چگونگي تشكيل ساختهاي مدادي و ارتباط آنها با ساختهاي بزرگتر در منطقه مكران

محسن پوركرماني: دانشگاه شهيد بهشتي
علي اصغر مريدي فريماني: دانشگاه سيستان و بلوچستان

چكيده

يكي از انواع تغيير شكل‌هايي كه در رخساره‌هاي خاصي در منطقه‌ي مكران ديده مي‌شود، »ساختهاي مدادي«[۱] است كه عمدتاً در شيلها و سيلتستونها و در بعضي موارد ماسه‌سنگهاي ريزدانه شكل مي‌گيرند. به نظر مي‌رسد تشكيل اين ساختها نوعي تغيير شكل تكتونيكي است كه در طي فرآيند دگرگوني، قبل از شكل‌گيري و حضور شيستوزيته به وجود مي‌آيد. به عبارتي مي‌توان گفت كه مراحل ابتدايي كليواژاسليتي اگر در شرايط و موقعيت خاص با لايه‌بندي تلاقي كند، يا در موقعيت تلاقي دوكليواژ قرار گيرد، در رخساره‌هاي شيلي مي‌تواند منشأ تشكيل ساخت‌هاي مدادي گردد. با توجه به اين كه در بسياري موارد كليواژهاي اسليتي با ساختهاي بزرگتر مثل چين‌خوردگيها ارتباط داشته و عمدتاً همجهت با سطح محوري قرار مي‌گيرند، مي‌توان گفت كه ساختهاي مدادي در راستاي محورb (محور چين‌خوردگي) واقع مي‌شوند.

مقدمه

يكي از نواحي كه تغيير شكلهاي متنوع ساختاري را مي‌توان ملاحظه نمود، ناحية مكران است كه از منطقة ساحلي تا حواشي چالة جازموريان، نوع و ميزان تغيير شكل، تغيير مي‌نمايد. يكي از اين ساختها كه بيشتر در حد فاصل بين بخشهاي آميزه‌اي و فليشهاي نسبتاً منظم تشكيل شده است، ساختهاي مدادي است. در مناطق شمالي مكران در جايي كه رخسارة آميزه‌اي و آميزه‌اي اُفيوليتي توسعه دارند و دگرگوني مختصري نيز در آنها ديده مي‌شود (كرتاسه ـ پالئوسن) و همچنين در مناطقي كه فليشهاي به هم ريخته توسعه دارند و شيستوزيتة واضحي نيز در آنها ديده مي‌شود توسعة اينگونه ساختهاي مدادي مشاهده نمي‌گردد. همچنين توسعه اين ساختها در مناطق مركزي و جنوبي مكران كه بيشتر رخساره‌هاي شيلي مارني، و احياناً ماسه‌سنگي، توسعه يافته‌اند (اليگوسن و ميوسن و جوانتر)، به چشم نمي‌خورد (شكل ۱).

واژه‌هاي كليدي: Flysch – Iranshahr – makran-Structure-Pencil

۱-Pencil structure

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

ساختهاي مدادي را بيشتر در مناطقي مي‌توان يافت كه اولاً از نظر رخساره رسوبي، شيلي، گلسنگي و يا سيلتستوني و ثانياً در موقعيت ويژه‌اي از ميزان تغيير شكل قرار گرفته باشند، تا بتوانند شكل گيرند (رخساره‌هاي باسن ائوسن). در موضوعاتي مانند رخساره، تحول و تغيير شكل تا مرحلة دگرگوني، و ارتباط ساختهاا قابل بررسي هستند. بهترين رخنمونهاي اينگونه ساختها را در ٤٠ الي ١٢٠ كيلومتري بعد از ايرانشهر به طرف چابهار مي‌توان ملاحظه نمود (شكل ١).

شكل ١- موقعيت كلي منطقه مورد مطالعه (٧) , مقياس ٢/٥٠٠/٠٠٠ :١

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

تشكيل ساختهاي مدادي

۱) شكل ظاهري

ساختهاي مدادي شكلهاي كشيده‌اي هستند كه طول آنها نسبت به پهنايشان بسيار بيشتر و گاهي به چند برابر آنها مي‌رسد. موريس ماتوئر[۱] اين‌گونه ساختها را قطعات سيب‌زميني سرخ شده[۲] مي‌نامد [۱]. اين‌گونه ساختها در شكل و اندازه متغير و متنوعند، در اشكال گوناگون باريك و كشيده و يا پهن و كوتاه، و حتي خيلي نازك مثل چوب كبريت (به پهناي چند ميلي‌متر و طول چند سانتي‌متر) به چشم مي‌خورند. در واقع روابطي بين طول و پهناي آنها برقرار است كه در نمودارهاي d,c, b,a و e (شكل ۲) از نواحي مختلف ملاحظه مي‌شود. بعضي اين ساختها را به نام فرسايش مدادي و عده‌اي شيل‌هاي مدادي ذكر مي‌كنند.

نسبت طول اين ساختها (L) به پهناي آنها (W) از حدود ۹/۵۰ و حتي خيلي كمتر تا ۱۸/٦۵ متغير است. در بعضي از موارد نسبت L/W به بالاتر از ۵۰ نيز مي‌رسد (شكل ۱۱).

مطابق بررسي‌هاي انجام شده درمحل تقاطع دو سطح غالب، مي‌تواند چنين ساختي شكل گيرد. در جايي دو سطح كليواژ ممكن است عامل اين تغيير شكل باشند [۱] (شكل ۱۵)، و گاهي سطوح كليواژ (S_1) و سطوح لايه‌بندي (S_0) مي‌توانند عامل تشكيل ساختهاي مدادي گردند (شكلهاي ۱۲ و ۱۳ و ۱٤).

در شكل ۳ مراحل مختلف تشكيل ساختهاي مدادي در نتيجة حضور شكستگيهاي اوليه و وجود لايه‌بندي و در نهايت غلبه شيستوزيته را مي‌توان ملاحظه نمود [۲]. و يا طبق تعريف ديويس[۳] ساختهاي مدادي در نتيجه تلاقي سطوح لايه‌بندي لايه‌هاي نامقاوم و سطوح شيسوزيته به وجود مي‌آيد[۳].

ضخامت ساختهاي مدادي بستگي به فاصله ميان سطوح كليواژ و ضخامت لايه‌بندي دارد، به همين دليل است كه معمولاً ساختهاي مدادي ضخيم‌تر و پهن‌تر در لايه‌هاي سيلتستوني و بعضاً ماسه‌سنگي ديده مي‌شوند (شكل‌هاي ۸ و ۱۰). بايد توجه داشت كه بهترين موقعيت تشكيل اين‌گونه ساختها در حالتي است كه امتداد كليواژاسليتي و يا شيستوزيته موازي و يا تقريباً موازي با امتداد لايه‌بندي قرار گيرد. در حالتي كه زاويه ميان اين دو امتداد به حالت متقاطع و نزديك به عمود قرار گيرد، طبيعتاً در مقدار طول ساختها تأثير خواهد گذاشت، به عبارت ديگر هرچه مقدار اين زاويه كمتر باشد، نسبت L/W بيشتر خواهد بود، تا جايي كه ممكن است اين مقدار به بيشتر از ۵۰ نيز برسد (شكل ۱۱). در اين شكل امتداد لايه‌بندي (S_0) و امتداد سطوح كليواژ تقريباً موازي‌اند.

طبق نظر **ركس** و **گري**[٤] (۱۹۸۲) ارتباط مستقيمي ميان كوتاه شدگي با ساختهاي مدادي و كليواژاسليتي وجود دارد (شكل ۳)، به طوري كه در كوتاه شدگي كمتر از ۹۰ % ساختهاي مدادي شكل نمي‌گيرد و كوتاه‌شدگي۲٦ـ ۹ % موقعيت مناسب براي تشكيل اين‌گونه ساختها است و كوتاه‌شدگي بيشتر از ۲٦ % معمولاً

۱- Mourice Mattauer ۲- Frites ۳ -Davis, G.H ٤ -Reks, L.J. & Gray, D.R.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

شيسوزيته و كليواژ اسليتي توسعه پيدا مي‌كند [٤].

شكلهاي ٥ تا ١١ موقعيت ظاهري ساختهاي مدادي را به خوبي نشان مي‌دهند. شكلهاي ١٢ تا ١٨ موقعيت تلاقي سطوح لايه‌بندي و سطوح كليواژ را نمايان مي‌سازند كه تا حد زيادي منطبق بر موقعيت ساختهاي مدادي است. در بعضي موارد اين دو سطح مي‌توانند دو دسته شكستگي و يا كليواژ باشند (شكل ١٥).

٢) ارتباط ميان ليتولوژي و ساختهاي مدادي

چنانكه قبلاً گفتيم، ساختهاي مدادي عمدتاً در رخساره‌هاي گلسنگي، شيلي، سيلتستوني و بعضي مواقع ماسه‌سنگي شكل مي‌گيرند. نكتة مهمي را كه مي‌توان در اينجا ذكر كرد، وجود دو نوع تورق‌پذيري است كه مي‌تواند مسبب شكل‌گيري ساختهاي مدادي گردد. وجود S_0، يعني سطوح لايه‌بندي، عمدتاً در لايه‌هاي شيلي و گلسنگي قابليت تورق‌پذيري بهتري را از خود نشان مي‌دهند. هرقدر دانه‌بندي درشت‌تر و ميزان سيماني‌شدن ذرات قوي‌تر باشد و همچنين ضخامت لايه‌ها بيشتر گردد، طبيعي است كه فواصل كليواژها بيشتر و امكان تورق‌پذيري را كمتر مي‌كند(شكلهاي ٩ و ١٠).

در حالتي كه لايه‌هاي ماسه‌سنگي با ضخامت كمتر (در حد چند سانتي‌متر و يا كمتر) و در ميان لايه‌هاي شيلي قرار گرفته باشند، در شرايطي ويژه، فعال بودن سطوح S_1 (تورق‌پذيري كليواژهاي اسليتي) مي‌توانند لايه‌هاي ماسه‌سنگي و سيتستوني را به صورت ساختهاي كشيده درآورند (شكلهاي ٩ و ١٠).

وجود تورق‌پذيري ثانويه (S_1)، يعني سطوح كليواژ، عامل اصلي در تشكيل اين ساختها است، چرا كه سطوح تورق‌پذيري داراي فواصل نزديك و مناسب‌اند و در تلاقي سطوح لايه‌بندي، ساختهاي كشيده و خطي را مي‌توانند به وجود آورند (شكل‌هاي ٥، ٨ و ١٠).

در حالتي كه سطوح تورق‌پذيري به حالت شيستوزيته برسد، عواملي مثل تجديد تبلور كانيهاي ورقه‌اي و تغيير شكل شديدتر باعث توسعة كامل سطوح مي‌شود و در اين صورت، نوع فرسايش سنگ از حالت ساختهاي كشيده خارج و بيشتر به صورت ورقه‌اي درمي‌آيد.

٣) ارتباط ميان ساختهاي مدادي و ساختهاي بزرگتر

مطابق نظر **ترنر** و **ويس**[١] (١٩٦٣) چنانكه ساختهاي كشيده و خطي در يك بافت تكتونيكي ملاحظه شود، راستاي محور b را مشخص مي‌كند و اگر دو سري سطوح غالب حضور داشته باشند، محل تلاقي دو سطح راستاي محور b را معين مي‌كنند [٥].

با توجه به برداشتهاي صحرايي انجام شده، اغلب كليواژهاي غالب بر منطقه تا حدود زيادي نزديك به سطح

١-Turner, F.J. & Weiss, L.E

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

محوري قرار دارند و با وجود اين موضوع تشكيل ساختهاي مدادي در اين موارد داراي راستاي تقريباً منطبق برمحـور b چيـنخوردگي ناحيه است؛ نمودارهاي ١٦ و ١٧ گوياي اين موضوع است. در نمودار ١٦ مختصات محور b عبارت است از SW ° ٥٢°/٨٢ و در همين موقعيت مختصات محور طويل ساخت مدادي نزديكي بسياري با محور b نشان مي‌دهد.

در بعضي مناطق ميان راستاي محور b و راستاي ساختهاي مدادي اختلاف ديده مي‌شود. اين اختلاف ناچيز مي‌تواند ناشي از تغيير روند تنش مؤثر بر آنها باشد [٦]، و اختلاف زاويه‌اي ميان ١٠° تا ٤٠° كه از بسياري از نمودارها برمي‌آيد، در جاي ديگر مورد بحث قرار خواهد گرفت. شكل ١٨ موقعيت تنش σ_2 و راستاي ساختهاي مدادي اختلاف زاويه‌اي در حدود ٢٢° را نمايان مي‌سازد.

شكل ٢ـ نمودارهاي مختلف از نسبت بين طول (L) و پهناي (W) ساختهاي مدادي در مناطق مختلف:

a ـ ٥٨ كيلومتر بعد از ايرانشهر به سمت چابهار, L/W=١١/٢٥

b- ٢٢ كيلومتر بعد از ايرانشهر به سمت چابهار, L/W=١١/٢٥

c ـ ٤٤ كيلومتر بعد از ايرانشهر به سمت چابهار, L/W=٩/٥٠

d ـ ٤٥ كيلومتر بعد از ايرانشهر به سمت چابهار,L/W=١٨/٦٥

e ـ ٤٦ كيلومتر بعد از ايرانشهر به سمت چابهار, L/W=١٤/٦٤

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

شكل ٣- انواع ساختهاي تشكيل شده در طي پيشرفت تغيير شكل شيل, كه از مرحله تشكيل ساخت مدادي (A) تشكيل كليواژهاي مشخص (D) تغيير مي نمايد را نشان مي دهد(رمزي ١٩٨٣).

شكل ٤- دياگرام نمايش تغييرات مربوط به پيشرفت تغيير شكل :
a - مرحله تشكيل كليواژ با بيشتر از ٢٦% كوتاه شدگي
b - مرحله ساختهاي مدادي با كوتاه شدگي ٢٦- ٩%
c- ساختهاي لايه‌بندي با تغييرشكل كمتر از ٩% كوتاه شدگي (ركس و همكار, ١٩٨٢)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

شكل ٥- شكل كلي ساختهاي مدادي در رخساره شيلي , ٤٥ كيلومتري جنوب ايرانشهر

شكل ٦- شكل ظاهري ساختهاي مدادي با رخساره شيلي , ٥٨ كيلومتري جنوب ايرانشهر

شكل ٧- ساختهاي مدادي در لايه اي نازك ماسه سنگي با نسبت L/W پايين , ٢٤ كيلومتري جنوب سه راهي سرباز

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

شكل ۸- تناوب لايه‌هاي ماسه‌سنگي و شيلي و توسعه ساختهاي مدادي در لايه‌هاي شيلي,۵۳ كيلومتري جنوب ايرانشهر

شكل۹- تناوب لايه‌هاي سيلتستوني و شيلي و توسعه بيشتر ساختهاي مدادي در لايه‌هاي شيلي, ٤٣ كيلومتري جنوب ايرانشهر

شكل ۱۰- نمونه اي از ساختهاي مدادي خيلي كشيده با نسبت L/W برابر ۵٦/۲۵ , ٤٣ كيلومتري جنوب ايرانشهر

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

شكل ١١- نمايش استريو گرافيك سطوح لايه بندي (S_0) و موقعيت كليواژها (.CL) و موقعيت ساختهاي مدادي (.P.S*) . انطباق نزديك تلاقي دو سطح و موقعيت ساختهاي مدادي را نشان ميدهد .
(٢٣ كيلومتري جنوب سه راهي سرباز (a) و ٤٥ كيلومتري جنوب ايرانشهر (b) و ٥٨ كيلومتري جنوب ايرانشهر (c) .)

شكل ١٢- نمايش استريوگرافيك موقعيت تلاقي دو سطح كليواژ (CL_2, CL_1) و هماهنگي آن با موقعيت ساختهاي مدادي (.P.S *)S_0.موقعيت نقاط قطبي سطوح لايه بندي را نشان مي دهد. (٤٣ كيلومتري جنوب ايرانشهر)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

شكل ١٣- نمايش استريوگرافيك يك چين با موقعيت محورهاي c,b,a و a .p. و موقعيت ساختهاي مدادي (P.S.*), كه هماهنگي خاصي را با محور نشان مي دهد. (٤٢ كيلومتري جنوب ايرانشهر)

٥٢/٨٢ SW=b ١٦٠/٩٠ =P.S.

شكل ١٤- نمايش استريوگرافيك موقعيت چين خوردگي و ساختهاي مدادي با مختصات:

١٧٢/١٠ SE=a ٤٠/٧٦ NE=b ٢٦٥/١٠ SW=c ٨٣/٨٠ NW=a.p.

P.S.*= موقعيت ساختهاي مدادي (٤ كيلومتري جنوب سه راهي سرباز)

شكل ١٥- نمايش استريوگرافيك موقعيت زوج گسل F_2 و F_1 همراه با موقعيت ساختهاي مدادي كه هماهنگي نسبي بين راستاي σ_2 و كشيدگي ساختهاي مدادي ديده مي شود.

١٧٢/١٠ NW= σ_1 ٤٠/٧٦ SW= σ_2 ٢٦٥/١٠ NE= σ_3

P.S.*= موقعيت سااختهاي مدادي (٤ كيلومتري جنوب سه راهي سرباز)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]

نتيجه‌گيري

فرايند ممتد تغيير شكل ساختاري لايه‌هاي رسوبي به خصوص در شيل‌ها، گلسنگها و سيلتستونها مي‌تواند به ايجاد شكستگيهاي نزديك به هم منجر گردد و در صورت فراهم بودن شرايط لازم، طبيعتاً اين‌گونه كليواژهاي شكستگي شروع مي‌شود و شكل‌گيري شيستوزيته آغاز مي‌گردد. در اين حالتها، اگر موقعيت كليواژهاي (S_1) در حالت عمود و يا تقريباً عمود بر سطح لايه‌بندي اوليه (S_0) و داراي امتدادهاي موازي و يا تقريباً موازي باشند، در نتيجه تلاقي اين دو سطح در رخساره‌هاي يادشده، ساختهاي مدادي. شكل مي‌گيرند.

در هر حال نسبت L/W مقادير متفاوتي را نشان مي‌دهد كه حاكي از اندازة دانه‌بندي و ظرافت سطوح كليواژ است، چنانكه در شيل‌ها، گلسنگها و سيلتستونها نسبت L/W مقادير بسيار بالايي است، و حتي ممكن است به ٥٦/٢٥ نيز برسد. در مواردي كه كليواژها از ظرافت كمتري برخوردار باشند و يا رخساره‌هاي دانه درشت‌تر، مانند ماسه‌سنگها، حضور داشته باشند اين نسبت به مقادير حداقل تنزل پيدا مي‌كند (٤/٢٠).

اگر تنش‌هاي به وجود آورنده ساختهايي مانند چين‌خوردگيها، همان تنش‌هايي باشند كه كليواژها را شكل داده است (شكل‌هاي كليواژهاي سطح محوري)، ميان ساخت‌هاي فرعي به وجود آمده، مانند ساختهاي مدادي، و ساختهاي بزرگتر، مانند چين‌خوردگيها، رابطه‌اي برقرار مي‌شود و مي‌تواند موقعيت محور b چين‌خوردگي بر راستاي كشيدگي اين‌گونه ساختها منطبق گردد.

منابع

١ـ ماتوئر موريس ـ تغيير شكل‌هاي مواد سازندة پوستة زمين ـ ترجمه جواد الياسي ـ دانشگاه تهران ـ (١٣٥٧) ص ١٢٣.

2. J.G. Ramsay and M.I. Huber, The Technique of Modern Structural Geology, Vol. 1, Strain Analaysis, Academic Press, (1983), 186.

3- G.H. Davis, Structural Geology of Rocks and Regions, John Wiley and Sons, (1984), 428.

4- I.J. Reks and D.R. Gray, Pencil Structure and Strain in Weakly Deformed Mudstone and Siltstone, Journal of Structural Geology, Vol. 4, (1984), 161-176.

5- F. J.Turner and L.E.Weiss, Structural Ananlysis of Metamorphic Techtonites, McGraw-Hill, Vol. 89, (1963), 447-468.

٦ـ مريدي فريماني، علي‌اصغر ـ بررسي آشفتگي‌هاي راستاي تنش‌هاي محلي در زون مكران ـ فشرده مقالات سومين همايش انجمن زمين‌شناسي ايران ـ(١٣٧٨) دانشگاه شيراز.

٧ـ حقي‌پور، ع و آقانباتي، ع ـ نقشه زمين‌شناسي ١/٥٠٠/٠٠٠:٢،(١٩٨٥), سازمان زمين‌شناسي كشور.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]