

## بررسی فرایندهای مورفودینامیکی شکل دهنده دره خضرآباد بر اساس شواهد و تحلیل رسوب شناسی حوضه

محمد شریفی<sup>1</sup>، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، ایران  
زهرا فرح بخش، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه یزد، ایران

### چکیده

رسوب و ویژگی‌های آن از مهم‌ترین و متقن‌ترین شواهد و داده در بررسی شرایط محیطی از جنبه‌های مختلف اعم از شرایط زیستی، اقلیمی (نوسانات و تغییرات)، تکتونیکی و حتی شرایط باستان‌شناختی و تمدنی است. بنابراین، رسوب را از وجوه و نقطه نظرهای مختلفی مانند جنس، مواد تشکیل دهنده، ذرات و قطر آن‌ها، ریشه درختان و آثار و بقایای جانوران موجود در آن‌ها و... بررسی و مورد آزمایش قرار می‌دهند. مطالعه حاضر به بررسی دانه سنجی رسوبات در حوضه آبریز خضرآباد که در غرب شهر یزد قرار گرفته است، جهت شناخت و درک فرآیندهای حاکم و اثر گذار بر تغییر ناهمواری‌ها و همچنین تغییرات اقلیمی گذشته می‌پردازد. جهت این امر، پس از بازدید میدانی از حوضه شش نمونه رسوب در طول دره -رودخانه خضرآباد برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه، شستشو و خشک گردیدند. سپس مقدار حدود 300 گرم برای هر نمونه در دستگاه گرانولومتری به مدت 15 دقیقه قرار داده شدند. قطر الک‌های مورد استفاده در این آزمایش از درشت به ریز به ترتیب 2000، 1000، 550، 355، 250، 125، 63 میکرون بوده است. پس از مشخص کردن درصد رسوب روی هر الک به کمک نرم افزار Gradistat، عوامل آماری رسوب شناسی از قبیل میانگین (Mz)، میانه (Md)، انحراف معیار جامع (SDI)، چولگی جامع (SKI) و کشیدگی منحنی (Ku) بدست آمد. نتایج آزمایش حاکی از چند خاستگاه و ژنز بودن رسوبات است به گونه‌ای که فرآیندهای جریانی، یخچالی و تکتونیکی را می‌توان به ترتیب از مهم‌ترین عوامل دخیل در ایجاد این رسوبات قلمداد کرد. از این نظر، در کواترنر، حوضه تحت تاثیر شرایط یخبندان و ذوب یخ قرار داد، علاوه بر آن تکتونیک نیز حوضه (بخش‌های میانی حوضه) را تحت تاثیر قرار داده است. همچنین، بررسی پارامترهای آماری حاکی از وجود سیلاب‌های بزرگ در منطقه مورد مطالعه است؛ چرا که انحراف معیار در برخی از نمونه‌های رسوب بسیار بالا است.

**کلمات کلیدی:** مورفودینامیک، دره خضرآباد، رسوب شناسی، گرانولومتری

## مقدمه

اندازه ذرات رسوب با نشان دادن تغییرات بیرونی و ذاتی شرایط محیط که در پاسخ به تغییرات ژئومورفولوژیکی و اقلیمی است، نشان‌دهنده تعادل مورفودینامیکی کانال رودخانه است (گوپت<sup>1</sup>، 2002). بنابراین عوامل مربوط به اندازه ذرات شامل: دانه‌بندی، جور شدگی و سرت شدگی، ابزاری مناسب برای درک بهتر فرآیندهای مورفودینامیکی و زمین مهندسی است. جنس سنگ‌ها، فعالیت‌های تکتونیک، ساختارهای زمین شناسی و آب و هوا از جمله عواملی هستند که در تشکیل نوع رودخانه و بار رسوبی حاصل از آن تاثیر می‌گذارند. علاوه بر آن، شیب متفاوت بستر در طول رودخانه، جنس، اندازه و شکل رسوبات، تفاوت در شکل کانال، ورود سرشاخه‌های فرعی به مسیر اصلی و دخالت انسان در سیستم طبیعی رودخانه‌ها از عوامل مؤثر در تغییر وضعیت بافت رسوبی و شرایط حاکم بر فرآیندهای رودخانه‌ای می‌باشد (موسوی، 1382). پر واضح است رسوبات در مناطق مختلف از مهم‌ترین شواهد و مستندات زمینی تغییرات آب و هوایی و به تبع آن فرآیندهای غالب مانند آب‌های جاری، سیلاب‌ها و دوره‌های بازگشت آن‌ها، باد و قدرت و سرعت آن، یخچال‌ها و زبانه‌های یخی، فرآیندهای دامنه‌ای و یا فرآیندهای تکتونیکی هستند. از این رو مطالعات گسترده‌ای در رابطه با بررسی، آزمایش و تحلیل رسوب به روش‌های مختلف در تحلیل فرآیندهای مورفودینامیکی غالب در ایجاد و یا تغییر پدیده‌ها و عوارض ژئومورفیک در مناطق مختلف جهان و ایران انجام گرفته که در زیر به مهم‌ترین و جدیدترین آن‌ها اشاره شده است:

سیویتسکی<sup>2</sup> (1988) در رابطه با ته نشست رسوبات یخچال‌های طبیعی در فیوردها مطالعاتی را انجام داد. نیجس<sup>3</sup> و همکاران (2001) ابتدا به بررسی نوسانات یخچالی هولوسن پرداختند. سپس تغییرات بارش زمستانی در جوستد آلسبرن در غرب نروژ

1 - Gupta

2 - Syvitski

3- AtleNesje

بر اساس رسوبات یخچالی را مورد مطالعه قرار دادند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، منطقه دارای سه قسمت اصلی از شواهد گسترش رسوبات یخچالی هولوسن می‌باشد. هانتلی<sup>1</sup> و همکاران (1985) و وینتل<sup>2</sup> (2010)، داده‌های کوارتز رسوبی با استفاده از تکنیک SAR در طیف وسیعی از محیط‌های رسوبی مورد بررسی قرار داده‌اند و بر این اساس شرایط محیطی و فرایندهای به وجود آورنده آن‌ها را مانند محیط و فرایندهای بادی (رابرتز<sup>3</sup>، 2008؛ سینگوی و پورتر<sup>4</sup>، 2008)، ساحلی (جکوبز<sup>5</sup>، 2008)، رودخانه‌ای (ریتنور<sup>6</sup>، 2008)، دامنه‌ای (فوجس و لنگ<sup>7</sup>، 2009) و حتی برخی از یخبندان‌ها (فوجس و اوون<sup>8</sup>، 2008)، جریان‌های یخی (تراشر<sup>9</sup> و همکاران، 2009) و یخچال‌های قدیمی (بیتمن<sup>10</sup>، 2008) را بازسازی نموده‌اند. در بررسی‌هایی که در کشور اردن صورت گرفته، برمی‌آید که رسوبات مناطق مرکزی اردن مربوط به اواخر کواترنری بوده که این کشور دوره‌های متناوب خشک و مرطوب را تجربه کرده است. شواهد رسوبی، تنوع آب و هوای پیچیده‌ای را همراه با فعالیت‌های تکتونیکی نشان می‌دهد (مویمانی و الکساندر<sup>11</sup>، 2003). بقایای آثار رسوبی یخچالی و رودخانه‌ای، به ویژه آن‌جا که عناصر ماسه‌ای غلبه دارد، از نظر سن‌بایی ترمولومینسانس یا اپتیکولومینسانس می‌تواند مفید باشد که به وسیله آنسن فعالیت‌های یخچالی یا جریان می‌توان محاسبه کرد (وینتل، 2010).

در کشور ایران، خواجه (1381) در پژوهشی بر روی رسوبات کواترنر حوضه گرگانرود، به این نتیجه رسید که این رسوبات علاوه بر فرآیند یخچالی، از شرایط

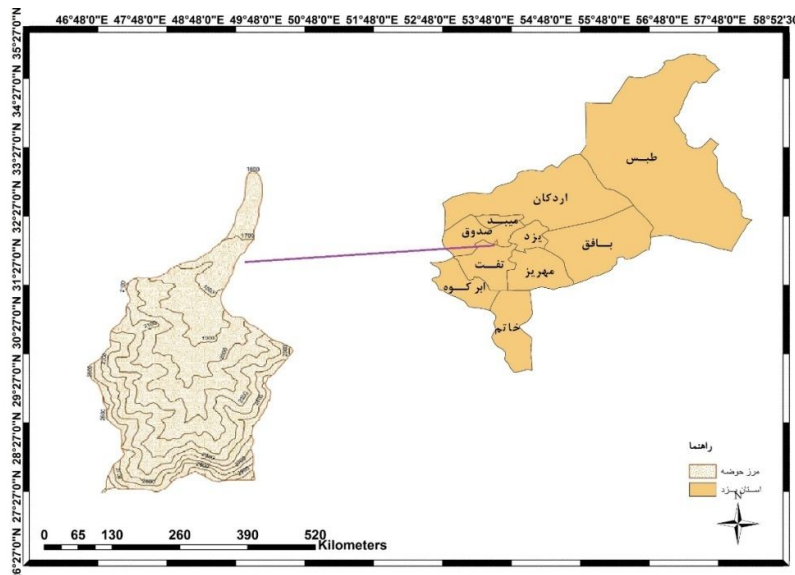
- 
- 1- Huntley
  - 2- Wintle
  - 3- Roberts
  - 4- Singhvi and Porat
  - 5- Jacobs
  - 6- Rittenour
  - 7- Fuchs and Lang
  - 8- Fuchs and Owen
  - 9- Thrasher
  - 10- Bateman
  - 11- Moumaniand Alexander

سیلابی حاشیه شرق خزر نیز متأثر بوده‌اند. طاحونی (1383)، معیری و همکاران (1387)، محمودی محمدآبادی و همکاران (1389)، امیر احمدی و همکاران (1390) پور خسروانی و همکاران (1391) در بررسی‌های یخچال‌شناسی، گرانولومتری و مورفوسکوپی رسوبات ارتفاعات تالش، حوضه صفا شهر - استان فارس، حوضه تیگرانی ماهان، دشت آسپاس، روستای اسلامیه (فرشاه - شهرستان تفت) به این نتیجه رسیدند که اکثر نمونه‌های رسوبی، بیانگر فرآیند غالب یخچالی این دوران است. عباسی و همکاران (1390) به منظور شناخت منشا رسوبات تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان از روش استاندارد ASTM و عوامل آماری رسوب‌شناسی از طریق نرم افزار Gradistat استفاده کرده و منحنی‌های رسوبات را ترسیم نمودند. سپس براساس نمودار فردمن، منطقه را از نظر نوع و درصد رسوبات محیطی تفکیک کرده‌اند. آدینه و همکاران (1391) در پژوهشی به منظور تعیین مدل مناسب در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و ریخت‌شناسی رسوبات، از نرم افزار Gradistat استفاده کردند. یار احمدی و همکاران (1391) در زمینه شواهد ژئومورفولوژیکی تشکیل دریاچه گهر در ارتفاعات اشترانکوه با بررسی رسوبات و آزمایش آن‌ها به منشأ یخچالی آن اشاره کردند.

در این پژوهش سعی شده است تا با بررسی و آزمایش گرانولومتری رسوبات منطقه به عنوان شاهدی متقن، شرایط محیطی و فرآیندهای غالب و حاکم بر آن در منطقه را بازسازی و نحوه و شرایط ایجاد ژئوفرم‌های کنونی را توجیه کند.

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه واقع در حوضه آبریز ایران مرکزی در غرب شهر یزد و غرب ارتفاعات شیرکوه قرار گرفته است. منطقه خضرآباد از نظر موقعیت ریاضی بین عرض جغرافیایی "7' 48° 31 تا 32° شمالی و طول جغرافیایی "42' 49° 53 تا 54° شرقی، که با وسعتی بالغ بر 23/330 کیلومتر مربع جنوب غرب شهر یزد و در جنوب شرق شهرستان میبد واقع شده است (شکل 1).



شکل 1. نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه خضرآباد در استان یزد.

حوضه آبریز خضرآباد را ارتفاعات بلندی در برگرفته است که می توان به کوه مسجد (بیش از 3000 متر ارتفاع) در جنوب، میل درویش (جنوب غرب)، لای تنه (شرق)، بن گر و برج (غرب) و کوه سیاه و سفید (شمال شرق) غیره اشاره کرد. طولانی ترین آبراهه آن به طول 10/83 کیلومتر و در امتداد جنوب به شمال قرار گرفته است. روستاهایی نظیر خضرآباد، محمود آباد، طاهونیه، لاهوک و مزرعه میان در این ناحیه واقع شده‌اند (شکل 1). در این تحقیق به منظور تعیین شرایط محیطی و اقلیمی گذشته از خصوصیات رسوب شناسی منطقه به عنوان یک مطالعه پایه انجام شده است.

#### داده‌ها و روش‌ها

در مطالعات صحرایی ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی 1:50000 و نقشه زمین شناسی 1:100000 و عکس‌های هوایی به کمک نرم افزار ARC GIS موقعیت منطقه

مورد مطالعه مشخص شد. نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه، بدین صورت بود که 6 نمونه رسوب در منطقه برداشت گردید (جدول 1). بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، نسبت به الک کردن نمونه‌ها اقدام شد. در روش غربال کردن، ابتدا نمونه را وزن و سپس مواد اضافی با آب مقطر شسته شدند. پس از وزن کردن مجدد نمونه، نمونه در آون با حرارت 40 درجه سانتیگراد خشک گردید. سپس مقدار 300 گرم از رسوبات وزن شد. در ادامه الک‌ها به گونه‌ای روی یکدیگر قرار گرفتند که منافذ کوچکتر در پایین قرار بگیرد. الک‌ها مدت 15 دقیقه توسط شیکر تکان داده شدند، سپس مقدار رسوب باقی مانده در هر الک با دقت، وزن و نمونه‌های رسوبی به وسیله سری کامل الک، دانه بندی شده و درصد ذرات رسوب روی هر الک به دست آمد. لازم به ذکر است قطر الک‌های مورد استفاده در این آزمایش از درشت به ریز به ترتیب 2000، 1000، 550، 355، 250، 125، 63 میکرون بوده است.

پس از مشخص کردن درصد رسوب روی هر الک به کمک نرم افزار Gradistat عوامل آماری رسوب شناسی از قبیل میانگین (Mz)، میانه (Md)، انحراف معیار جامع (SDI)، چولگی جامع (SKI) و کشیدگی منحنی (Ku) به دست آمد. هر شش نمونه رسوب را به صورت جداگانه با استفاده از نرم افزار گفته شده، دانه سنجی کرده و نمودار مربوط به هر کدام را به طور جداگانه رسم گردید.

جدول 1. شش نمونه رسوب برداشت شده با ذکر مختصات

شماره نمونه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)
1	N 31 52 39/9	E 53 57 11	1599/8
2	N 31 52 01	E 53 57 02	1633
3	N 31 49 49/1	E 53 56 25/8	1875
4	N 31 49 23/1	E 53 56 26/5	1924
5	N 31 49 23/1	E 53 56 28/8	1958
6	N 31 49 21/9	E 53 56 27/9	1975

جدول 2. درصد نمونه‌های رسوبی اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه

واحد اندازه‌گیری به میکرون	درصد نمونه اول	درصد نمونه دوم	درصد نمونه سوم	درصد نمونه چهارم	درصد نمونه پنجم	درصد نمونه ششم
2000	73/22	78/04	56/95	81/10	91/84	69/50
1000	6/77	7/91	15/92	9/43	4/88	11/32
550	5/79	5/07	11/85	4/73	1/11	8/14
355	2/75	2/11	3/96	1/36	0/33	3/05
250	2/79	1/55	3/28	0/94	0/30	2/38
125	6/85	3/01	4/99	1/28	0/57	3/44
63	3/19	2/30	3/04	1/16	0/96	2/16



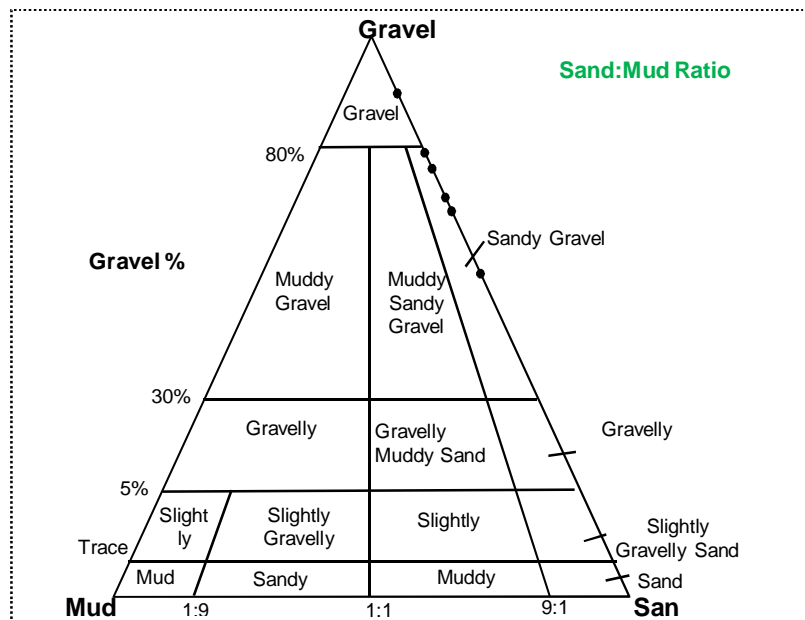
شکل 2. نمایی از یکی از مناطق رسوبی برداشت شده در بخش‌های میانی دره خضراآباد.

## نتایج و بحث

1- پراکندگی و آنالیز اندازه‌ی ذرات رسوبی؛

2- 1- دیاگرام مثلثی.

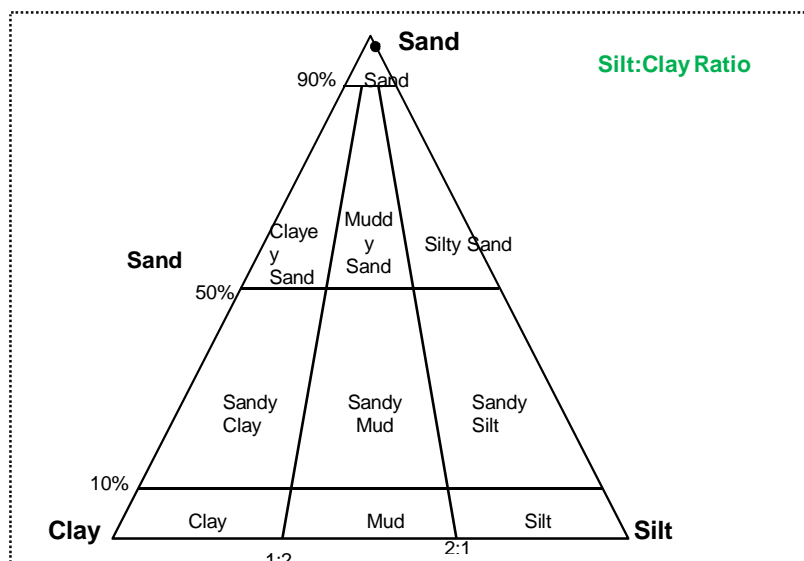
فولک در سال 1954 براساس اندازه‌ی دانه‌های تشکیل دهنده رسوبات و سنگ‌های رسوبی دو نمودار مثلثی برای نامگذاری آن‌ها ارائه کرده است (شکل 2).



شکل 3. نمودار رسوبات دانه درشت مربوط به ترکیب شش نمونه رسوب

با توجه به نمودارها می‌توان دریافت که اکثریت رسوبات (حدود 30 تا 80 درصد) در گروه بافتی گراول ماسه‌ای (کنگلومرای ماسه‌ای) قرار گرفته‌اند. برای نامگذاری رسوبات و سنگ‌های دانه ریزتری که فاقد هرگونه گراولی باشد، از مثلث دیگری که در سه گوشه آن ماسه، سیل و رس نوشته شده است، استفاده می‌کنیم (شکل 3).





شکل 4. رسوبات دانه ریز مربوط به ترکیب شش نمونه رسوب در منطقه خضراآباد.

در نمودار بالا مشخص است که همه رسوبات از نظر ریزدانه بودن در طبقه ماسه قرار دارند.

## 2- آنالیز اندازه دانه‌ها

آنالیز توزیع دانه‌های رسوبی برای مقایسه نمونه‌های مختلف با یکدیگر از اهمیت خاصی برخوردار است؛ زیرا بدین وسیله می‌توان به ویژگی‌های مختلف رسوبات و فرآیندهایی که باعث تشکیل آن‌ها گردیده است، پی برد. همانطور که اشاره شد، ذرات رسوبی بیشتر توسط آب و هوا حرکت می‌کنند و با کاهش شدت جریان به تدریج، ذرات در اندازه‌های مختلف از یکدیگر جدا شده و رسوب می‌کنند. اگر رسوب از چندین منشأ متفاوت سرچشمه گرفته باشد، ذرات آن در اندازه‌های مختلف دیده می‌شود. مخلوطی از ذرات رسوبی در اندازه‌های متفاوت را تجمع می‌گویند که ممکن است این اندازه‌ها از گراول تا رس تغییر کرده و به سه گروه اصلی گراول، ماسه و گل

تقسیم شوند. به طور کلی توزیع ذرات در رسوبات به وجود ذرات مختلف در منشا و فرآیندهایی که در هنگام رسوب‌گذاری عمل می‌کنند، به ویژه قدرت جریان بستگی دارد. برای درک بهتر توزیع دانه‌ها در رسوبات، که توسط فرآیندهای مختلفی پراکنده شده‌اند، از یک سری واژه‌های آماری استفاده می‌شود. محاسبات آماری آنالیز اندازه دانه‌ها ممکن است به چند طریق انجام شود که یکی از آن‌ها به وسیله رسم منحنی و محاسبات به روش ترسیمی است. حال به توصیف منحنی‌های مختلفی که در رابطه با توزیع ذرات است، می‌پردازیم:

### 1-2- هیستوگرام یا بارگراف<sup>1</sup>

هیستوگرام یک نوع متد ترسیمی است که فراوانی نسبی اندازه ذرات به وسیله مناطق مختلف در آن نشان داده می‌شود. برای رسم هیستوگرام، اندازه ذرات را در روی محور x ها رسم می‌کنند، به نحوی که از چپ به راست اندازه‌ی ذرات افزایش می‌یابد. ذرات درشت در طرف چپ و ذرات ریز در طرف راست و مقدار وزنی ذرات یا درصد وزنی آنها، که به نام فراوانی یا فرکانس نامیده می‌شود در روی محور y ها قرار می‌گیرد. بنابراین هیستوگرام حداکثر و حداقل ذرات برای رده‌های مختلف را نشان می‌دهد. بالاترین نقطه تجمع در هیستوگرام را به نام نما یا مد<sup>2</sup> می‌گویند. اگر هیستوگرام هیستوگرام دارای یک مرکز تجمع باشد، آن را یونی مدال<sup>3</sup> و اگر دارای دو مرکز تجمع باشد، بایمدال<sup>4</sup> و اگر چندین مرکز تجمع داشته باشد، مولتی مدال<sup>5</sup> می‌نامند. به طور کلی کلی رسم هیستوگرام برای تفسیر شکل عمومی رسوب مناسب است؛ ولی برای محاسبات آماری از قبیل میانه و غیره غیرقابل استفاده است. مراکز تجمع در هیستوگرام، نشان دهنده ناجوری رسوبات و منعکس کننده منشأ آن‌ها است؛ زیرا هر یک از مراکز

---

1-Histogram or baragraph

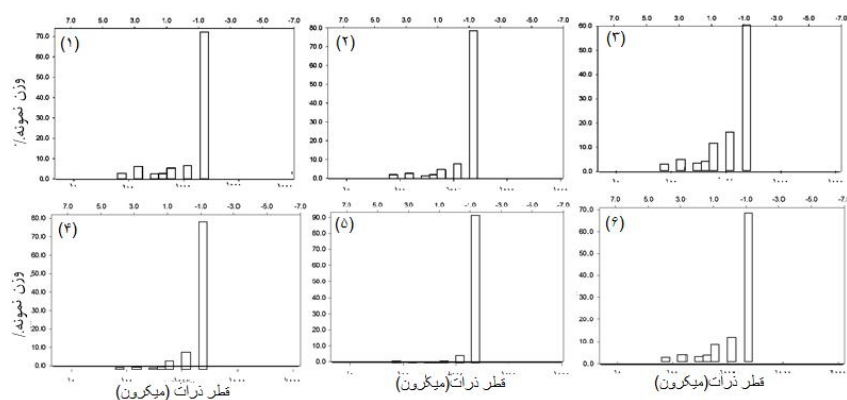
2- Mode

3-Unimodal

4-Bimodal

5-Multimodal

تجمع در رابطه با اندازه ذرات مختلفی است که از منشأ به حوضه آورده شده است. بنابراین اگر هیستوگرامی بایمدال باشد، ممکن است رسوب از دو منشأ سرچشمه گرفته باشد و تغییر می‌کند (فولک، 1974، به نقل از موسوی حرمی، 1391). بر مبنای توضیحات فوق، در زیر هیستوگرام‌های مربوط به 6 نمونه رسوب ترسیم شده است:

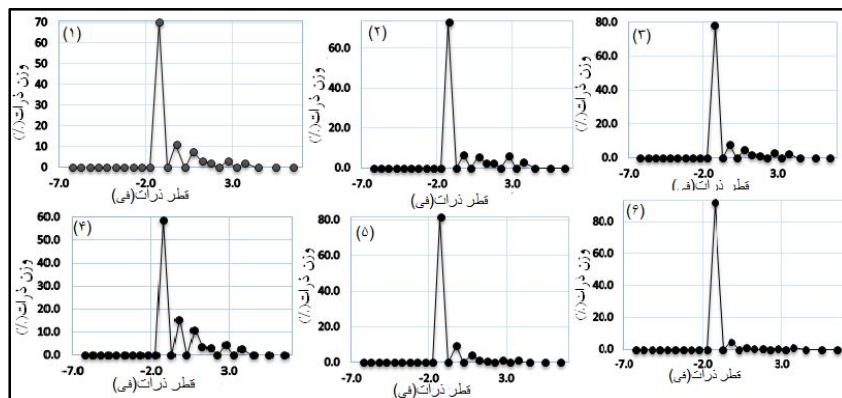


شکل 5 و 6. نمودار هیستوگرام نمونه‌های شش گانه رسوبات مورد مطالعه

نتایج به دست آمده از نمودارهای فوق نشان می‌دهد که در نمودار نمونه چهار، دو، یک و پنج؛ نموداری به صورت یونی مدال است؛ اما در نمودار سه به صورت مولتی مدال می‌باشد که احتمال این که رسوب از سه منشأ سرچشمه گرفته باشد، زیاد است. در مورد شکل 8 منحنی هیستوگرام (نمونه 6) به صورت بایمدال، یعنی دارای دو مرکز تجمع یا دو عامل برای تشکیل رسوب موثر بوده است. در این نمودار نمونه شش، احتمالاً به خاطر تغییر اقلیم و تغییر جنس زمین، رسوبات از این دو عامل نشأت گرفته‌اند.

## 2-2- منحنی توزیع عادی یا نرمال

در این نوع منحنی، توزیع ذرات درشت دانه و ریز دانه در دو طرف این منحنی به یک اندازه و تجمع ذرات بیشتر در مرکز آن است. این نوع منحنی را منحنی زنگوله‌ای یا زنگ مانند<sup>1</sup> می‌نامند. در این گونه منحنی‌ها مد و میانگین و میانه با هم برابرند. در منحنی‌های نرمال، مقدار میانگین توزیع ذرات در وسط منحنی و بالاترین نقطه آن قرار دارد. اگرچه ممکن است مقدار میانگین برای چند منحنی نرمال به یک اندازه باشد؛ ولی عموماً اندازه ذرات بین آن‌ها یا به عبارت دیگر شمارش فی (مقیاس لگاریتمی) کمتر و اگر شیب منحنی کم باشد، شمارش فی زیادتر است. این گونه توزیع ذرات در اطراف میانگین، نشان‌دهنده جورشدگی یا سورتینگ رسوبات است. بنابراین هر قدر منحنی کشیده‌تر باشد، تجمع ذرات در اطراف میانگین بیشتر و جورشدگی بهتر و هر قدر منحنی کوتاه‌تر یا پهن‌تر باشد، پراکندگی ذرات در اطراف میانگین بیشتر و جورشدگی بدتر است.

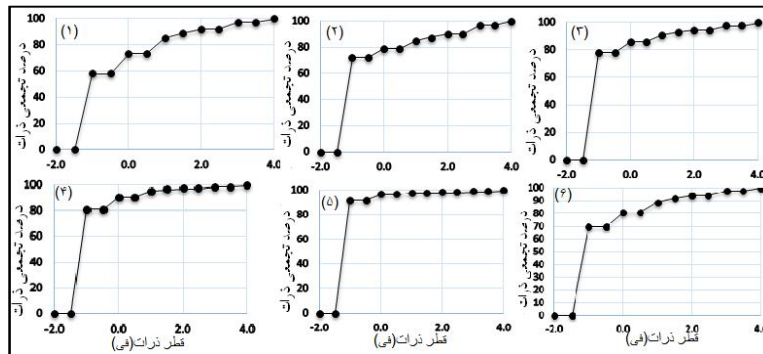


شکل 7. توزیع نرمال مربوط به شش نمونه رسوب.

میزان جورشدگی در شکل 13 سه، (11) یک و (15) شش بسیار ضعیف است؛ اما در شکل نمودار نمونه رسوب دو {شکل (12) و (14)} چهار به ترتیب جورشدگی متوسط و نسبتاً خوب است. همچنین در شکل (15) پنج، سرتشدگی بسیار خوب می‌باشد. در حقیقت منحنی‌ها در نمونه‌های با جور ناشدگی بالابه صورت کوتاه و کشیده هستند که می‌تواند دلیل بر این باشد که چند عامل مانند تغییر جنس زمین، بریدگی رودخانه و تغییرات اقلیمی شدید می‌تواند در جورشدگی بد رسوبات تاثیر گذار باشد.

### 3-2- منحنی‌های تجمعی 1

این گونه منحنی‌ها از جمع کردن درصد وزن ذرات اندازه‌گیری شده در یک رده یا درصد اندازه ذرات در رده‌ی قبلی حاصل می‌شود. اندازه ذرات در روی محورها به نحوی قرار گرفته که ذرات دانه درشت در طرف چپ و دانه ریز در طرف راست باشد و درصد وزن ذرات روی محور  $y$  قرار بگیرد. منحنی‌های تجمعی با مقیاس حسابی به شکل  $s$  باست و به نام اُجیو (ogive) گفته می‌شود. منحنی‌های تجمعی با مقیاس احتمالی به صورت خط مستقیم است و منحنی‌های نرمال بدون هیچ گونه شکستگی می‌باشد. ضمناً شیب خط در این منحنی‌ها تابعی از انحراف معیار یا جورشدگی است. هر قدر شیب خط بیشتر باشد، میزان انحراف معیار کمتر و جورشدگی بهتر است و هر قدر شیب کمتر باشد، میزان انحراف معیار بیشتر و جورشدگی بدتر است. در جورشدگی بهتر، تجمع ذرات در اطراف مرکز تمایل منحنی بیشتر و در جورشدگی بدتر توزیع ذرات در اطراف این مرکز کمتر است.



شکل 8. منحنی‌های تجمعی شش نمونه رسوب

در شکل‌های نمونه رسوب یک، دو و سه شکستی در منحنی قابل مشاهده است که احتمالاً مربوط به مکانیزم‌های شدیدی است که روی رسوبات تاثیر گذاشته و دارای نوساناتی بوده است. کج شدگی منحنی به سمت راست، نشاندهنده این است که نوع رسوبات به صورت ذرات درشت دانه همراه با میزان کشیدگی متوسط و میزان جورشدگی ضعیف است. شاید عامل اقلیم و گسل بتواند در این نوسانات تاثیر گذار باشد. در نمودارهای نمونه چهار، پنج و شش همه آن‌ها کشیدگی نمودار به سمت راست همراه با رسوبات دانه درشت هستند که منحنی به سمت راست، کشیده شده است.

### 3- پارامترهای آماری

برای ارزشیابی یکسری نمونه، پس از تعیین اندازه ذرات آن‌ها منحنی‌های مورد نظر رسم و بایکدیگر مقایسه شده‌اند. برای بررسی بهتر و دقیق‌تر یکسری نمونه از نظر این‌که کدام یک دارای جورشدگی بهتری از دیگری است و یا این‌که ذرات دانه ریز یا دانه درشت در نمونه فراوان‌تر است، یکسری پارامترهای آماری از قبیل کج شدگی، کشیدگی و غیره محاسبه شده‌اند. اندازه‌گیری پارامترهای آماری ممکن است به روش ترسیمی از روی منحنی‌ها و یا به روش لحظه‌ای انجام گیرد.

### 3-1- اندازه‌گیری به روش ترسیمی

#### 3-1-1- اندازه‌گیری متوسط اندازه ذرات

برای مقایسه اندازه ذرات در دو نمونه مورد مطالعه باید متوسط اندازه در هریک از آن‌ها مشخص گردد تا بتوان گفت که کدام یک نسبت به دیگری دانه درشت‌تر یا دانه ریزتر است. برای به دست آوردن متوسط اندازه ذرات ممکن است از سه پارامتر: میانه، مد و میانگین استفاده شود که هریک به طور جداگانه توصیف شده‌اند.

**الف: میانه:** عبارتست از قسمت وسط منحنی که نصف ذرات درشت‌تر و نصف دیگر ذرات ریزتر از آن باشد. مقدار میانه در روی منحنی تجمعی در نقطه 50 درصد قرار می‌گیرد. میانه را می‌توان بر حسب فی و یا میلی‌متر از روی منحنی پیدا کرد. با این حال، میانه ساده‌ترین پارامتر اندازه‌گیری ذرات است، چون فقط نقطه 50 درصد در نظر گرفته می‌شود. میانه را به علامت Md نشان می‌دهند که اگر مقیاس میلی‌متری در محاسبه آن به کار رفته باشد آن را Mmmm و اگر مقیاس فی به کار رفته باشد با Mmø نشان می‌دهند. در مقیاس میلی‌متر هر قدر میانه بیشتر باشد، ذرات، دانه درشت‌تر و مقیاس فی هر قدر کوچک‌تر باشد، ذرات، دانه درشت‌ترند.

**ب: مد یا نما:** عبارت است از بالاترین نقطه در منحنی فرکانس که آن را با علامت Mo نشان می‌دهند. بررسی مد برای ژنز رسوبات و مطالعات حمل و نقل، به ویژه زمانی که دو منشا یا بیشتر در توزیع ذرات رسوبی موثر بوده‌اند، مفید است.

**ج: میانگین:** عبارت است از حد متوسط اندازه ذرات رسوب که آن را به علامت Mz نشان می‌دهند و توسط معادله (1) محاسبه می‌شود. این اندازه‌گیری به مراتب از میانه بهتر است؛ زیرا اندازه‌گیری سه نقطه بر روی منحنی صورت گرفته است.

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad \text{معادله (1)}$$

جدول 4، متوسط میانگین و میانه رسوب‌ها در نمونه‌ها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود در نمونه پنجم، میزان میانه کمتر و در نمونه سوم میانه

بیشتر است. یعنی به ترتیب در نمونه پنجم ذرات رسوب درشت دانه‌تر و در نمونه سوم، ذرات ریزدانه‌تر هستند.

جدول 4. پارامترهای متوسط اندازه ذرات

پارامترهای متوسط اندازه ذرات	S1	S2	S3	S4	S5	S6
$Mean(M_z)$	-0/528	-0/893	-0/480	-0/971	-1/221	-0/606
$D_{50(\phi)}$	-1/149	-1/174	-1/059	-1/186	-1/221	-1/136
$Mode1(\phi)$	-1/243	-1/243	-1/243	-1/243	-1/243	-1/243

### 3-1-2- اندازه‌گیری یکنواختی اندازه ذرات

یکنواختی یا جورشدگی عبارت از است از این که ذرات تشکیل دهنده رسوب یا سنگ تا چه اندازه نزدیک بهم (یکسان بودن از نظر اندازه) باشند. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری جورشدگی ذرات در رسوبات ارائه شده است که عبارتند از:  
الف: ضریب جورشدگی ترسک<sup>1</sup>: این ضریب در مقیاس میلی‌متر است و با توجه به معادله (2) محاسبه می‌شود. ضریب جورشدگی اغلب ماسه‌های ساحلی بین 1/3 تا 1/5 تغییر می‌کند.

$$\sqrt{\frac{M_m^{25}}{M_m^{75}}} \quad \text{معادله (2)}$$

ب: کودفی<sup>2</sup>: این اندیس نیز شبیه ضریب جورشدگی ترسک است با این اختلاف که در آن از مقیاس فی استفاده شده و توسط معادله (3) حاسبه می‌گردد. در این اندیس فقط جورشدگی وسط منحنی را می‌توان اندازه گرفت.

$$\frac{\phi_{75}-\phi_{25}}{2} \quad \text{معادله (3)}$$

ج: انحراف معیار ترسیمی جامع<sup>3</sup>: اندازه‌گیری انحراف معیار ترسیمی جامع توسط فولک ارائه شده است. در انحراف معیار ترسیمی فقط جورشدگی ذرات در محدوده

1-trsak's sorting coefficient =so

2-Phi quartile Deviation =QD $\phi$

3-Inclusive Graphic Standard Deviation



$2/3$  زیر منحنی محاسبه می شود. ولی در انحراف معیار ترسیمی جامع حدود 90 درصد توزیع ذرات در منحنی 3 اندازه گیری شده و جورشدگی بهتری را نشان می دهد. این گونه انحراف معیار با معادله (4) محاسبه می گردد.

$$\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6} \quad (4) \text{ معادله}$$

یکنواختی یا جورشدگی عبارت است از این که ذرات تشکیل دهنده رسوب یا سنگ تا چه اندازه بهم نزدیک باشند (یکسان بودن از نظر اندازه). همان طور که در جدول زیر مشاهده می کنید در نمونه دوم و چهارم، اندازه ذرات بهم دیگر نزدیک تر است.

جدول 5. پارامترهای یکنواختی اندازه ذرات

پارامترهای یکنواختی اندازه ذرات	S1	S2	S3	S4	S5	S6
$(D_{75}/D_{25}) (\phi)$	0/216	0/766	-0/460	0/776	0/805	0/190
$(D_{75}/D_{25})/2(\phi)$	0/108	0/383	-2/46	0/388	-4/025	0/095

جدول 6. تعیین میزان جورشدگی

انحراف معیار ترسیمی جامع	S1	S2	S3	S4	S5	S6
SORTING	1/233	0/920	1/321	0/631	0/285	1/25
SORTING	جورشدگی بد	جورشدگی متوسط	جورشدگی بد	جور شدگی خوب متوسط	جورشدگی بسیار خوب	جورشدگی بد

### 3-1-3- اندازه گیری کج شدگی یا نامتقارن بودن منحنی

کج شدگی (skewness) عبارت از نامتقارن یا نامتجانس بودن منحنی توزیع ذرات است که به وسیله توزیع مشخص می گردد.

الف: کج شدگی ترسیمی جامع<sup>1</sup>:

این روش، توسط فولک ارائه شده، در این روش 90 درصد منحنی در نظر گرفته می‌شود. مقدار به دست آمده دقیق تر است. کج شدگی ترسیمی جامع توسط فرمول زیر برای منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید.

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad \text{معادله (5)}$$

جدول 7. میزان کج شدگی ترسیمی نمونه‌ها در منطقه خضراآباد

کج شدگی ترسیمی جامع	S1	S2	S3	S4	S5	S6
SKEWNESS(SK)	0/821	0/763	0/784	0/696	0/315	0/807
SKEWNESS	Very fine skewed	Very fine skewed	Very fine skewed	Very fine skewed	Very fine skewed	Very fine skewed

### 3-1-4- اندازه‌گیری کشیدگی یا نوک تیزی منحنی‌ها

کشیدگی<sup>2</sup> عبارت است از اندازه‌گیری نوک تیزی یا کشیدگی منحنی توزیع ذرات که از نسبت جورشدگی دنباله منحنی به جورشدگی قسمت وسط منحنی به دست آمده و با معادله (6) محاسبه می‌گردد. اگر قسمت وسط دارای جورشدگی بهتر باشد، منحنی کشیده‌تر و به نام لپتوکورتیک<sup>3</sup> و اگر دنباله دارای جورشدگی بهتر از قسمت وسط باشد، منحنی پهن‌تر و پلتی کورتیک<sup>4</sup> نامیده می‌شود.

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})} \quad \text{معادله (6)}$$

1-Graphic skewness = SKGInclusive

2-Kurtosis

3-Leptokurtic

4-Platykurtic

جدول 8. میزان کشیدگی ترسیمی جامع نمونه‌ها در منطقه خضراآباد

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
کشیدگی ترسیمی جامع	1/709	5/248	0/925	2/224	1/997	1/551
<i>Kirtosis</i> ( $k_G$ )						
<i>Kirtosis</i>	بسیار کشیده	بی نهایت کشیده	متوسط	بی نهایت کشیده	بسیار پهن	بسیار کشیده

### 2-3- اندازه‌گیری به روش لحظه‌ای<sup>1</sup>

برای محاسبه پارامترهای آماری، علاوه بر روش ترسیمی، می‌توان از روش لحظه‌ای نیز استفاده کرد. پارامترهای آماری که برای آنالیز اندازه‌ها به کار می‌رود، توسط معادله‌های (7) به دست می‌آید (مک بوراید، 1971):

جدول 9. پارامترهای اندازه‌گیری لحظه‌ای

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
$\bar{x}_a = \frac{\sum f m_m}{100}$	$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^2}{100}}$	$Sk_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^3}{100 \sigma_a^3}$	$K_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^4}{100 \sigma_a^4}$

جدول 10. تحلیل پارامترهای آماری به روش لحظه‌ای

روش‌های اندازه‌گیری دانه‌های رسوبی	پارامترهای آماری	S1	S2	S3	S4	S5	S6
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (mm)	MEAN	1904.9	2018.7	1666.3	2099.8	2273.5	1880.2
	SORTING	847.1	747.5	887.6	647.6	443.8	818.2
	SKEWNESS	-1.242	-1.607	-0.553	-1.890	-3.552	-1.093
	KURTOSIS	2.746	3.899	1.589	5.042	14.81	2.476
METHOD OF MOMENTS Geometric (mm)	MEAN	1445.2	1657.9	1231.9	1845.3	2119.9	1490.4
	SORTING	2.578	2.226	2.550	1.866	1.586	2.320
	SKEWNESS	-1.852	-2.447	-1.414	-3.074	-5.404	-1.929
	KURTOSIS	5.204	8.262	4.116	13.03	34.71	5.994
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (f)	MEAN	-0.531	-0.729	-0.301	-0.884	-1.084	-0.576
	SORTING	1.366	1.154	1.350	0.900	0.666	1.214
	SKEWNESS	1.852	2.447	1.414	3.074	5.404	1.929
	KURTOSIS	5.204	8.262	4.116	13.03	34.71	5.994

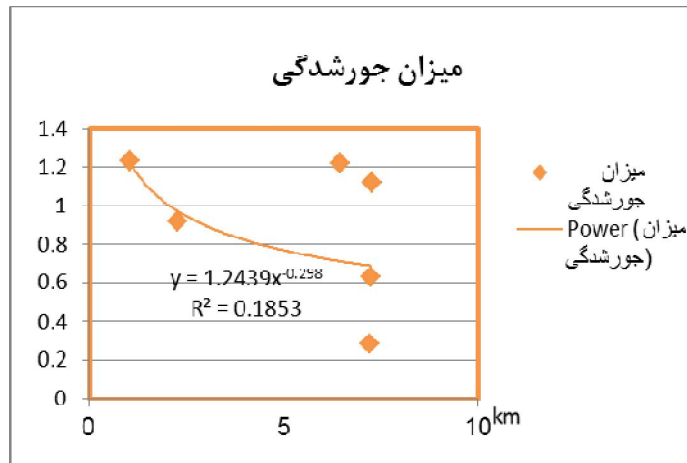


### 3-3- نسبت ماسه به گراول

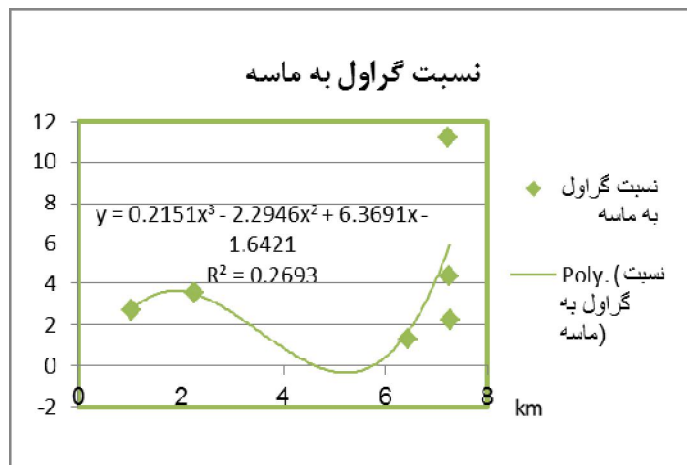
در حالت کلی، نسبت گراول به ماسه، یعنی میزان گراول در بستر رودخانه از بالا دست به طرف پایین دست کاهش می‌یابد. همان طور که جدول (5-18) مشاهده می‌کنید، نسبت گراول به ماسه دارای روند کاهشی است. در محل برداشت نمونه‌های 5، 4 و 2، درصد نسبت گراول به ماسه نسبت به سایر نمونه‌ها بیشتر است که این نشان دهنده افزایش ذرات دانه ریز از بالاست به طرف پایین دست حوضه (ارتفاع کم به زیاد) است. در جدول (13) افزایش ناگهانی نسبت گراول به ماسه در محل نمونه 5 با افزایش زیاد واریزه‌های واحد آذرین ائوسن، در اثر شیب زیاد در بالادست رودخانه است. تقریباً در تمام طول مسیر رودخانه خضراآباد نسبت فراوان گراول ماسه‌ای به دیگر رسوبات بیشتر است که نتیجه نوع سنگ شناسی، عرض کم کانال‌ها در بالادست و از طرفی ورود آبراهه‌های فرعی به کانال اصلی است. با توجه به مطالعات انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که روند تغییرات درصد وزنی ذرات در دو رده گراول و ماسه با یکدیگر متفاوت است. ذرات در اندازه گراول و ماسه، به دلیل نوسانات زیاد انرژی و افزایش عرض کانال روندی صعودی و نزولی دارد. به صورتی که در نمونه دوم گراول افزایش و بعد قسمت بالاتر حوضه نمونه سوم میزان گراول به 56/9 کاهش پیدا کرده و دوباره میزان آن به میزان 81/1 افزایش یافته است. شاید یکی از این دلایل، تغییر جنس یا اینکه به واسطه ورود مکرر سرشاخه‌های فرعی پر رسوب باشد.

جدول 13. نسبت ماسه به گراول (درصد)

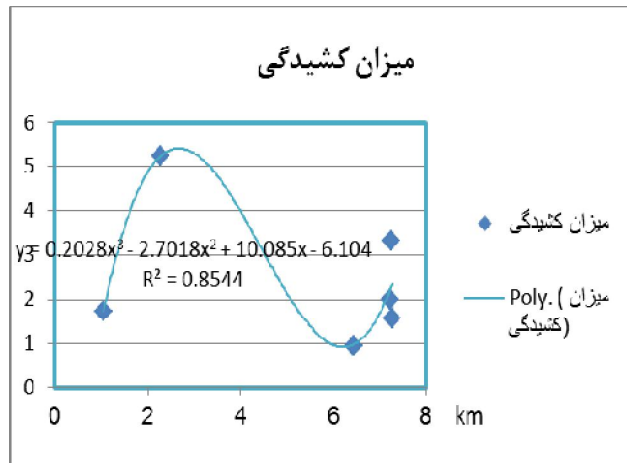
شماره نمونه	نوع رسوب	ارتفاع (متر)	نسبت گراول به ماسه (درصد)	گراول (درصد)	ماسه (درصد)
1	گراول ماسه‌ای	1599/8	2/731	73/2	27/8
2	گراول ماسه‌ای	1633	3/545	78/0	22/0
3	گراول ماسه‌ای	1875	1/320	56/9	43/1
4	گراول	1924	4/391	81/1	18/9
5	گراول	1958	11/195	91/8	8/2
6	گراول ماسه‌ای	1975	2/279	69/5	30/5



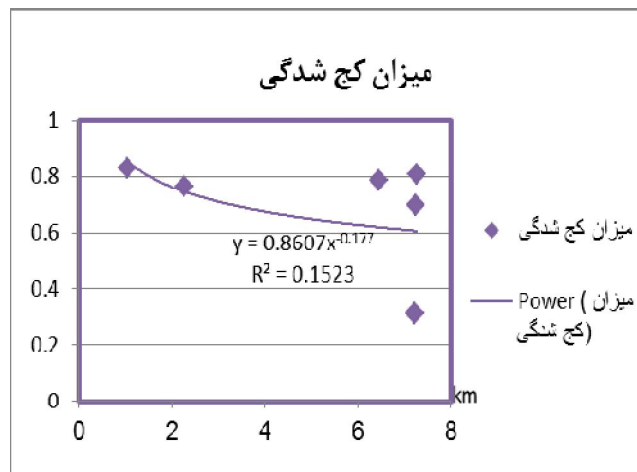
شکل 9. میزان جور شدگی.



شکل 10. نسبت گراول به ماسه.



شکل 11. میزان کشیدگی.



شکل 12. میزان کج شدگی.

جورشستگی و کشیدگی رسوبات بستر و حاشیه رودخانه از یکدیگر تبعیت می کنند. عمده نمونه ها دارای کج شدگی بسیار مثبت، کشیدگی بسیار زیاد و جور شدگی متوسط تا بد هستند. ادامه بررسی عوامل رسوب شناسی در سرشاخه ها با بستر گراول

ماسه‌ای نشان می‌دهد که رسوبات در این سرشاخه دارای جورشدگی بسیار خوب هستند.

### نتیجه‌گیری

رسوبات به عنوان یک داده در مطالعات محیطی و شرایط آن از مهم‌ترین شواهد و داده‌ها، به ویژه در بررسی شرایط گذشته محیطی، محسوب می‌شوند. بسیاری از شواهد دیگر مانند فسیل شناسی، گیاه شناسی و آثار زیستی به طور کلی، تکتونیک و حتی آثار تمدنی انسان با داده‌های رسوبی سنجدیده می‌شوند. به عبارت دیگر تاریخ واقعی زمین و شرایط آن در بطن رسوبات زمین نهفته است. رسوبات را از وجوه و نقطه نظرهای مختلفی مانند اندازه و قطر ذرات، نسبت دانه‌های تشکیل دهنده یک رسوب، جور شدگی و سرت‌شدگی دانه‌های رسوب، کشیدگی ذرات، گرد شدگی و یک سری پارامترهای آماری مانند میانگین، میانه، انحراف از معیار و... بررسی می‌کنند. هر کدام از این موارد بیانگر ژنز، خاستگاه و شرایط محیطی به وجود آورنده رسوبات هستند. در حوضه آبریز خضرآباد، شش نمونه رسوب در امتداد دره-رودخانه اصلی برداشت و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بررسی و آزمایش گرانولومتری نمونه‌های رسوبی بیانگر سه فرآیند غالب در تغییر ناهمواری‌ها و ایجاد این رسوب‌ها هستند. این فرآیندها به ترتیب اهمیت عبارتند از: فرآیندهای جریانی-رودخانه‌ای، فرآیندهای یخچالی و فرآیندهای تکتونیک. فرآیندهای جریانی خود در دو شکل متفاوت آرام و سیلابی عمل کرده‌اند. شناخت اثرات این فرآیندها بر حسب ویژگی‌های نمونه‌های رسوبات آزمایش شده مانند قطر ذرات، جور شدگی، سرت شدگی، کشیدگی و کج شدگی ذرات، بررسی پارامترهای آماری مانند میانگین، میانه، مد و انحراف معیار، نسبت دانه‌های رسوبی مانند نسبت گروال به ماسه انجام گرفت. در بررسی جور شدگی و سرت شدگی رسوبات، نتایج آزمایش حاکی از آن است که نمونه‌های ارتفاعات پایین دست (نمونه های 1 و 2 و 3) جور شدگی و سرت شدگی بهتری دارند. بنابراین در



پایین دست حوضه فرآیند جریانی غالب بوده است، اما در بخش‌های میانی و بالا دست حوضه این وضعیت کاملاً تغییر می‌کند. بررسی‌های دیگر مانند قطر ذرات، کشیدگی و گرد شدگی، انحراف معیار دانه‌ها، میانه و نسبت دانه‌های تشکیل دهنده رسوب حاکی از چند منشأ بودن آن‌ها دارد. بررسی این ویژگی‌ها بیشتر بر یخچالی بودن و در برخی از بخش‌ها مانند بخش‌های میانی حوضه بر تکتونیک بودن رسوب‌ها دلالت دارد، چرا که در این بخش‌ها کشیدگی، گرد شدگی و انحراف از معیار دانه‌ها بسیار بالا بوده و جریان‌های آبی نمی‌توانند چنین شرایطی را به وجود بیاورند.

به طور کلی بررسی رسوبات دره-رودخانه خضرآباد بیانگر چند خاصیت‌گامی بودن آن‌هاست. بدین معنی که در کواترنر، این منطقه تحت تاثیر نوسانات و تغییرات اقلیمی قرار داشته و البته فرآیندهای درونی زمین، تکتونیک، نیز در تغییر ناهمواری‌ها اثرگذار بوده است. همچنین بررسی پارامترهای آماری رسوبات، حاکی از نامتعادل بودن فرآیندهاست. در واقع، فرآیندهای کاتاستروفیکی در تغییرات منطقه و در بوجود آوردن رسوبات نقش بارزی ایفا کرده‌اند.

### منابع

آدینه، فاطمه، عطاء الله کاویان، قربان وهاب‌زاده، (1391)، اثر ویژگی‌های فیزیکی حوضه آبخیز بر خصوصیات رسوب شناسی و ریخت سنجی رسوبات بستر در جهت پایاب: مطالعه موردی از حوضه قلعه سر در استان مازندران، پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال بیست و هشتم، شماره پیاپی 48، شماره 3، صص 83-98.

امیراحمدی، ابوالقاسم، اکبر مقصودی، طیبه احمدی، (1390)، بررسی آثار یخچالی کواترنر و تاثیر آن بر عدم شکلگیری مدنیت و سکونت گاه مهم شهری در دشت آسپاس، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره 10، صص 61-80.

بقائی‌نیا، علیرضا، (1387)، بازسازی تغییرات اقلیمی دوره چهارم با استفاده از شواهد هیدروژئومورفولوژی در حوضه آبی فخرآباد (شیرکوه یزد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: مهرشاهی، داریوش، گروه جغرافیای دانشگاه یزد.

پورخسروانی، محسن، محمدحسین رامشت، عباسعلی ولی، محسن دهقانپور، طیبه محمودی، (1391)، بررسی عملکرد فرآیندهای یخچالی با استفاده از تحلیل آماری قطر سنگ‌های سرگردان (مطالعه موردی: روستای اسلامیة (فرشاه: شهرستان تفت)، مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره 3، ص 13-22.

خواجه، محمد، (1381)، بررسی رسوب شناسی، محیط رسوبی و رسوب‌زایی نهشته‌های کواترنر حوضه گرگانرود، رساله دکتری زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

طاحونی، پوران، (1383)، شواهد ژئومورفولوژیک فرسایش یخچالی پلیستوسن در ارتفاعات تالش، دانشگاه تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره 47، صص 31-55. عباسی، مرضیه، سادات فیض‌نیا، حمیدرضا عباسی، یونس کاظمی، احمد قرنجیک، (1390)، بررسی‌های دانه‌بندی و کانی شناسی رسوبات در منشایابی تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد 18، شماره 3، صفحه 441-451.

محمودی محمدآبادی، طیبه، محمد حسین رامشت، محمود لاجوردی، حسن لشکری، (1390)، ردیابی آثار یخچال‌های طبیعی (مطالعه موردی: یخچالی‌های طبیعی تیگرانی ماهان)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی اصفهان، شماره پیاپی 42، شماره 2، ص 59-78.

معیری، مسعود، محمد حسین رامشت، مسعود تقوایی، محمد مهدی تقی‌زاده، (1387)، مواریت یخچالی حوضه صفاشهر استان فارس، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، جلد 32، شماره 4، ص 109-130.

موسوی حرمی، رضا، اسدالله محبوبی، محمد غفوری، محمد خانه باد، (1382)،  
مطالعات رسوبشناسی و نرخ ریز شونددگی به طرف پایین دست حوضه آبریز بند  
گلستان، جنوب غربی مشهد، مجله علوم دانشگاه تهران، صص 87-117.

- AtleNesje, John A. Matthews, Svein Olaf Dahl, Mark S. Berrisford and Carin Andersson<sup>1</sup>, (2001). Holocene glacier fluctuations of Flatebreen and winter-precipitation changes in the Jostedalbreen region, western Norway, based on glaciolacustrine sediment records, The Holocene Research paper 11,3, pp. 267–280.
- Bateman, M. D. (2008). Luminescence dating of periglacial sediments and structures. *Boreas*, 37(4), 574-588.
- Fuchs, M., and Owen, L. A. (2008). Luminescence dating of hillslope deposits-A review. *Geomorphology* 109(1-2): 17-26.
- Gupta, A., Hock, L., Xiaojing, H., and Ping, C. (2002). Evaluation of part of the Mekong River using satellite imagery. *Geomorphology* 44, 221–239.
- Huntley, D. J., Godfrey-Smith, D. I., and Thewalt, M. L. W. (1985). Optical dating of sediments. *Nature*, 313(5998), 105-107.
- Jacobs, Z. (2008). Luminescence chronologies for coastal and marine sediments. *Boreas*, 37(4), 508-535.
- James, P. M., Syvitski, On THE Deposition of sediment within glacier influenced fjords: oceanographic controls, *Marine Geology*, 85 (1989) pp.301-329, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam -- Printed in The Netherlands.
- Moumani, Kh., Bateman, M. D., and Alexander, J. (2003). Sedimentology of the Late Quaternary WadiHasaMarl Formation of Central Jordan: a record of climate variability. *D. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 191, 221-242.
- Porat, N., Duller, G. A. T., Roberts, H. M., and Wintle, A. G. (2009). A simplified SAR protocol for TT-OSL. *Radiation Measurements*, 44(5-6), 538- 542
- Rittenour, T. M. (2008). Luminescence dating of fluvial deposits: applications to geomorphic, palaeoseismic and archaeological research. *Boreas*, 37(4), 613-635.
- Roberts HM, (2008). The development and application of luminescence dating to loess deposits: a perspective on the past, present and future. *Boreas*, 37(4), 483-507.
- Singhvi, A. K., and Porat, N. (2008). Impact of luminescence dating on geomorphological and palaeoclimate research in drylands. *Boreas*, 37(4), 536-558.

- Syvitski, James P.M. (1989). On THE Deposition of sediment within glacier influenced fjords: oceanographic controls, *Marine Geology*, 85, 301-329, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Printed in The Netherlands.
- Thrasher, I. M., Mauz, B., Chiverrell, R. C., and Lang, A. (2009). Luminescence dating of glaciofluvial deposits: A review. *Earth-Science Reviews*, 97(1-4), 133-146.
- Wintle, A. G. (2008). Luminescence dating: where it has been and where it is going. *Boreas*, 37, 471-482.
- Yarahmadi, M., EbrahimMoghimi, A., Servati, M. R., Kardavani, P. (2012). Geomorphologic Evidences of the Influence of Glacier Sediments in Lake Formation Case Study: the Formation of Gahar Lake, in Iran, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (2), 224-233. Available online at <http://www.irjabs.com>, ISSN 2251-838X .