آنالیز رخساره­ای و عناصر ساختاری نهشته­های رودخانه­ای ائوسن­زیرین، برش دهن­رود، شمال­ غرب بیرجند

**مریم مرتضوی مهریزی1، مهدیه باقری2\***

1استادیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، mmortazavi@birjand.ac.ir

2\*دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، bagherimahdieh22@gmail.com

**چکیده**

در این تحقیق، چینه­های رودخانه­ای ائوسن­زیرین در شمال غرب بیرجند هدف مطالعات رسوب­شناسی منظم قرار گرفته است. بررسی تفصیلی رخساره­ها و ساختارهای رسوبی در رخنمون انجام شده است. مجموع ضخامت چینه­ای توالی سیلیسی­آواری مورد مطالعه 6/170 متر و شامل طبقات کنگلومرایی، ماسه­سنگی و گل­سنگی (شیلی، سیلتستونی و گل­سنگی) است. 6 رخساره رسوبی Gcm، Sm، Sh، Sl، Sr، Fl و 4 عنصر ساختاری CH، SB، CS و FF بر اساس معیارهای موجود تعریف شده است. اکثر این رسوبات سیستم رودخانه­ای مئاندری با بار بستر گراولی- ماسه­ای را نشان می­دهند که نسبت به رودخانه­های بریده­بریده از انرژی کمتر و پیچش بیشتری برخوردارند. این رودخانه­ها با مهاجرت جانبی کانال و پرشدگی چند مرحله­ای آن همراهند. وجود چندین سیکل به سمت بالاریزشونده در رسوبات پرکننده کانال و پوینت­بار همراه با قاعده فرسایشی هر سیکل مؤید تناوب دوره­های سیلابی و فروکش سیلاب رودخانه است که توسط رسوبگذاری ذرات دانه­ریز خارج کانال در محیطی آرام و پایدار دنبال شده است.

**واژه­های کلیدی: رسوب­شناسی، رخساره­های­سنگی، عناصر ساختاری، توالی رودخانه­ای، شمال غرب بیرجند.**

**Facies and architectural analysis of the Lower Eocene fluvial deposits, Dahanroud Section, northwest of Birjand**

**Maryam Mortazavi Mehrizi1, Mahdiyeh Bagheri2\***

1Assistant professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, [mmortazavi@birjand.ac.ir](mailto:mmortazavi@birjand.ac.ir)

2\*MSc graduate, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, [bagherimahdieh22@gmail.com](mailto:bagherimahdieh22@gmail.com)

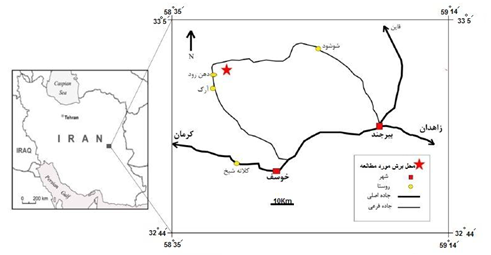
**Abstract**

In this research, the Lower Eocene fluvial strata in the northwest of Birjand have been the subjects of systematic sedimentological studies. Detailed analyses of the facies and sedimentary architectures were performed on the exposures. The cumulative stratigraphical thickness of the studied siliciclastic succession reaches about 170.6 m and includes conglomerate, sandstone and mudstone (shale, siltstone and mudstone) beds. Six sedimentary facies Gcm, Sm, Sh, Sl, Sr, Fl and four architectural elements CH, SB, CS and FF were identified based on present classifications. All of these sediments represent gravel- sand bed meandering river system that have low energy and high sinuosity relative to braided rivers. These rivers have Lateral migration of channel and multi-story channel fills. The present of multi fining upward cycles in the channel fill deposits and point bar with erosive lower contact of each cycle show alternation of flood and wanning flood periods of river that follows with deposition of overbank fine grain deposits in the stable and quiet environment.

**Key words:** **Sedimentology, Lithofacies, Architectural elements, Fluvial succession, Northwest of Birjand.**

**مقدمه**

توالی­های رسوبی قاره­ای، نگاشتی از فرآیندهای تکتونیکی، فرسایش و اختصاصات اقلیمی منطقه را ارائه می­کنند. تفاوت در نرخ فرونشینی و تأمین رسوب در گسترش محیط­های مخروط­افکنه­ای، رودخانه­ای تا دریاچه­ای نقش دارد. در بسیاری از حوضه­های رسوبی قاره­ای رسوبات رودخانه­ای بخش اصلی از پرشدگی حوضه را به خود اختصاص می­دهند. آنالیز رخساره­ها و عناصر ساختاری توالی­های رودخانه­ای قدیمه در تفسیر فرآیندها و محیط رسوبگذاری و شناخت عوامل اصلی رسوبگذاری کاربرد دارند (Oplustil et al., 2005). منطقه مورد مطالعه بخشی از زون زمین­درز سیستان، در حاشیه شرقی بلوک لوت و 80 کیلومتری شمال­غربی بیرجند و در حواشی روستای دهن­رود واقع شده است. این منطقه یک زون جوش­خورده بین دو بلوک لوت و افغان است که در دوره کوتاه تکوین خود حوادث متعددی را پشت سر گذاشته است (Camp and Griffis, 1982). توالی سیلیسی­آواری ائوسن زیرین برش دهن­رود، با ضخامت 6/170 متر، در موقعیت جغرافیایی ´´62/1 ´1 °33 عرض شمالی و ´´37/32 ´38 °58 طول شرقی، در محدوده نقشه 1:100000 موسویه (روشن­روان، 1385) قرار گرفته و شامل طبقات کنگلومرایی، ماسه­سنگی و گل­سنگی است (شکل 1). مرز زیرین این توالی رسوبی با واحدهای مارنی نومولیت­دار سبز رنگ ائوسن­زیرین و مرز فوقانی آن با واحدهای کنگلومرای پلی­میکتیک قرمز رنگ ائوسن به صورت فرسایشی است. ستون چینه شناسی توالی مورد مطالعه شامل سه واحد مجزای (1) ماسه­سنگی زیرین، (2) ماسه­سنگی- شیلی میانی و (3) ماسه­سنگی- کنگلومرایی فوقانی است. واحد ماسه­سنگی زیرین با ضخامت 9/51 متر از طبقات ماسه­سنگی توده­ای همراه با میان لایه­های شیلی، سیلتستونی و گل­سنگی به رنگ قرمز قهوه­ای تا خاکستری تشکیل شده است. واحد ماسه­سنگی- شیلی میانی 2/94 متر ضخامت داشته و شامل تناوبی از لایه­های شیلی و ماسه­سنگی نازک تا ضخیم لایه به رنگ قرمز قهوه­ای تا خاکستری است. واحد ماسه­سنگی- کنگلومرایی فوقاتی حدود 5/24 متر ضخامت داشته و شامل ماسه­سنگ­ها و طبقات کنگلومرایی ضخیم لایه توده­ای به رنگ خاکستری است. در این واحد نیز میان لایه­های شیلی نازک لایه با لامیناسیون افقی وجود دارد. علاوه بر طبقات آواری واحد فوقانی، طبقه­ای از سنگ­های آذرین دیوریتی به رنگ سبز به صورت سیل در بین لایه­های کنگلومرایی نفوذ کرده است. هدف این مطالعه، بررسی شرایط رسوبگذاری نهشته­های سیلیسی­آواری برش دهن­رود بر اساس تغییرات رخساره­ای و عناصر ساختاری شناسایی شده است.



شکل 1: موقعیت جغرافیایی برش دهن­رود و راه­های دسترسی به آن.

**روش مطالعه**

در این مطالعه، جمع­آوری داده­های رسوب­شناسی بر اساس مشاهدات صحرایی دقیق نهشته­های آواری ائوسن زیرین و توصیف تفصیلی رخنمون­ها صورت گرفته و تعداد 100 نمونه سنگی (50 نمونه ماسه سنگی، 12 نمونه کنگلومرایی و 38 نمونه شیلی) جمع­آوری شده است. آنالیز رخساره های سنگی و عناصر ساختاری، به منظور تفسیر فرآیندهای رسوبی و شرایط رسوبگذاری، بر اساس معیارهای ارائه شده توسط Miall (2006) انجام شده است. این معیارها با اندازه دانه­ها و ساختمان­های رسوبی، شکل هندسی توده­های رسوبی و نوع سطوح مرزبندی آنها مطابقت دارد.

**بحث**

تشخیص رخساره­های سنگی در نهشته­های مورد مطالعه بر اساس اختصاصات بافتی و ساختارهای رسوبی و مطابق با کدهای ارائه شده توسط Miall (2006) انجام شده است. 6 رخساره­سنگی در رخنمون توالی شناسایی شده که اغلب آنها رخساره­های ماسه­سنگی و گل­سنگی هستند.

**رخساره کنگلومرای دانه پشتیبان توده ای (Gcm):** این رخساره بیشتر در قسمت فوقانی توالی مورد مطالعه مشاهده می­شود. اندازه دانه­های گراولی نیمه­گردشده تا نیمه­زاویه­دار این رخساره در حد گرانول تا پبل درشت (2 میلی­متر تا 25 سانتی­متر) بوده و اغلب از نوع خرده­سنگ­های آذرین ولکانیکی و رسوبی (ماسه­سنگی) هستند که از جورشدگی متوسط تا ضعیف برخوردارند (شکل A2). در قطعات این رخساره ایمبریکاسیون مشاهده نشده و حاوی مقادیر کمی ماتریکس ماسه­ای است. شکل هندسی طبقات صفحه­ای و تماس تحتانی و فوقانی با لایه­های ماسه­سنگی به صورت تدریجی است. ضخامت طبقات کنگلومرایی فوق 30 متر بوده و همراه با رخساره ماسه­سنگ توده­ای (Sm) مشاهده شده است. این رخساره در اثر ته­نشست بار بستر در محیط­های با کاهش سریع سرعت جریان و فروکش سیلاب ایجاد می­شود. فقدان لایه­بندی و جهت­یافتگی در قطعات این کنگلومرا نشان از برخورد دانه­ها طی حرکت سریع جریان است. این رخساره شامل بقایای دانه­درشت کف کانال است که از طریق فرونشست سریع جریان برجای گذاشته شده است (Liu et al., 2019).

**رخساره ماسه سنگ دارای لایه بندی و لامیناسیون افقی (Sh):** رخساره سنگی Sh از جمله فراوانترین رخساره­های ماسه­سنگی در برش مورد مطالعه است (شکل B2). علاوه بر لایه­بندی و لامیناسیون افقی، در سطح برخی لایه­های ماسه­سنگی آثار جدایش خطی قابل مشاهده است. اندازه دانه­ها در این رخساره در حد ماسه ریز تا متوسط (125/0 تا 30/0 میلی متر) بوده و دانه­ها از جورشدگی متوسطی برخوردارند. در برخی نقاط در قاعده این رخساره ذرات درشت پبلی قابل مشاهده است. ضخامت این رخساره متفاوت بوده و بین چند سانتی­متر تا 2 متر در تغییر است. شکل هندسی لایه­ها به صورت ورقه­ای و تماس زیرین و فوقانی این رخساره­سنگی به صورت مشخص می­باشد. از جمله رخساره­های همراه این رخساره­سنگی می­توان به رخساره­های Sl و Fl اشاره کرد. رخساره­سنگی Sh به صورت طبقات مسطح، در رژیم­های جریانی بالا و پایین شکل می­گیرد (Miall, 2006). این رخساره توسط بار کششی در سرعت­های پایین جریان یک­جهتی برجای گذاشته شده است. وجود لامیناسیون مسطح، جدایش خطی و همراهی این رخساره با میان لایه­هایی از رخساره Fl تغییر در سرعت و بار رسوبی درون کانال را نشان می­دهد (Oplustil et al., 2005; Zang et al., 2020).

**رخساره ماسه سنگ با لامیناسیون مورب کم زاویه (Sl):** این رخساره ماسه­ای دانه متوسط (32/0 تا 48/0 میلی­متر) با داشتن طبقات مورب با زاویه شیب کمتر از 10 درجه مشخص می­شود که بسیار شبیه به رخساره Sh است و اغلب همراه با هم دیده شده­اند (شکل C2). سطح زیرین این رخساره فاقد آثار فرسایشی است. تشکیل این رخساره معمولا به وجود شیب در بستر رسوبگذاری نسبت داده می­شود. به علت وجود شیب در بستر رسوبگذاری، لایه­های ماسه­ای به تبعیت از شیب کف زاویه­دار می­شوند (Miall, 2006).

**رخساره ماسه­سنگ با لامیناسیون مورب ریپلی (Sr):** ماسه­سنگ­های تشکیل­دهنده این رخساره­سنگی بسیار ریز­دانه بوده (کوچکتر از 125/0 میلی­متر) و دارای طبقات مورب ریپلی در مقیاس بسیار کوچکند (شکل D2). علاوه بر این، در برخی نقاط که سطح این لایه­های ماسه­سنگی قابل مشاهده است، ریپل­مارک­های جریانی با ارتفاع 6/1 سانتی­متر و طول موج 6/5 سانتی­متر قابل مشاهده است. این رخساره در توالی عمودی نهشته­های مورد مطالعه به رخساره­های سنگی Sh و Fl تبدیل می­شود. این رخساره حاصل رسوبگذاری رسوبات ماسه­ای ریز توسط جریان یک­جهتی با سرعت کم و در رژیم جریانی پایین است (Higgs et al., 2012; Syangbo and Tamrakar, 2013).

**رخساره ماسه­سنگ توده­ای (Sm):** در این رخساره فراوانترین رخساره ماسه­ای در توالی رسوبی مورد مطالعه است که از گسترش بالایی برخوردار است (شکل E2). اندازه دانه­های ماسه­ای در این رخساره در حد 125/0 تا 5/0 میلی­متر (ماسه ریز تا متوسط) بوده و اغلب دانه­ها از جورشدگی متوسط تا خوب برخوردارند. در این رخساره هیچ لایه­بندی قابل مشاهده نبوده و با رخساره Sh همراه است. این رخساره احتمالا با فروکش ناگهانی جریان­های رودخانه­ای سیلابی، درون کانال بر­جای گذاشته شده است (Tewari et al., 2012; Liu et al., 2019).

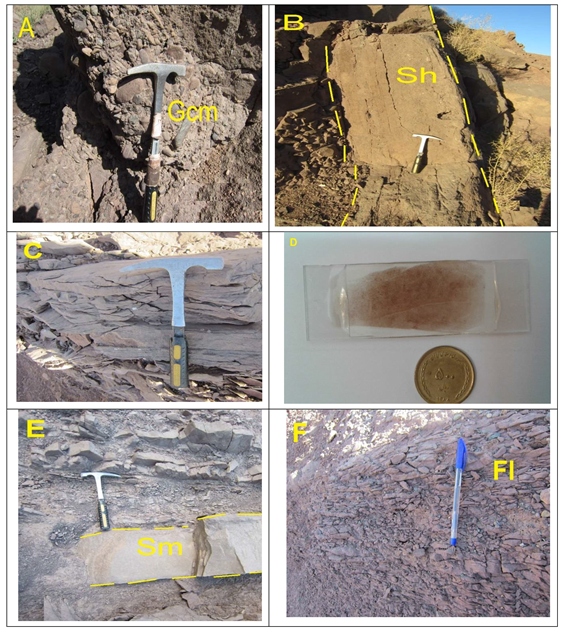
**رخساره ماسه­سنگ، سیلتستون و گل­سنگ لامینه (Fl):** اگرچه در این رخساره تناوبی از میان لایه­های نازک ماسه­سنگی بسیار­ریز، سیلتستون، شیل و گل­سنگ قابل مشاهده است (شکل F2) ولی فراوانی لامینه­های شیلی و سیلتستونی بیشتر است. ضخامت این رخساره از 5 تا 15 سانتی­متر در تغییر بوده و علاوه بر لامیناسیون مسطح آثار ترک­های گلی و آشفتگی­های زیستی در آن قابل مشاهده است. این رخساره دارای شکل هندسی ورقه­ای بوده و در برخی نقاط به طور جانبی به رخساره­های ماسه­سنگی تبدیل می­شود. رسوبات این رخساره اغلب از حالت تعلیق و یا توسط جریان­های یک­جهتی کششی با سرعت پایین بر­جای گذاشته شده­اند. شرایط تشکیل این رخساره در محیط­های کم انرژی خارج کانال رودخانه و دشت سیلابی است. اگرچه لایه­های ماسه­سنگی بین لایه با طبقات دانه­ریز فوق مؤید سیلابی و کانالی­شدن نهشته­های زیرین است که با قاعده فرسایشی همراه است (Oplustil et al., 2005; Syangbo and Tamrakar, 2013; Zang et al., 2020).

**عناصر ساختاری:** 4 عنصر ساختاری در توالی آواری ائوسن­زیرین شناسایی شده است: کانال­ها، اشکال لایه­ای ماسه­ای، رسوبات کروس­های پهن و رسوبات دانه­ریز خارج کانال. این عناصر ساختاری بر اساس شکل هندسی و سطوح محصور­کننده خود تعریف شده­اند (Miall, 2006) و اساس تفسیر محیط رسوبگذاری را شکل می­دهند.

**عنصر کانال (Channel: CH):** نهشته­های کانالی شامل رخساره­های سنگی Gcm، Sm، Sh، Sl و Sr است که رسوبات هر سیکل به سمت بالا­ریزشونده را تشکیل می­دهند. نهشته­های کانالی اغلب قاعده فرسایشی مشخص داشته و طبقات ماسه­سنگی زیرین یا رسوبات کانالی دیگر را قطع می­کند. شکل هندسی رسوبات پرکننده عدسی­شکل با قاعده مقعر به سمت بالا است. ضخامت رسوبات کانالی گاه تا 2 متر و عرض این رسوبات بین 3 تا 5/9 متر متغیر است. این عنصر ساختاری حدود 15 درصد از توالی عمودی نهشته­های رودخانه­ای مورد مطالعه را به خود اختصاص می­دهد.

**عنصر اشکال لایه­ای ماسه­ای (Sand bedforms: SB):** این عنصر ساختاری شامل توده­های ورقه­ای شکل از نهشته­های ماسه­ای (رخساره­های سنگی Sm، Sh، Sl و Sr) است. اشکال لایه­ای ماسه­ای، رسوبگذاری درون کانال را نشان می­دهند. این اشکال احتمالا بر اثر برافزایی عمودی و مهاجرت اشکال لایه­ای در جریانی یک­جهتی و در رژیم­های جریانی بالا و پایین درون کانال شکل گرفته­اند. فراوانی این عنصر ساختاری در توالی رسوبی فوق حدود 65 درصد است.

**عنصر کروس پهن (Crevasse splay: CS):**لایه­های ماسه­سنگی ورقه­ای شکل و مسطح ریز تا بسیار ریز­دانه که به صورت میان­لایه با شیل­های قهوه­ای رنگ گرفته­اند و به عنوان رسوبات خارج کانال رودخانه در نظر گرفته شده­اند، مربوط به عنصر ساختاری کروس پهن می­باشند. مرز تحتانی و فوقانی این عنصر مشخص بوده و شامل رخساره­های­سنگی Sh و Sr می­باشد.



شکل 2: تصاویر صحرایی از A) رخساره گراول دانه­پشتیبان توده­ای، B) رخساره ماسه­سنگی با لايه­بندی افقی، C)ماسه­سنگ دارای لامیناسیون مورب کم­زاویه، D) ماسه­سنگ دارای لامیناسیون مورب ریپلی، E) ماسه­سنگ توده­ای و F) ماسه­سنگ، سیلتستون و گل­سنگ لامینه.

رخساره­سنگی Sr که در اثر مهاجرت اشکال لایه­ای ریپلی نامتقارن در رژیم جریانی پایین شکل می­گیرد، معمولا به صورت نهشته­های کروس­های پهن در نواحی دشت سیلابی رودخانه یافت می­شود (Miall, 2006; Higgs et al., 2012). درصد فراوانی عنصر ساختاری CS در ستون رخساره­ای مورد نظر حدود 10 درصد است.

**عنصر رسوبات دانه­ریز خارج کانال (Floodplain fines: FF):** عنصر ساختاری FF مربوط به رسوبات خارج کانال و شامل رخساره­سنگی Fl با طبقات مسطح و گسترده است. رسوبات دانه­ریز دشت سیلابی در محیطی کم­انرژی و در طی فرآیندهای سیلابی شکل می­گیرند. علاوه بر ذرات دانه­ریز گلی، میان­لایه­­های سیلتستونی نیز در این مجموعه قابل مشاهده است. این عنصر 10 درصد از توالی عمودی رسوبات آواری برش دهن­رود را به خود اختصاص می­دهد.

**مدل رخساره­ای و شرایط رسوبگذاری:** مطالعه رسوب­شناسی نهشته­های آواری برش دهن­رود مؤید ته­نشست این رسوبات در شرایط رودخانه­ای است. شناسایی انواع رخساره­های­سنگی، بررسی تغییرات عمودی و جانبی رخساره­ای و تغییرات عناصر ساختاری نشان می­دهد رسوبات فوق در سیستم رودخانه­ای با پیچش بالا و انرژی کم بر­­جای گذاشته شده­اند. وجود چندین چرخه ریزشونده به سمت بالا با قاعده فرسایشی و رخساره­های­سنگی گراولی، گسترش جانبی اندک اکثر رخساره­های­سنگی و شکل هندسی عدسی و ورقه­ای، تغییر در الگوی برانبارش و اندازه دانه­ها و فراوانی رخساره­های­سنگی دانه­ریز در طول توالی، وجود ساختمان­های رسوبی یک­جهتی نظیر ریپل­مارک­های نامتقارن همراه با شواهد رخنمون و خشک­شدن رسوبات نظیر ترک­های گلی با رسوبگذاری این رخساره­های آواری قرمز­رنگ در زیر­محیط­های یک سیستم روخانه­ای مئاندری با بار بستر گراولی- ماسه­­­­-ای (مدل 5 Miall (2006)) مطابقت دارد. رخساره­های­سنگی گراولی و ماسه­ای که اغلب به صورت بار کششی و در زیر­محیط­­­­­­های کانال و پوینت­بار بر­جای گذاشته شده­اند، به صورت سیکل­های به سمت بالا ریزشونده­ای قابل مشاهده­اند که دوره­های پر­شدن کانال و کاهش انرژی بعد از حرکت جانبی کانال و فرسایش کف بستر رودخانه را نشان می­دهند (عناصر ساختاری CH و SB). در چنین رودخانه پر پیچ و خمی رسوبگذاری رسوبات دانه­ریز خارج کانال و دشت سیلابی در محیطی کم­عمق بر اثر کاهش انرژی و رسوبگذاری به حالت تعلیق صورت می­گیرد و این رسوبات بر روی نهشته­های پرکننده کانال بر­جای گذاشته می­شوند (عنصر ساختاری FF). ضخامت بالای رسوبات دانه­ریز در توالی فوق نشان­دهنده حاکمیت شرایط کم انرژی در زمان طولانی است. از دیگر ویژگی های این سیستم رودخانه­ای حضور رسوبات مربوط به کروس­های پهن (رخساره­های Sh و Sr و عنصر ساختاری CS) در رسوبات دانه­ریز دشت سیلابی است که بر اثر شکست خاکریز طبیعی و ریزش رسوبات دانه­درشت­تر ماسه­ای به درون دشت سیلابی در شرایط با انرژی بالاتر تشکیل شده­اند.

**نتیجه­گیری**

جهت بررسی شرایط رسوبگذاری نهشته­های سیلیسی­آواری ائوسن­زیرین در شمال غرب بیرجند، برشی به ضخامت 6/170 متر در نزدیکی روستای دهن­رود مورد مطالعه قرار گرفته است. آنالیز رخساره­های سنگی رسوبات سیلیسی­آواری مورد مطالعه سبب تشخیص 6 رخساره­سنگی شده که در سه مجموعه رخساره­ای گراولی، ماسه­ای و گلی طبقه­بندی می­شوند. این رخساره­های­سنگی شامل رخساره­هایGcm, Sl, Sm, Sh, Sr, Fl می­باشند و از اين میان آنها سه رخساره­سنگیSm, Sh, Fl بیشترين گسترش را در توالی مورد مطالعه دارند. تفسیر محیط رسوبگذاری نهشته­های سیلیسی­آواری فوق نشان می­دهد که اين رسوبات در محیط رودخانه­ای مئاندری برجای گذاشته شده­اند.

**منابع**

**روشن روان، ج.،** 1385. نقشه زمین شناسی 1:100000 موسویه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

**Camp, V., Griffis, R.,** 1982. Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in the Sistan suture zone, eastern Iran. Lithos 15 (3), 221-239.

**Higgs, K.E., King, P.R., Raine, J.I., Sykes, R., Browne, G.H., Crouch, E.M., Baur, J.R.,** 2012. Sequence stratigraphy and controls on reservoir sandstone distribution in an Eocene marginal marine-coastal plain fairway, Taranaki Basin, New Zealand. Marine and Petroleum Geology 32, 110-137.

**Liu, H., Lin, C., Zhang, X., Wang, H., Fu, X.,** 2019. Sedimentological characteristics and controlling factors on ﬂuvial styles of the Guantao Formation, Kongdian Oilﬁeld, China. Journal of Earth Systems Sciences 128, 36-49.

**Miall, A.D., 2006.** The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis. Petroleum Geology ( printing), Springer-Verlag, New York, 582pp.

**Oplustil, S., Martinek, K., Tasaryova, Z.,** 2005. Facies and architectural analysis of fluvial deposits of the Nýřany Member and the Týnec Formation (Westphalian D – Barruelian) in the Kladno-Rakovník and Pilsen basins. Bulletin of Geosciences 80, 45–66.

**Syangbo, D.K., Tamrakar, N.K.,** 2013. Lithofacies and depositional environment of the Siwalik Group in Samari-Sukaura River area, Central Nepal. Bulletin of the Department of Geology, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal 16, 53–64.

**Tewari, R.C., Nath Hota, R., Maejima, W.,** 2012. Fluvial architecture of Early Permian Barakar rocks of Korba Gondwana basin, eastern-central India. Journal of Asian Earth Sciences 52, 43–52.

**Zang, D., Bao, Z., Li, M., Fu, P., Li, M., Niu, B., Li, Z., Zhang, L., Wei, M., Dou, L., Xu, X.,** 2020. Sandbody architecture analysis of braided river reservoirs and their significance for remaining oil distribution: A case study based on a new outcrop in the Songliao Basin, Northeast China. Energy Exploration and Exploitation 38(6), 2231–2251.