشابه ظاهری رخساره های سنگی چندان مشخص نیست و فعلاً بطور نظری در بالای آخرین افق کنگلومرایی ضخیم واحد $E_3OI^{c,s}$ و بصورت مرز حدسی در نظر گرفته شده است.

مارن و ماسه سنگ میوسن تحتانی ($M^{m,s}_1$)

آخرین پیش روی گسترده و سراسری در ایران مرکزی در اوایل میوسن به این ناحیه رسیده و سبب نهشته شدن رسوبات ضخیم و بیش تر با شرایط قاره ای - تبخیری در منطقه گردیده است.

در محدوده مورد مطالعه ضخامتی در حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر از این واحد در جنوب تاقدیس گزبرگی قابل مشاهده است و از مارنهای سیلت دار رسی با مقدار قابل توجه سیلت (بر خلاف مارن های $E_3OI^{m,s}$ که تقریباً سیلت ندارد و یا کم است) و نیز تناوب های ماسه سنگ و سیلت سنگ آهکی و بطور محلی درون لایه های نازک کنگلومرا یا گچ تشکیل شده است.

در محل مزبور دو افق ضخیم از گچ های سفید و خاکستری روشن (gy) دیده می شود که گاهی به ضخامت ۸ تا ۱۰ متر نیز مشاهده شده اند و غالباً از گچ های متراکم و گاهی درون لایه های گچ های متخلخل تشکیل شده اند و در بین دو افق گچ مزبور نیز تناوب مارن سیلت دار و گاهی درون لایه های خیلی نازک ماسه سنگ آهکی خاکستری - سبز روشن و نیز لایه های خیلی نازک گچ دیده می شود. در نمونه شست و شوی تهیه شده از مارن های سیلت دار واقع در چند ده متر جنوبی تر از آخرین افق کنگلومرایی واحد $E_3OI^{c,s}$ (حدود دو کیلومتر شرق جاده که با علامت محل پیدایش فسیل مشخص شده) به توسط ط. محتاط فسیل های زیر و سن میوسن (میوسن پیشین) تشخیص داده شده است.

Saracenaria sp., Planulina cf. renz, Lenticulina sp., Lenticulina cf. rotulatus, Textularia mariae, Uvigerina romenica, Chilostomella oroidea, Planulina ariminensis, Bathysphion sp., Splropieatinella carinata, Globigerina bolloides, Globigerinoides trilobus, Bulimina pyrula.

در یال شمالی تاقدیس گزبرگی نیز رخساره این واحد کم و بیش مشابه رسوبات یال جنوبی است و در ۴ کیلومتر جنوب روستای چاه تلخ و در حاشیه شرقی جاده دولت آباد به بردسکن، بخش های بالائی این واحد متشکل است از مارن های سیلت دار متناوب با سیلت سنگ ها و گاهی درون لایه های ماسه سنگی دانه درشت آهکی خاکستری تا قهوه ای خاکی و گاهی افق های گچ یک تا چند سانتی متری و همچنین افق های نازک حدود نیم تا یک متری از کنگلومراهای قهوه ای خاکی رنگ از منشا های متعدد با قلوه های نیمه مدور تا مدور با اندازه های مختلف به قطر ۱ - ۲ و تا ۵ الی ۷ سانتی متر دیده می شود. افق ضخیم کنگلومرایی اواسط این واحد در یال جنوبی (۱۰۰ - ۱۲۰ متر) در جعبه ای

جداگانه و با علامت (M^{c,s_1}) بصورت مجزا نشان داده شده است که کم و بیش شبیه همان کنگلومراهای واحد $E_3OI^{c,s}$ هستند.

کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن میوسن میانی - پسین (M_{2-3})

ضخامت نهشته های میوسن میانی - بالائی منطقه مورد مطالعه که عمدتاً در جنوب شرقی نقشه رخنمون دارند حدود ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ متر تخمین زده شده که در ناودیس های دولت آباد و چاه تلخ قابل مشاهده هستند. در قاعده آنها چند ده متر کنگلومرای قرمز رنگ و با دانه های از منشا های متعدد نیمه مدور تا مدور دیده می شود و نیز گاهی درون لایه های ماسه سنگی ریگ دار که در یال جنوبی بدون اختلاف شیب چندان محسوس بر روی واحد (M^{m,s_1}) قرار گرفته اند (M^{c,s_2-3}). صد تا دویست متر شرق روستای دولت آباد بخش نرم فرسایش روی کنگلومراهای مزبور متشکل است از ماسه سنگهای خاکستری رنگ در قاعده و گاهی همراه با افق های کنگلومرائی که به تدریج به سمت بالا درون لایه های مارن سیلت دار و سیلت سنگ آهکی و مارن رسی قرمز تیره رنگ در آنها ظاهر و بیش تر می شود. نمونه شست و شوی مارنهای رسی مزبور در بررسی های فسیل شناسی به توسط ط. محتاط دارای فسیل های زیر و به سن میوسن (میوسن پسین) تشخیص داده شده است:

Rotalinoides sp., Elphidium sp., Globotruncana sp. (Reworked), Quinqueloculina sp., Cibicides sp.

یک کیلومتر جنوب روستای دولت آباد نیز مارن های مربوطه در بررسی های فسیل شناسی دارای فسیل های زیر و سن میوسن (پسین) تشخیص داده شده اند:

Sphaeroidina bulloides, Rotalinoides sp., Quinqueloculina sp., Cibicides sp.

رسوبات مزبور به عنوان واحد $M^{m,s,c}_{2-3}$ در نظر گرفته شده و ضخامتی حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر برای آنها برآورد گردیده است و در طرفین دارای تغییر و تبدیلات جانبی فراوان می باشند. هم ارزهای دارای مارن کمتر و ماسه سنگ بیشتر واحد مزبور به عنوان واحد $M^{s,c}_{2-3}$ در نظر گرفته و ضخامتی حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر برای آنها تخمین زده شده است. رخنمون های کوچک و پراکنده رسوبات میوسن در بخش های شمال غربی نقشه (M) قابل تفکیک نبوده و عمدتاً از مارن سیلت دار کمی گچی و درون لایه های سیلت سنگ و ماسه سنگ تشکیل شده و نمونه های شست و شوی آنها در بررسی های فسیل شناسی به توسط ف. وکیلی دارای فسیل های دست دوم کرتاسه و پالئوژن تشخیص داده شده اند.

کنگلومرا و ماسه سنگ پلیوسن - کواترنری ($PIQ^{c,s}$)

در هسته ناودیس دولت آباد ضخامتی در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر از این واحد قابل مشاهده است و شامل کنگلومراهائی قرمز روشن با دانه های از منشا های نیمه مدور تا مدور و با اندازه های مختلف از چند میلی متر تا چند سانتیمتر و گاهی تا ۱۰ - ۱۵ سانتی متر در سیمان ماسه ای آهکی سست می باشند. در پائین لایه بندی ضخیم تا توده ای شکل و به سمت بالا لایه بندی ضخیم تا متوسط دارند و گاهی درون لایه های ماسه سنگی ریگ دار و به خصوص در بخش های بالائی دیده می شود. به سمت غرب رخنمون های وسیعی از این واحد بر روی رسوبات قدیمی تر قابل مشاهده است. فسیلی از این واحد به دست نیامده ولیکن به لحاظ چین خوردگی در آنها، می توان رسوبات مربوطه را جوانتر از واحد های به سن میوسن قبلی و قدیمی تر از آخرین مرحله چین خوردگی سرزمین ایران (رخداد پاسادین) در نظر گرفت.

نهشته های کواترنری

در غرب روستای محمد آباد و ابتدای رودخانه کال مرغ، گسترش وسیعی از مارن های سیلت دار، گل سنگ و سیلت سنگ های گاهی گراول دار سست افقی با لایه بندی ضعیف دیده می شود (Q^m) که ده تا پانزده متر از ضخامت آنها در بریدگی دیواره های رودخانه ها به خوبی قابل مشاهده هستن و بیش تر مشخصات رسوبات دانه ریز آبرفتی پرکننده دره ها و تالاب های بسته محلی را نشان می دهند که بعدها در اثر تغییر سطح اساس رودخانه ها، در معرض فرسایش قرار گرفته اند و نمونه های مربوطه فاقد فسیل تشخیص داده شده اند.

چند صد متر نهشته های چین نخورده کواترنری شامل کنگلومراهای ماسه ای قلوه سنگ و پاره سنگ دار آبرفتی - سیلابی، تحت عنوان های پادگانه های مرتفع و مخروط افکنه های قدیمی (Q^1) و نیز پادگانه های پست و

مخروطافکنه‌های جوان (Q^2) و همچنین آبرفت های سخت نشده بستر رودخانه ها (Q^{al}) تقسیم بندی شده اند که غالبا با ناپیوستگی بر روی واحد های سنگی قدیمی تر قرار گرفته اند.

در بخش های شمالی و در کم ارتفاع ترین کفه ها و دشت های نقشه، نهشته شدن چند ده متر رسوبات آبرفتی ریز دانه شامل سیلت و رس ($Q^{z,c}$) پهنه های وسیع و مناسبی را جهت کشاورزی به وجود آورده است. اجتماعاتی از تپه‌های ماسه بادی ($Q^{s,d}$) با ارتفاع گاهی تا چند ده متر در شمال غرب نقشه گستره وسیعی را پوشانیده است که در آنها سه تا چهار جهت عمده وزش باد قابل تشخیص است. پهنه های کم ارتفاع پوشیده شده با ماسه بادی نیز با علامت Q^s مشخص شده اند و قاعدتا حوضه کویر در سمت جنوب و جنوب غرب منطقه، سر منشا عمده ماسه های بادی بوده است.

سنگ های آذرین (Igneous Rocks)

گرانیت (gr)

در شمال و شمال شرق دارین توده هائی گرانیتی دیده می شود که سنگهای واحد $K^{L.V_2}$ را قطع نموده و بالا آمده و قطعات و بلوک هائی از آنها نیز در داخل گرانیت ها دیده می شود و لذا بایستی از آنها جوانتر باشند. نمونه های نقاط مختلف توده مزبور در بررسی های میکروسکوپی گرانیت، گرانودیوریت اپیدونیزه و پورفیریتیک گرانودیوریت تشخیص داده شده اند و پلاژیوکلازها عمدتا آلبیت و اولیگوکلاز (آ لکالن) هستند و لذا مسئله پلاژیوکلاز گرانیت بودن این توده‌ها و وابستگی آنها با سری سنگ های افیولیتی منطقه سبزوآر منتهی است.

توف ها و سنگهای آتش فشانی واحد $K^{L.V_2}$ در مجاورت توده گرانیتی مختصری دگرگون شده اند و در یک نمونه که سنگ اولیه دیاباز (دولریت اسپیلیتی شده) تشخیص داده شده رگه های زونیزیت و کلینوزونیزیت مربوط به زون حرارتی آن را قطع کرده است. ریوداسیت ها و داسیت های واحد مزبور نیز در مجاورت گرانیت ها تحت فرآیند شدید آلتراسیون آرژیلیزاسیون قرار گرفته است و در نمونه های دیگر، ریولیت کاملا دگرسان شده که زمینه شیشه ای آن به کانی های فیلسیلیکاته (موسکویت) تبدیل گردیده تشخیص داده شده است. رگه های دایک مانند نیز از توده اصلی در واحد $K^{L.V_2}$ نفوذ نموده اند که در بررسی های میکروسکوپی میکرومونزونیت، میکرومونزونیت و گرانیت آرژیلیزه مربوط به توده نفوذی کم عمق (گرانوفیر) تشخیص داده شده است.

در کنگلومرای به سن پالئوسن (واحد $Pe^{c,s}$) واقع در چند صد متر شمال روستای سرخو (جنوب توده گرانیتی) قلوه‌های گرانیتی دیده نمی شود و لذا سن ترشیری و جوان تر از پالئوسن بودن توده های گرانیتی مزبور تایید می گردد.

سنگ های داسیتی نیمه آتش فشانی (da)

در حدود ۲ کیلومتر شمال روستای گرآب (غرب نقشه) توده ای از سنگهای داسیتی و درون لایه های توفی زرد - قهوه ای روشن با خرد شدگی ها و فرسایش شدید دیده می شود که در قله های آن توده هائی از سنگ های آندزیتیک داسیت و داسیت دیده می شود. احتمال دارد که هم ارزهای خروجی همان توده های مونزودیوریتی باشند و با احتمالی بهتر، می توانند در ارتباط ب فعالیت های آتش فشانی همان واحد $K^{L.V_2}$ قرار داشته باشند. سن کرتاسه پسین و یا با احتمال، جوانتر از آن ؟ برای این سنگها در نظر گرفته شده است.

مونزودیوریت، کوارتز مونزونیت (md)

در نقاط متعددی از منطقه مورد مطالعه توده های نفوذی - نیمه آتش فشانی مونزودیوریتی دیده می شوند. وجه مشترک تمامی آنها در این است که فقط در سنگهای واحد $K^{L.V_2}$ دیده می شوند که لذا مسئله جوانتر از کرتاسه بودن آنها را زیر سوال می برد.

مونزودیوریت های گنبدی شکل جنوب فیل شور به رنگ خاکستری روشن تا سبز دیده شده و حالت یک گنبد نیمه آتش فشانی - نفوذی را نشان می دهند. سیل نیم آتش فشانی واقع در حدود ۴ کیلومتری جنوب روستای لارهنگ در کال مرغ و با ضخامت ۲۰۰ - ۳۰۰ متر در بررسی های میکروسکوپی به توسط م. پشتکوهی، کوارتز مونزونیت و میکروکوارتز مونزودیوریت تشخیص داده شده است. پنج کیلومتر جنوب روستای دریاچه در توده ای نفوذی که از غرب کلاوی تا دوچاهی (غرب نقشه) در رسوبات واحد $K^{L.V_2}$ ظاهر شده اند، نمونه های مربوطه داسیت آرژیلیزه و

آمیگدالوئیدال و مونزودیوریت آرژیلیزه تشخیص داده شده اند. در ۳ کیلومتری غرب روستای توت بان، سیلی از سنگ‌های مشابه دیده می‌شود که تا دو کیلومتری شرق حمیره گسترش دارند و نمونه‌های مربوطه مونزودیوریت و مونزونیت تشخیص داده شده اند.

به طور کلی مونزودیوریت‌ها و داسیت‌ها بایستی مرتبط با همان فعالیت‌های آتش‌فشانی در زمان کرتاسه پسین باشند زیرا که لایه‌های حدواسط و رخساره‌های ریز بلور (شیشه‌ای) آنها نیز در لابلای سنگ‌های واحد $K^{t.v}_2$ دیده می‌شود که حتی در چنین صورتی نیز در محل‌های ظاهر شده کمی از سنگ‌های میزبان جوانتر هستند. در هر صورت احتمال جوان تر؟ از کرتاسه بودن بعضی از این توده‌ها نیز به قوت خود باقی است.

دایک‌ها

دایک‌های منطقه معمولاً کم‌عرض و کوتاه هستند و در آهک‌ها و مارن‌های کرتاسه بالا و به خصوص در واحد $K^{t.v}_2$ به فراوانی دیده می‌شوند که با مقیاس نقشه تهیه شده قابل نمایش نمی‌باشند. در حدود ۴ کیلومتر شمال دولت آباد، در دنباله گسلی با راستای شمال شرق - جنوب غرب، گاهی اثراتی غیر ممتد از یک دایک دیده می‌شود.

نگتونیک و زمین‌شناسی ساختمانی

دیدگاه‌ها و نظرات متفاوت و گاهی متضادی درباره تاریخچه زمین‌ساختی منطقه سبزوار وجود دارد که چکیده‌ای از آنها به همراه شواهد زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی در زیر ارائه شده است:

ورقه دارین در زون فلیش (Flysch zone) واقع شده است. گود حوضه بارپیک فلیش که در بخش شرقی ایران مرکزی و شرق ایران دوردور بلوک لوت و بلوک طبس (تقسیم بندی اشتوکلین - ۱۹۶۸) را احاطه نموده در طی کرتاسه پسین و احتمالاً از سنوتین به وجود آمده است (ج. افتخار نژاد - ۱۳۵۹). چنین به نظر می‌رسد که در زمان مزبور بخش اعظم ایران تحت تاثیر یک نوع نیروی کششی (Tensile stress) قرار گرفته و در امتداد برخی از شکستگی‌های موجود در پی سنگ (Basement) جداسدگی‌های ژرف به صورت کافت (Rift) به وجود آمده که در آن پوسته اقیانوسی گسترش یافته است (همانند آنچه که در دریای سرخ در حال حاضر در شرف تکوین می‌باشد و قبلاً توسط م. تکین - ۱۹۷۲ و ۱۳۵۴ نیز عنوان گردیده است). در این حوضه‌های عمیق سنگ‌های آتش‌فشانی زیر دریایی بازی همراه با رسوبات آواری به صورت فلیش - ولکانیک انباشته شده است. در قسمت محوری این کافت سنگهای مجموعه افیولیتی مربوط به گوشه بالائی (Upper mantle) ظاهر شده که امروزه مظاهر آن به صورت آمیزه رنگین (Colored melange) مشهود است. تشکیل آمیزه رنگین مترادف با آغاز فشارهایی در اواخر کرتاسه و اوایل سنوزوئیک بوده است. بهم پیوستن کامل اجزای قاره‌ای جدا شده ایران در شمال و غرب ایران مرکزی در اوایل سنوزوئیک به وقوع پیوسته و منجر به بسته شدن حوضه رسوبی فلیش گردیده ولی در شرق ایران رسوب گذاری فلیش در پالئوژن نیز ادامه یافته است.

آمیزه رنگین به طور گسترده‌ای در جنوب و غرب خراسان، شرق ایران و کوه‌های بشاگرد بلوچستان مشاهده می‌شود که به صورت حلقه‌ای ممتد دور بلوک لوت و بلوک طبس را احاطه نموده است. این مجموعه به وسیله اشتوکلین به نام کمربند (Belt) افیولیتی ایران مرکزی و یا حلقه آمیزه رنگین (Colored Melange Ring) نامیده شده است. بیش تر اجزای رسوبی تشکیل دهنده آن را سنگ‌هایی از سنونین تا ماستریشتین تشکیل می‌دهند (ج. افتخار نژاد - ۱۳۵۹). به نظر می‌رسد که در نواحی شمال غربی و غربی ورقه دارین رخساره‌های ایران مرکزی با زون فلیشی با ارتباطات بین انگستی و کام و زبانه شدن تلاقی پیدا نموده اند زیرا که رخنمون‌های کوچکی از پلاتفرم پالئوزوئیک تا تریاس ایران مرکزی فقط در آنجا رخنمون دارد.

در منطقه مورد مطالعه برای سنگ آهک‌ها و مارنهای پلاژیک گلوبوترونکانادار تپه شیربر واقع در سه کیلومتری جنوب غرب روستای دریاچه، سن توروئین و تشخیص داده شده است و لذا واحد $K^{t.v}_2$ واقع در زیر آنها به مراتب قدیمی تر از سنونین و حداکثر در همان محدوده توروئین و شاید با احتمال به سن سنوماین می‌باشد که قدیمی ترین سنی است که تا کنون برای پیدایش کافت در منطقه تشخیص داده شده و معرفی می‌شود.

زون سبزوار دارای طبیعتی پرتکاپو می باشد زیرا که به عنوان منطقه ای حدواسط در بین خرده ورق شرق ایران مرکزی (Microplate) و نیز حد جنوبی صفحه توران که در این ناحیه با بینالود (البرز شرقی) منطبق است واقع شده و لذا چرخش های خرده ورق و به خصوص معکوس شدن های مکرر جهت چرخش را به فراوانی در خود ثبت نموده و در آن خرد شدگی هائی اضافه بر معمول نیز دیده می شود که به استثنا گسل های مهم و جوان تر، بعید است که به آسانی به توان سیستم ها و قطب های سترس های بوجود آورنده گسل ها و شکستگی های منطقه را دست بندی و بازشناسی نمود زیرا که انواع گسل ها و با امتداد های متفاوت در منطقه قابل مشاهده است که در موارد بی شماری بدون قاعده چندان منظمی یکدیگر را قطع و جابه جا نموده اند. تاثیرات چنین پدیده هائی بر شرایط حوضه های رسوبی منطقه مورد مطالعه به شکل تغییر و تبدیلات سریع رخساره واحد های سنگی در فواصل نسبتا کوتاه جانبی به خوبی مشهود است و به طور متقابل، بدون شناسائی دقیق و تعیین هم ارزی های رسوبات مربوطه، تفسیرهای تکتونیکی نسبتا مطلوب امکان پذیر نمی باشد. به طور کلی ساختمانهای تکتونیکی منطقه مورد مطالعه در دو دسته عمده به شرح زیر تقسیم بندی شده اند:

گسل ها و شکستگی ها

منطقه مورد مطالعه دارای مجموعه ای از سیستم های راندگی و گسل های معکوس می باشد و بطور کلی حضور گسل های رانده با جهت شیب به سمت شمال و شمال غرب قابل توجه است که بیانگر دو جهت اصلی فشارش از سمت شمال و شمال غرب می باشد و تعدادی گسل های حتی گاهی رانده با شیب بر عکس و به سمت جنوب، نشانه هائی از گسل ها و شکستگی های قدیمی تر ناحیه می باشند. گسل های ناحیه اعم از رانده و یا معکوس معمولا دارای شیب زیادی می باشند گرچه در بعضی نقاط روراندگی هائی نیز مشاهده شده است. وجود تعدادی سطوح گسلی چین خورده در طی دوره های جوان تر بعدی، بر پیچیدگی تفسیر و تعیین موقعیت اولیه آن ها، استرس های به وجود آورنده شان و تغییرات بعدی می افزاید.

گسل های راستا لغز قائم یا تقریبا قائم، ظاهرا مؤلفه ها و شکستگی های دست دوم و دست سوم محورهای اصلی تغییر شکل هستند تا گسل های عمیق قدیمی که البته گسل راستالغز جنوب غرب چاه ستاره استثنا است و تغییر رخساره و ضخامت واحد های سنگی در طرفین آن نشانه فعالیت های قدیمی تر و ریشه دار بودن آن می باشد. نسبت به زون افیولیتی سبزوار، فواصل گسل های رانده اصلی از یکدیگر زیاد است و گاهی در قسمت های رانده شده، گسل های فلسی (Imbricate) مشاهده شده است. نیروهای عمل کننده در گسل های رانده و یا معکوس، در برخی نقاط سبب چین خوردگی، افزایش شیب لایه ها و یا در پاره ای موارد برگشتگی طبقات نیز شده اند.

اکثر گسل های مهم منطقه دارای روند شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب هستند که کم و بیش به موازات گسل درونه واقع در حدود چهل کیلومتری جنوبی تر این منطقه می باشد. گسل های با امتداد تقریبا شرقی - غربی نیز فراوان هستند و تنها مورد استثنا از گسل های مهم منطقه، گسل گرآب می باشد که تا شمال روستای نوده دارای امتداد شرق جنوب شرق - غرب شمال غرب است و از نوده به سمت شرق، چرخیده و به گسل مظفر آباد پیوسته است. در کوه پروند تا حمیره گسل های با راستای شمال شرق - جنوب غرب به فراوانی ظاهر شده اند.

اغلب گسل ها و شکستگی های منطقه دارای دوره فعالیت به نسبت جدید می باشند حتی اگر برخی از آنها در واقع همان گسل ها و شکستگی های ریشه دار قدیمی منطقه باشند. حضور آنها در واحد سنگی پلیوسن - کواترنری و یا حتی آبرفتهای هولوسن (Q^1 و Q^2) منطقه دلالت بر فعالیت های جوان آنها در کواترنری می نماید و منطقه از نظر زمین ساختی فعال استو تکان ها و زمین لرزه های خفیف مکرر گاه به گاه در طول سال در روستای سرخو (شمال دارین) و نیز برخی روستاهای مجاور گسل های بخش میانی نقشه قابل ذکر است. گسل های مهم منطقه به شرح زیرند:

گسل مظفرآباد - گرآب

این گسل از شمال روستای محمدآباد در ورقه ششتم تا شمال شکرآباد در ورقه دارین به شکل گسلی رانده و پر زاویه (۴۰-۵۰ درجه) با راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب سبب بالا رفتن واحد K^{1v2} و سنگ آهک های

واحد K_2 بر روی واحد های سنگی مختلفی شده است. در سمت شرق در ورقه ششم (م. ب. جعفریان - ۱۳۷۷) گسل مظفرآباد نامیده شده و دارای طول قابل توجهی می باشد. در سمت غرب شکرآباد به گسل گرآب می پیوندد که بیش تر مشخصات گسلی معکوس با زاویه شیب ۷۰ - ۸۰ درجه بسمت شمال و راستای شرق جنوب شرق - غرب شمال غرب را نشان می دهد و حتی گاهی آبرفت های Q^2 را قطع نموده است.

گسل دولت آباد - چاه شن

گسله ای معکوس و به درازای ۳۵ تا ۴۰ کیلومتر و شیب متغیر ۵۰ تا ۷۰ درجه به سمت شمال تا شمال غرب و راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب است که واحد کنگلومرایی پلیوسن - کواترنری را قطع کرده است. در سمت جنوب غربی چند ده کیلومتر دیگر از امتداد آن در چهارگوش ۲۵۰۰۰: ۱ خارتوران (انوائی و همکاران - ۱۳۶۵) در اطراف روستاهای اسب کشان و گرماب قابل تعقیب می باشد و این گسل در جنوب ورقه دارین در واقع از سیستم های گسلی متعددی تشکیل شده و دارای انشعاباتی نیز می باشد که نشانه تداخل حرکت ها و جابجائی های جوانتر و نیز تاثیرات شکستگی های ریشه دار قدیمی در هدایت آن ها می باشد که نیازمند توضیحات و بررسی های کاملاً تفصیلی می باشد.

گسل معکوس شمال مهرکردو - جنوب ذوالفرخ

این گسل شیب های متغیر ۶۰ تا ۷۰ درجه و گاهی ۷۰ - ۸۰ درجه به سمت شمال غرب را نشان می دهد و دارای راستای شمال شرق - جنوب غرب است و در سمت جنوب غربی سبب جابجائی و بالا آمدن حتی بخشی از سنگ های کرتاسه بالا بر روی یکدیگر شده است. در حد شرقی در شمال روستای مهرکردو در زیر آبرفتهای کواترنری ناپدید می شود و در سمت جنوب غربی، گسل مهم راستالغز راست گرد جنوب غرب چاه ستاره آن را قطع و جابجا نموده است.

گسل گف - اجنورد

گسله ای معکوس و پر زاویه می باشد (۷۰ - ۸۰ درجه به سمت شمال) که در غرب ناودیس گف با گسله ای تقریباً شرقی - غربی جا به جا شده است. دنباله های آن تا شمال روستا اجنورد قابل تعقیب است.

گسل معکوس کلاوی

شیب حدود ۷۰ تا ۸۰ درجه به سمت شمال برای آن تخمین زده شده است و با راستای تقریباً شرقی - غربی و از شرق دوچاهی (غرب نقشه) تا جنوب شرق کلاوی امتداد داشته و سبب بالا آمدن واحد های متعددی بر روی مارن و سنگ آهک کرتاسه تحتانی شده است. به سمت شرق احتمالاً تا جنوب کروج امتداد داشته و به گسل مهرکردو و ذوالفرخ می پیوندد.

گسل معکوس چاه ستاره

کم و بیش مشابه گسل کلاوی است با این تفاوت که دارای راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب است و سبب بالا آمدن مارن ها و سنگ آهک های کرتاسه تحتانی بر روی نهشته های پالئوسن و ائوسن شده است.

گسل معکوس جنوب کوه پروند

دارای راستای شمال شرق - جنوب غرب و شیب زیاد ۷۰ تا ۸۰ درجه به سمت شمال غرب است و سبب بالا آمدن و مجاور یک دیگر قرار گرفتن رخساره های متفاوت مارن و سنگ آهک های کرتاسه تحتانی و کنگلومراهای شیبه کنگلومرای کرمان دارای رخساره های خاص ایران مرکزی بر روی واحد $K_2^{T.V}$ با رخساره زون فلیش شده است.

گسل معکوس شمال غرب دارین (گسل گردنه هلاک آباد)

مسافت کوتاهی از این گسل با راستای تقریباً شرقی - غربی در شمال روستای سرخو قابل مشاهده است که سبب بالا آمدن سنگ آهک های کرتاسه بالا بر روی واحد $K_2^{T.V}$ شده است و گسترش اصلی آن در ورقه ششم (م. ب. جعفریان - ۱۳۷۷) و به طول حدود ۳۰ کیلومتر است که جاده سبزواری به بردسکن را در گردنه هلاک آباد قطع کرده و لذا به همین اسم نامیده شده است. در سمت غرب دنباله آن در شمال دارین در زیر آبرفت های کواترنری ناپدید شده است.

گسل کلاته بلی - نوده

گسلی رانده با شیب حدود ۴۰ - ۵۰ درجه به سمت شمال و با راستای تقریباً شرقی - غربی می باشد و تا نواحی غرب کلاته بلی قابل تعقیب است. دنباله غربی آن در زیر آبرفت های کواترنری قرار گرفته و قابل تعقیب نمی باشد.

چین خوردگی ها

چین خوردگی های متعددی به شکل تاقدیس ها و ناودیس های کوچک و بزرگ در منطقه مورد مطالعه قابل مشاهده هستند که نیروهای فشارنده به وجود آورنده گسل های منطقه سبب چین خوردگی آنها نیز شده است و لذا راستاهای متعددی را کم و بیش به موازات جهات عمده محورهای تغییر شکل و گسل های اصلی منطقه نشان می دهند و در برخی نقاط نیز چین خوردگی های تکراری قابل مشاهده است.

بر حسب نقاط مختلف، درجات متفاوت چین خوردگی ها از ملایم تا متوسط، شدید و خیلی شدید و حتی در نقاط متعددی به صورت برگشته نیز در سنگ ها و رسوبات منطقه قابل مشاهده است ولیکن میانگین چین خوردگی های منطقه در حد شدید تا خیلی شدید می باشد. چین خوردگی های مهم منطقه به شرح زیرند:

- ناودیس چاه تلخ که در رسوبات میوسن تشکیل شده است و به سمت غرب گسترش وسیعی دارد. محوری با راستای شرق جنوب شرق - غرب شمال غرب و مخالف جهات اصلی فشارش در منطقه نشان می دهد که به احتمال زیاد ثانوی و ناشی از چین خوردگی تکراری است.

- ناودیس مهرکرد و - تپه بید که عمدتاً در واحد E^{f_2} تشکیل شده و محور آن کم و بیش با گسل مهرکرد و - ذوالفرخ هم راستا است.

- ناودیس کوه قلعه دختر که کم و بیش دارای مشخصات ناودیس مهرکرد و - تپه بید است.

- ناودیس کوه پروندکه محور آن دارای جهت متفاوت و در راستای شمال شرق - جنوب غرب می باشد.

- ناودیس ذوالفرخ که در نهشته های کرتاسه بالا تشکیل شده و محور آن کم و بیش با گسل مهرکرد و - ذوالفرخ هم راستاست.

- ناودیس چاه ستاره که داری محوری شرقی - غربی می باشد.

- ناودیس گف با محور در راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب در سنگ آهک های واحد K_2^1 قابل مشاهده است.

- ناودیس دولت آباد که کم و بیش با ناودیس چاه تلخ هم راستاست و در هسته آن نهشته های کنگلومراتی واحد پلیوسن - کواترنری دیده می شود و گسترش وسیع آن به سمت شرق در ورقه ششم است.

- ناودیس فیل شور که در هسته آن نهشته های به سن پالئوسن دیده می شود و دارای محور با راستای تقریباً شرقی - غربی است.

اضافه بر موارد فوق ناودیس های نامگذاری نشده فراوان دیگری نیز در جنوب غرب حیره، جنوب شرق توت بان، کلاته بلی و از جنوب فیل شور تا جنوب کلاته کاشک قابل مشاهده هستند.

تاقدیس های مهم منطقه در نقاط متعددی بر روی نقشه مشخص گردیده و عبارتند از:

- تاقدیس دو چاهی که عمدتاً در رسوبات کرتاسه بالا و در واحد های سنگی K_2^1 و K^{m,lf_2} تشکیل شده است و به علت قرار گیری در یک زون فعال گسلی در معرض تغییر شکل فراوان، به شدت خرد شده و بهم ریخته است تا حدی که سابقاً در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ آن را به عنوان آمیزه رنگین در نظر می گرفته اند.

- تاقدیس گزبرگی که در گوشه جنوب شرقی نقشه در مارن ها و کنگلومراهای واحدهای $E_3OI^{m,s}$ و $E_3OI^{c,s}$ تشکیل شده و محور پیچ و تاب دار و با راستای کلی شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب نشان می دهد.

- تاقدیس جنوب حمیره که هسته آن در واحد K^{lv_2} واقع شده و دارای محوری با راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب می باشد.

- تاقدیس نامگذاری نشده بین دو تاقدیس دولت آباد و چاه تلخ در گوشه جنوب شرقی نقشه که کم و بیش با آنها هم محور است.

- تاقدیس های غرب لندنوان که در نهشته های K^{+V}_2 قابل تشخیص هستند.
 - تاقدیس غرب هاشم آباد که تا جنوب توت بان قابل تعقیب است و در هسته آن واحد K^{+V}_2 مشاهده می شود.
 - تاقدیس های جنوب شرق چاه ستاره که در رسوبات کرتاسه بالا تشکیل شده و در هسته آنها واحد K^{+V}_2 رخنمون دارد.
- به غیر از موارد فوق تاقدیس های کم اهمیت تر فراوانی نیز در نقاط متعددی از منطقه قابل مشاهده هستند و به خصوص در واحد K^{+V}_2 که غالباً در فواصل کوتاه قطع شده اند.

زمین شناسی اقتصادی

اکتشافات چکشی ورقه دارین بصورت هم زمان و جداگانه به توسط ق. بدخشان و ف. بنی آدم انجام گردیده و گزارش کامل آن جداگانه عرضه شده است. خلاصه ای از گزارش مزبور به شرح زیر است:

در ورقه دارین گسترده ترین کانی سازی ها با فعالیت های آش فشانی - رسوبی کرتاسه بالا (K^{+V}_2) ارتباط دارد. از جمله به کانی زای منگنز می توان اشاره نمود که در ارتباط مستقیم با این فعالیت ها می باشد و همواره به صورت کانه های براونیت، پسیلوملان و پیرولولزیت در افق های رادیولاریتی واحد مزبور مشاهده می گردد. کانی های منیتیت، ایلمنیت، کالکوپیریت، گالن و مالاکیت در برخی از کانسارهای منگنز ورقه، کانیزاسی را همراهی می کنند. در اثر عملکرد گسلی، برخی از کانسارهای منگنز درون دیگر واحد های منطقه جایگزین شده اند (کانسارهای منگنز ذوالفرخ و دو چاهی). کانسارهای بنسبرد، فریزی، دوچاهی از جمله مهمترین کانسارهای منگنز ورقه به شمار می آیند.

هم چنین کانی سازی مس در ارتباط با فعالیت های آتش فشانی - رسوبی کرتاسه (K^{+V}_2) بوده که کانه های اصلی آن از کالکوپیریت، بورنیت، کوولین و تتراندريت تشکیل شده و کانی هائی همچون پیریت، اسفالریت، گالن، نقره طبیعی و طلا همراه آنها دیده می شود که بر ارزش اقتصادی آنها می افزایند. در مناطق سطحی اکسیدان همواره کانی های مالاکیت و آزوریت قابل مشاهده می باشند. کانسارهای مس نیران (لالائی)، چون، هموئی و گراب مهمترین محدوده های مس دار ورقه محسوب می گردند. تنها در شمال کوه پروند یک رگه کوچک از باریت در مرز گسله شیل های تریاس تحتانی (سازند سرخ شیل) با دولومیت های تریاس میانی (سازند شتری) به صورت گرمابی تشکیل شده است. همچنین در همبری گسله بین واحد (K^{+V}_2) و مارن و سنگ آهک کرتاسه تحتانی در جنوب کوه پروند، یک عدسی کوچک از کانی سلسنتین به صورت گرمابی تشکیل شده است. در جنوب چاه تلخ، در واحد مارنی - تبخیری ائوسن بالائی و هم چنین در شرق روستای گفت در درون واحد (K^{+V}_2)، کانی زئولیت تشکیل شده که مورد اول از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت می باشد.

کانی تتراندريت (سولفات سدیم) در اثر وجود یون های Na^+ و SO_4^- در آب های زیر زمینی منطقه در نقاطی مانند پشته قرمز گراب (غرب نقشه)، شمال کلاته پشت آسمان و دو چاهی دولت آباد در زیر سطح نازکی از خاک تشکیل شده است.

افق هائی از گچ در رسوبات پائوسن، ائوسن و میوسن تشکیل شده که برخی از آنها در حد اقتصادی می باشد مانند افق های گچ جنوب چاه تلخ، جنوب کروج، شمال شرق گراب و شرق چاه ستاره.

سنگ های آهکی و مرمریتی شده گاهی کرتاسه بالا و غالباً پائوسن به رنگ های شیری مایل به خاکستری و صورتی در برخی نقاط برای سنگ ساختمانی مناسب می باشد. یک معدن فعال از سنگ های آهکی سفید رنگ با خلوص بالا در شمال دو چاهی دولت آباد در حال بهره برداری می باشد.

اضافه بر موارد فوق، نشانه های دیگری از مواد معدنی در منطقه نیز ضمن برداشت های صحرائی زمین شناسی مشاهده شده که عبارتند از:

نسوز (لاتریت): آثاری از ماسه سنگ ها و شیل های نازک لایه لاتریتی در سازند سرخ شیل منطقه مشاهده شده است که فقط در گوشه شمال غربی نقشه رخنمون های کوچکی از آنها دیده می شود.

دولومیت: به مقدار کم و فقط در رخنمون های کوچک سازند شتری در گوشه شمال غربی نقشه دیده می شود. **گل سرشور (اسمکتیت):** در محل توده سیاه رنگ شرقی منگنز دار معدن دو چاهی که در محل عبور گسل واقع شده است به ضخامت چند صد متر قابل مشاهده است. در محل مزبور در نتیجه تاثیرات گرمایی بر روی مارن های لابه لای فلیش های مربوطه، آهک از ترکیب مارن ها حذف گردیده و رسوبات باقی مانده رسی شبیه گل سرشور شده اند.

پرلیت: در شمال غرب محمد آباد و در ابتدای رودخانه کال مرغ در واحد ($K^{L.V_2}$) افق ضخیمی از سنگ های آتشفشانی اسیدی و نیز ریولیت مشاهده شده است و هم چنین در افق های بسیار زیادی از واحد ($K^{L.V_2}$)، نمونه های مربوطه توف های شیشه ای متبلور اسیدی تشخیص داده شده اند و لذا منطقه دارای استعداد بسیار مناسبی جهت پی جوئی پرلیت می باشد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور