

بررسی شرایط محیطی دیرینه کلوتهای تخم مرغی شکل دشت لوت با استفاده از دانه سنجی

عبدالحسین حاجی زاده^۲

زینب بیاتی صداقت^۴

مهران مقصودی^۱

محمد علی نظام محله^۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۸/۰۴

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۴/۱۳

چکیده

دشت لوت در جنوب شرقی کرمان و یکی از بیابانهای بزرگ جهان می باشد که از گرم ترین نقاط دنیا است. دانه سنجی رسوبات می تواند نشان دهنده ویژگی های فرایندهای پیشین و مورفولوژی اشکال ناهمواری باشد. کلوتهای دشت لوت دارای مورفولوژی بسیار جالب توجه و منحصر به فردی در ایران و جهان می باشند که شناخت ارتباط بین خصوصیات دانه سنجی آنها با شکل ناهمواری آن که مجموعه ای از تپه های مورب و یا رشته های کم و بیش موازی هستند می تواند اطلاعات مفیدی را نشان دهد. در این مطالعه دو نمونه یاردانگ یا کلوته از دشت لوت در شمال شرق شهر شهداد در شمال کلوته ها انتخاب و تعدادی نمونه رسوب از ارتفاع های مختلف آن مطابق با اصول نمونه برداری برداشت شد. نمونه های رسوب در آزمایشگاه با روش پیپت مورد اندازه گیری قرار گرفت. این روش اولین بار توسط نویسندگان در دانشکده جغرافیا طراحی و انجام شده است. در نمونه یاردانگ های مورد مطالعه مشخص شد که فرسایش آبی و بادی جزء فرایندهای غالب تشکیل دهنده اشکال یاردانگ های شمال دشت لوت می باشد. در این تحقیق آزمایش کلسیمتری، تعیین رنگ رسوبات انجام و پارامترهای آماری نظیر میانگین دانه ها، انحراف معیار، کورتوسیس و اسکینوس داده ها نیز محاسبه شده است، طبق نتایج حاصل از دانه سنجی و پارامترهای مربوط به آن نتیجه گرفته می شود که یاردانگ های بخش شمالی دشت لوت در تمامی ارتفاع این شکل ناهمواری عمدتاً دارای رسوبات گلی می باشد، همچنین نتایج میزان بیشتر رسوبات سیلتی را در ارتفاع های بالاتر این دو یاردانگ نشان داده است. این تحقیق نشان می دهد که مورفولوژی تخم مرغی یاردانگ های مورد مطالعه در ارتباط با رسوبات سیلتی بخش بالایی و رسوبات رسی بخش پایینی این اشکال ناهمواری می باشد. لازم به ذکر است که این مقاله از یک طرح تحقیقاتی گرفته شده و با حمایت مالی دانشکده جغرافیا- دانشگاه تهران به انجام رسیده است.

واژه های کلیدی: دشت لوت، یاردانگ، پیپت، کلسیمتری، شهداد، دانه سنجی

۱- دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، maghsoud@ut.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، hajizadeh6331@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، mnezammahalleh@ut.ac.ir

۴- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، sedaghatzeinab@yahoo.com

مقدمه

بررسی قرار می‌دهد و به تفسیر عوامل و پارامترهای مؤثر بر آن می‌پردازد. این منطقه هنوز برای بسیاری از محققین از نظر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و رسوب شناسی شناخته نشده است و بسیاری آن را از دریاچه‌های پلیوال دوره یخچالی می‌دانند.

مناطق بیابانی امروزه سهم قابل توجهی از سرزمین ایران را دربر گرفته است که به علت سوء مدیریت بر وسعت آن افزوده می‌گردد. یکی از این مناطق، منطقه بیابانی دشت لوت می‌باشد که اشکال ژئومورفولوژی زیادی در آن وجود دارد و هنوز به طور کامل و جامع مطالعه نشده‌اند که با مطالعه هرچه بیشتر این مناطق و آگاهی از فرایندها و فرم‌های آن می‌توان راهبردهای مدیریتی صحیح و کارآمدی جهت توسعه این مناطق ارائه داد. مسائل مربوط به چگونگی شکل‌گیری و تکامل عوارض ماسه‌ای در مناطق بیابانی توجه بسیاری از دانشمندان داخلی و خارجی را به خود معطوف کرده است. (Ling Yuquan, 1998: 169) طیف گسترده‌ای از اشکال عوارض ماسه‌ای که در مناطق بیابانی یافت می‌شوند، توسط ژئومورفولوژیست‌ها در طبقات متعددی تقسیم بندی شده‌اند. نوع این اشکال در هر منطقه‌ای به مقدار شن و ماسه و جهت غالب باد در طول سال وابسته می‌باشد. (Sauer mann et al, 2000:48) فرضیه‌های این تحقیق را می‌توان اینگونه برشمرد: (۱) فرسایش آبی و بادی جزء فرایندهای غالب تشکیل دهنده اشکال یاردانگ در دشت لوت می‌باشد (۲) فرض دوم این تحقیق این است که نیروی باد یکی از مهمترین عوامل تشکیل یاردانگ‌ها در این منطقه می‌باشد. (۳) روش اندازه‌گیری پیپت می‌تواند برای اندازه‌گیری رسوبات یاردانگ در این منطقه مناسب باشد. (۴) رابطه‌ای بین مورفومتری و ویژگی رسوبات وجود دارد. بنابراین فرضیات، اهداف تحقیق حاضر، بررسی ویژگی‌های رسوبات و مورفومتری اشکال یاردانگ در دشت لوت می‌باشد. همچنین به کارگیری روش آزمایشگاهی پیپت برای دانه سنجی ذرات گلی در یاردانگ‌های منطقه مورد مطالعه از اهداف دیگر این تحقیق می‌باشد.

کلمه لوت در فارسی به سرزمین برهنه، بدون آب و عاری از پوشش گیاهی گفته می‌شود. بیابان لوت براساس نظریه‌های محققین مختلف و متخصصین هواشناسی با روش‌های مختلف طبقه بندی شده است (علوی پناه، ۱۳۸۳). (محمودی، ۱۳۷۸: ۸۱) بادهای محلی و منطقه‌ای، حرارت زیاد، خشکی شدید و غیره را از عوامل تشکیل و گسترش بیابان لوت دانسته و نقش عوامل توأم آب و باد را در تشکیل پدیده‌های فرسایشی به نام کلوت یا یاردانگ مؤثر می‌دانند. یاردانگ کلمه‌ای ترکمنی است که نخستین بار برای بیابان تاکلامکان واقع در غرب چین به کار گرفته شد. (Dong, 2012:146)

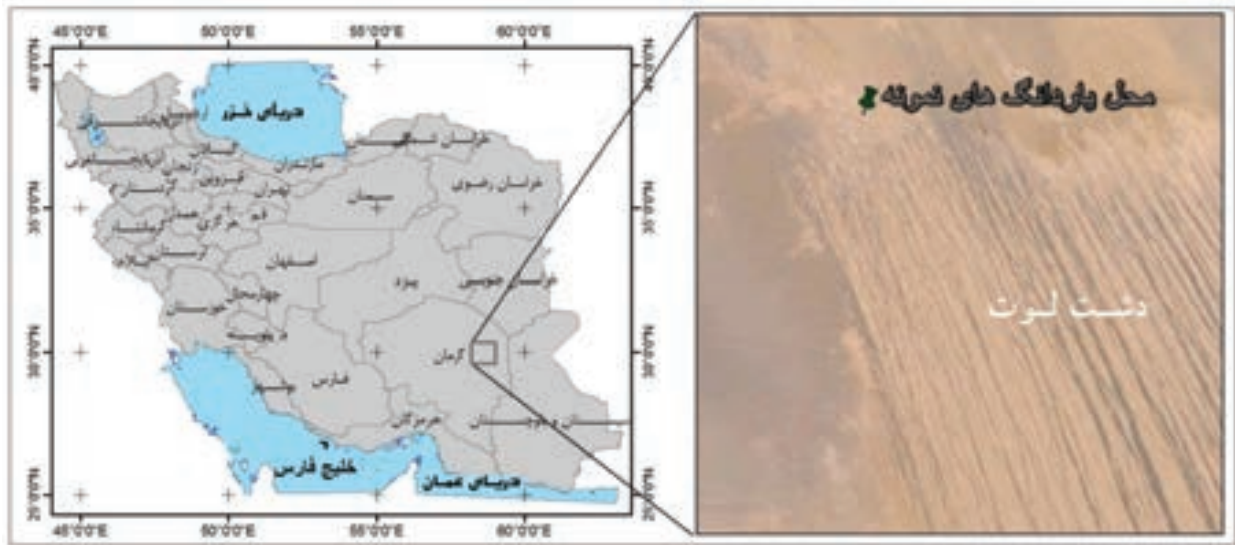
به عبارتی یاردانگ تپه‌ها یا پشته‌های کوتاه و بلندی است که در رسوبات ریزدانه‌ی جوان مانند رس و سیلت در اثر بادبردگی ذرات سست‌تر ایجاد می‌شود، یا کلوت اشکال عظیم فرسایش هیدروائولین با فرم‌های دوکی شکل بزرگ و کوچک هستند (معمد، ۱۳۵۳). در مورد لوت برخی از محققین معتقدند که از گرم‌ترین مناطق بیابانی ایران و جهان می‌باشد و شرایط بخش‌هایی از آن به گونه‌ای است که فاقد حیات نباتی و جانوری است (علوی پناه، ۱۳۸۳: ۵۷). مشخص‌ترین و متراکم‌ترین کلوت ایران در غرب لوت با وسعتی حدود ۱۰ هزار کیلومتر مربع دیده می‌شود (علایی طالقانی، ۱۳۸۴: ۲۸۶). متوسط طول آن ۱۲۰ کیلومتر و متوسط عرض آن ۸۰ کیلومتر می‌باشد. پایین‌ترین ارتفاع از سطح دریا در یاردانگ‌های لوت ۵۶ متر مربوط به بریدگی و چاله‌ها در شرق، و بلندترین ارتفاع از سطح دریا ۳۹۹ متر مربوط به قله‌ی پشته‌ای در جنوب شرق آن است (مشهدی و همکاران، ۱۳۸۱: ۲۷). کلوت‌های بخش غربی یکی از چشم اندازهای طبیعی برجسته دشت لوت و درعین حال یکی از برجسته‌ترین اشکال پیکر آب و هوایی حداقل در نوع خود در دنیا به شمار می‌رود (علایی طالقانی به نقل از مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲). این مقاله با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی دانه سنجی، کلسیمتری و نمونه برداری از دو ترانشه قسمت شمالی کلوت‌های دشت لوت، وضعیت دانه سنجی آن را مورد

ایران و در ارتفاعات زاگرس و میمندی نژاد در سال ۱۳۴۸ در گروه مطالعات شرکوفسکی و همکاران در منطقه انارک و کوههای جنوب شرقی نیز مرطوب تر بودن این مناطق در گذشته را یادآور شدند (مقیمی، ۱۳۹۲: ۱۵۹). در مورد لوت، با توجه به وجود کلوتهای و اجتماع تپه‌های ماسه‌ای، می‌توان اظهار نمود این حوضه در گذشته دور (اواخر پلیوستوسن) آب و هوای بسیار خشک و توفانی داشته و قدرت باد در آن زمان به حدی بوده است که توده‌های عظیمی از ماسه و لیمون را به حرکت درمی‌آورده و آنها را مجتمع می‌ساخته ولی اکنون باد قدرت سابق را ندارد (مقیمی ۱۳۹۲: ۲۳۸).

دونگ و همکاران (۲۰۱۲: ۱۵۰) عوامل کنترل کننده مورفولوژی یاردانگ را ناشی از عوامل خصوصیات رسوبات، فرسایش بادی، و آبی می‌دانند؛ که ویژگی رسوبات در یاردانگ‌های متوسط در ماسه‌ها و رس‌های نرم دریاچه‌ای سیمانی شده کوتاه‌تر می‌باشد. یاردانگ‌های دشت لوت از نوع متوسط هستند و فرسایش بادی می‌تواند از طریق سایش با ذرات جهشی، سایش با ذرات معلق و کاوش بادی و جریان برگشتی گردبادی مورفولوژی یاردانگ‌ها را شکل دهد. طبق نظر دونگ یاردانگ‌ها در سه مرحله جنینی، نوجوانی، جوانی و بزرگسالی تقسیم می‌شود و همچنین طبق دسته‌بندی سبیه (۲۰۱۱: ۴۷۵) یاردانگ‌های متوسط، اشکال بادساخته هستند. سبیه (۲۰۱۱: ۴۷۶) عوامل کنترل کننده یاردانگ‌ها را چهار مورد می‌داند که عبارتند از: رژیم بادی مانند جهت و قدرت باد، خشکی اقلیم، مواد همجنس، گسل‌ها و شکستگی‌ها. همچنین الدوساری (۲۰۱۱: ۱۰۱) (۲۰۰۸) تکامل یاردانگ‌ها را به دو دسته عوامل داخلی مانند ویژگی بادی و اقلیمی و عوامل خارجی نظیر لیتولوژی و ساختمانی نسبت داده است. طبق نظریه الدوساری (۲۰۰۳: ۲۰۰۸) رسوبات یاردانگ‌ها نسبت به دالان‌های اطراف دارای مواد سیمانی بیشتری هستند. از سایر تحقیقاتی که در مورد دشت‌های ایران مرکزی و پلایای ایران انجام شده است می‌توان به گزارش‌های مفصل کرینسلی (۱۹۷۰)، بوبک (۱۹۵۹) با استفاده از عملیات میدانی و عکس‌های هوایی

چنانچه بخواهیم به پیشینه‌ی مطالعات انجام شده پردازیم باید گفت: دونگ و همکاران منشاء و ژئومورفولوژی یاردانگ‌ها را در بیابان کمتاق^۱ در مکانی بنام پارک یاردانگ در شمال غرب چین مطالعه نمودند. احسانی (۲۰۰۸) برای شناسایی و طبقه بندی یاردانگ‌ها و کوریدورهای بیابان لوت از رویکرد نقشه خود سامانده با الگوریتمی از شبکه عصبی مصنوعی و داده‌های SRTM استفاده کرد. او لوت را قطب حرارتی سیاره زمین معرفی می‌کند. بطور متوسط ۸۰ متر بلندی و ۱۲۰ کیلومتر درازا دارند و در جهت شمال غربی-جنوب شرقی یعنی در امتداد بادهای ۱۲۰ روزه کشیده شده‌اند. جنس بخش‌های لوت در اطراف گسل نای بند از بازالت‌های کوتاه‌تری و در اطراف کمربند رورانده شهداد از مارن‌های لایه بندی شده شامل گچ، ماسه سنگ و کنگلومرا می‌باشد. سبیه^۲ و همکاران (۲۰۱۱: ۴۷۱) یاردانگ‌های عظیم (مگا یاردانگ) مجاور یخچالی پلیستوسن را در اقلیم‌های سرد اروپا مورد بررسی قرار دادند. الدوساری^۳ و همکاران (۲۰۰۸: ۹۴) منشاء و ویژگی یاردانگ‌ها را در کویت بررسی نمودند. گوتلرز الورزا^۴ و همکاران (۲۰۰۱: ۱۵۶) در منطقه نیمه خشک در چاله ابرو^۵ در اسپانیا بطور نظری نحوه تکامل و تعیین سن یاردانگ‌ها را با روش محرک لومیناسنس مادون قرمز^۶ مورد مطالعه قرار دادند. علاوه بر مطالعه تعیین سن یاردانگ‌ها با روش IRSL، منشا آنها نیز با استفاده از مطالعه رسوبات بررسی شده است (دونگ و همکاران ۲۰۱۲: ۱۴۷)، (الدوساری ۲۰۰۸: ۹۶). معتمد در سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۰، منطقه لوت را از منظر رسوب وجود حفره‌های وسیع دره‌های آبرفتی و پرشدن آنها توسط ماسه‌های امروزی بررسی کرد و اظهار داشت که در گذشته این مناطق مرطوب‌تر بوده‌اند. کرینسلی در سال ۱۹۷۰ با مشاهدات خود در دشت کویر و عده‌ای از محققین در غرب

- 1- kumtagh
- 2- sebe
- 3- al dousari
- 4- Gutierrez elorza
- 5- Ebro
- 6- IRSL, infrared simulator luminance



نگاره ۱: منطقه مورد مطالعه



ترانشه شماره ۲



ترانشه شماره ۱

نگاره ۲ - الف: ترانشه‌های نمونه برداری شده



نگاره ۲-ب: کلوت‌های مورد مطالعه

شیکر، آزمایش پیپت، کلسیمتر و کتابچه رنگ مانسل اقدام به تجزیه تحلیل نمونه‌ها نمود. در این تحقیق جهت آزمایش بر روی نمونه‌ها از مواد اسید کلریدریک، کالگون، آب مقطر استفاده گردید و نتایج دانه سنجی در فرم زیر وارد شد.

آزمایش کلسیمتر برنارد

کربنات کلسیم یکی از مهمترین اجزای تشکیل دهنده رسوبات و خاک‌ها است. کربنات کلسیم اغلب به همراه مواد دیگر به ویژه رس و دیگر ذرات آواری و گاهی به حالت ترکیب با منیزیم (دولومیت) دیده می‌شود. در تمام روش‌های کربنات سنجی کربنات کلسیم کل سنجیده می‌شود. یکی از این روش‌ها، روش حجمی برنارد می‌باشد. در روش برنارد از تجهیزاتی شامل دستگاه کلسیمتر برنارد، رسوب، اسیدکلریدریک، ارلن استفاده می‌شود. دستگاه کلسیمتر برنارد دستگاهی است که واکنش اسید و کربنات را در یک محیط بسته انجام می‌دهد به نحوی که حجم گاز متصاعد شده موجب جابجا شدن آب در استوانه‌ی مدرجی می‌گردد و حجم CO_2 حاصل از واکنش اسید کلریدریک با کربنات کلسیم را محاسبه می‌کند. با توجه به اینکه حجم گاز متصاعد شده نسبت مستقیم با مقدار کربنات کلسیم نمونه دارد می‌تواند معیار کلسیمتری قرار گیرد. با توجه به اینکه یک مولکول گرم CO_2 ، ۲۲۴۰۰ سانتیمتر مکعب حجم دارد؛ با محاسبه حجم گاز آزاد شده (۷ سانتی متر مکعب) درصد کربنات کلسیم از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$CaCO_3\% = \frac{V}{224} \times 100 \quad (\text{خدابخش، ۱۳۹۲: ۱۳۰})$$

روش دانه‌سنجی پیپت

دانه‌های در اندازه‌ی رس و سیلت به دلیل نیروی چسبندگی زیاد و کلوخه شدن به روش‌های خاص اندازه‌گیری می‌شود. این روش‌ها عبارتند از هیدرومتری، پیپت، تخلیه، سانتریفوژ، دانه سنجی نوری و لیزری. ذرات دانه ریز در حد سیلت و رس در این مقاله با

با محوریت بررسی مسائل ژئومورفولوژیکی و توپوگرافی منطقه، اشاره کرد.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه این تحقیق بخشی از دشت لوت در شمال شرق شهر شهداد در شمال کلوته‌ها می‌باشد. این منطقه دارای اقلیمی خشک و بیابانی و دارای اشکال ژئومورفولوژیکی عمده‌ای است که اکثراً تحت تأثیر بادهای با جهت شمال غرب- جنوب شرق و با سرعت ۶ متر در ثانیه می‌باشد. بارش متوسط کمتر از ۱۰ میلیمتر است و دمای هوا بین ۱۱ تا ۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و طبق بعضی تحقیقات این منطقه به عنوان گرم‌ترین نقطه کره زمین شناخته می‌شود (Ehsani et al, 2008:3285).

از نظر زمین‌شناسی این منطقه دارای کمربندی رورانده و چین خوردگی می‌باشد و عمدتاً از رسوبات واریزه‌ای تبخیری نئوژن و از جنس مارن گچی و کنگلومرا تشکیل شده است (Mohajjel, 2009: 148). حجم کلوته‌ها ۲۲۰ کیلومتر مکعب و جرم کلوته‌ها برابر $10^9 \times 375$ تن (۳۷۵ میلیارد تن) در محدوده منطقه مورد مطالعه با مساحت کل حدود ۶۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. محیط منطقه مورد مطالعه ۳۴۰ کیلومتر و مساحت خود کلوته‌ها ۴۶۰۰ و مساحت دالان‌های بین کلوته‌ها ۱۶۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. میزان فشار وارد بر سطح منطقه از طرف کلوته‌ها برابر است با $10^5 \times 8/2$ پاسکال. این برآوردها می‌تواند در اندازه‌گیری زمان‌های لازم برای تغییرات سطح یاردانگ و نیز برای اندازه‌گیری میزان جابجایی‌های تقریبی سالانه مفید باشد. کلاً یاردانگ‌هایی که ما بر روی آن کار کردیم به یاردانگ‌های تخم مرغی شکل معروف هستند. (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲)

مواد و روش‌ها

مطالعات میدانی و برداشت نمونه از دو ترانشه، از لایه‌هایی که در ابتدا تمایز قابل ملاحظه‌ای داشتند نمونه‌هایی به وزن ۱۰۰ گرم برداشت شد. سپس با استفاده از تجهیزات

جدول ۱: وزن نمونه‌های ترانسه شماره یک

وزن نمونه‌ها (گرم)															قطر (میکرون)	فی phi	شماره مرحله
۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	شماره نمونه		
۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۲	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۴	۶۲/۵	۴	۱
۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۳	۴۴/۱۹	۴/۵	۲
۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۳۱/۲۵	۵	۳
۰/۲۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۱۴	۲۲/۱	۵/۵	۴
۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۳	۱۵/۶۳	۶	۵
۰/۲	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۳	۷/۸۱	۷	۶
۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۲	۳/۹۱	۸	۷
۰/۱۲	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۱	۱/۹۵	۹	۸
۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۹۸	۱۰	۹
۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۴۹	۱۱	۱۰
۱۵	۱۴/۱	۱۳	۱۲/۲	۱۱	۱۰/۲	۹/۱	۸	۴/۲	۳/۷	۳/۳	۳/۱	۲/۳	۱/۸۵	۱	ارتفاع (متر)		
۰/۱۷۸	۰/۱۳۳	۰/۱۶۸	۰/۱۲۲	۰/۱۵۴	۰/۱۲۸	۰/۱۷	۰/۱۶۶	۰/۱۶	۰/۱۵۳	۰/۱۴۶	۰/۱۰۶	۰/۰۷۲	۰/۱۱۱	۰/۱۱۸	میانگین وزن		
۰/۰۵۴	۰/۰۶۳	۰/۰۵۸	۰/۰۶	۰/۰۵۲	۰/۰۴۵	۰/۰۵۲	۰/۰۵۸	۰/۰۵۴	۰/۰۴	۰/۰۶۵	۰/۰۶۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۳	انحراف معیار		
-۰/۸۷	-۰/۸۱	-۰/۴۰	۰/۰۹	-۰/۶۶	-۰/۲۰	-۰/۷۳	۰/۰۱	-۰/۳۶	-۰/۷۸	-۰/۲۱	۰/۵۵	۰/۷۳	۰/۱۵	-۰/۲۶	کج‌شدگی		
-۱/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۵۳	-۰/۶۳	-۰/۱۴	-۰/۷۸	-۰/۱۳	-۰/۰۸	-۰/۷۵	-۰/۴۴	-۰/۹۳	-۰/۶۶	۰/۹۷	-۰/۹۵	۰/۵۰	کشیدگی		
۵۳	۳۷	۴۴	۱۶	۲۵	۴۰	۱۰	۴۱	۵۰	۳۶	۱۴	۳۴	۳۲	۱۷	۳۰	درصد کرنبات کلسیم		

استوکس است. در روش پیت ابتدا مقداری رسوب خشک شده و عبور داده شده از الک ۶۲/۵ میکرون را با دقت ۰/۰۱ گرم وزن می‌کنند سپس ۱۰ گرم از رسوب در استوانه مدرج ریخته می‌شود آنگاه ماده پراکنده‌ساز (کالگون یا هگزامتافسفات) به آن اضافه می‌شود و حجم استوانه با آب مقطر به یک لیتر رسانده می‌شود. سپس با میل همزن، مخلوط شده و آنگاه طبق زمان‌های مشخص مقادیر مشخصی از محلول برداشت و وارد بشر می‌گردد و بعد از خشک شدن وزن آن اندازه‌گیری می‌گردد.

استفاده از هگزامتافسفات سدیم^۱ برای خاک‌های قلیایی و سلیکات سدیم^۲ برای خاک‌های اسیدی به کار برده

استفاده از روش پیت اندازه‌گیری شده است. در روش پیت، از روی سرعت سقوط ذره طبق قانون استوکس اندازه آن ذره محاسبه می‌شود. در آزمایش پیت به کار رفته در این تحقیق به مواد و تجهیزاتی نظیر آکواریوم، هود، آب مقطر، ترازو با دقت ۰/۰۱، استوانه‌های مدرج و بشر، نیاز است. اساس کار آزمایش پیت متحرک اختلاف سرعت سقوط ذرات در یک ماده‌ی سیال است. ذرات هر قدر درشت‌تر باشند سریع‌تر سقوط می‌کنند. رابطه‌ی ارائه شده توسط استوکس برای تعیین قطر ذرات در حد گل به صورت ذیل است:

$$D = \sqrt{\frac{V}{C}}$$

که در آن V سرعت سقوط ذرات برحسب سانتی‌متر بر ثانیه و D قطر ذرات برحسب سانتیمتر و C ثابت قانون

1- (NaPO4)6

2- NaSiO3

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ()
 بررسی شرایط محیطی دیرینه کلوتهای تخم مرغی ... / ۵۷

جدول ۲: وزن نمونه‌های ترانسه شماره دو

وزن نمونه‌ها (گرم)									قطر (میکرون)	فی (phi)	شماره مرحله
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	شماره فرم		
٪۱۹	٪۲۸	٪۱۵	٪۲۵	٪۱۴	٪۱۳	٪۱۹	٪۲۴	٪۱۲	۶۲/۵	۴	۱
٪۲۱	٪۲۵	٪۲۸	٪۱۶	٪۱۵	٪۱۳	٪۱۷	٪۲۰	٪۱۶	۴۴/۱۹	۴/۵	۲
٪۱۳	٪۱۴	٪۲۰	٪۱۶	٪۱۴	٪۱۳	٪۱۸	٪۱۸	٪۱۳	۳۱/۲۵	۵	۳
٪۱۳	٪۱۱	٪۹	٪۱۰	٪۱۳	٪۱۲	٪۱۳	٪۱۰	٪۲۰	۲۲/۱	۵/۵	۴
٪۱۲	٪۵	٪۷	٪۹	٪۱۴	٪۱۳	٪۱۲	٪۵	٪۱۱	۱۵/۶۳	۶	۵
٪۷	٪۶	٪۷	٪۶	٪۱۰	٪۱۱	٪۶	٪۶	٪۱۰	۷/۸۱	۷	۶
٪۵	٪۶	٪۴	٪۵	٪۶	٪۸	٪۵	٪۴	٪۷	۳/۹۱	۸	۷
٪۴	٪۲	٪۴	٪۵	٪۶	٪۷	٪۳	٪۴	٪۵	۱/۹۵	۹	۸
٪۴	٪۲	٪۲	٪۱	٪۴	٪۶	٪۳	٪۲	٪۳	۰/۹۸	۱۰	۹
٪۴	٪۲	٪۴	٪۶	٪۴	٪۴	٪۴	٪۸	٪۵	۰/۴۹	۱۱	۱۰
۵	۴/۸	۴/۳	۴/۱	۳/۶	۳/۴۵	۲/۳۵	۳/۲۵	۲/۵	ارتفاع نمونه		
۱/۰۲	۰/۶۴	۰/۴۶۱	۰/۸	۱/۵۵	۱/۸	۱/۰۵	۰/۸۴	۱/۹۷	میانگین وزن		
۰/۰۶۲	۰/۰۹۷	۰/۰۸۴	۰/۰۷۱	۰/۰۴۶	۰/۰۳۴	۰/۰۶۷	۰/۰۷۸	۰/۰۵۳	انحراف معیار		
۰/۵۹۱	۱/۱۲۹	۱/۳۹۲	۱/۰۸۰	-۰/۲۷۹	-۰/۶۵۳	۰/۲۳۲	۰/۸۸۶	۰/۴۶۲	کج شدگی		
-۱/۰۳۲	۰/۰۴۲	۱/۱۸۷	۰/۷۸۷	-۱/۹۱۳	-۱/۴۴۶	-۱/۹۷۸	-۰/۸۲۶	-۰/۴۲۷	کشیدگی		
۲۲	۴۴	۴۶	۵۹	۴۶	۳۸	۴۶	۴۴	۵۸	درصد کربنات کلسیم		

جدول ۳: درصد وزن رسوبات گلی ترانسه شماره ۱

s15	s14	s13	s12	s11	s10	s9	s8	s7	s6	s5	s4	s3	s2	s1	اندازه سیلت
٪۲۵	٪۲۶	٪۲۷	٪۳۳	٪۲۵	٪۲۷	٪۲۴	٪۲۸	٪۲۴	٪۲۵	٪۲۹	٪۳۶	٪۴۲	٪۳۰	٪۲۳	سیلت بسیار درشت
٪۲۵	٪۲۶	٪۲۶	٪۲۷	٪۲۷	٪۲۶	٪۲۶	٪۲۵	٪۲۷	٪۲۴	٪۲۸	٪۲۹	٪۲۵	٪۳۰	٪۲۵	سیلت درشت
٪۱۱	٪۱۳	٪۱۲	٪۱۱	٪۱۲	٪۱۳	٪۱۲	٪۱۲	٪۱۳	٪۱۱	٪۱۲	٪۸	٪۷	٪۱۱	٪۱۱	سیلت متوسط
٪۱۱	٪۱۲	٪۱۱	٪۸	٪۱۰	٪۹	٪۱۱	٪۱۰	٪۱۱	٪۱۰	٪۹	٪۷	٪۶	٪۸	٪۱۱	سیلت ریز
٪۱۱	٪۱۰	٪۸	٪۷	٪۹	٪۷	٪۹	٪۸	٪۷	٪۹	٪۷	٪۶	٪۳	٪۶	٪۱۰	سیلت بسیار ریز
٪۱۷	٪۱۴	٪۱۷	٪۱۳	٪۱۷	٪۱۸	٪۱۸	٪۱۷	٪۱۸	٪۲۰	٪۱۴	٪۱۴	٪۱۸	٪۱۵	٪۲۰	رس

تعیین رنگ رسوبات

می‌شود.

باید توجه داشت بیشتر خاک‌های رسی قلیایی هستند و وجود نمک‌ها و ناخالصی‌ها دیگر ممکن است خاصیت اسیدی ایجاد کند. (خدا بخش، ۱۳۹۲: ۱۲۰)

از کتابچه رنگ مانسل که دارای سه قسمت: Hue (رنگ‌های اصلی)، Value (روشنی و تاریکی) و Chroma (شدت رنگ) می‌باشد برای مشخص نمودن رنگ رسوبات

جدول ۴: درصد وزن رسوبات گلی ترانشه شماره ۲

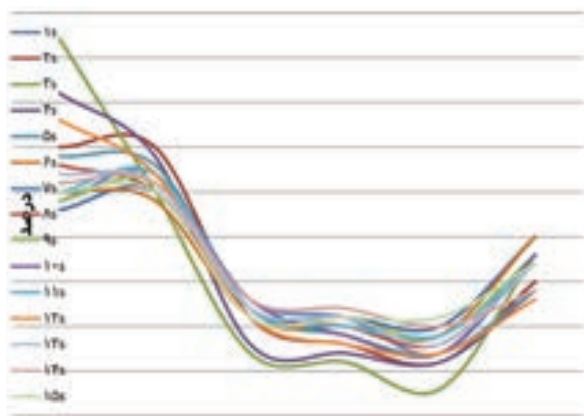
s9	s8	s7	s6	s5	s4	s3	s2	s1	اندازه سیلت
39%	53%	44%	41%	30%	26%	36%	44%	27%	سیلت بسیار درشت
25%	25%	28%	26%	27%	25%	31%	27%	32%	سیلت درشت
12%	5%	7%	9%	14%	13%	12%	5%	11%	سیلت متوسط
7%	6%	7%	6%	10%	11%	6%	6%	10%	سیلت ریز
5%	6%	4%	5%	6%	8%	5%	4%	7%	سیلت بسیار ریز
12%	5%	11%	13%	14%	17%	10%	14%	13%	رس

جدول ۵: درصد وزن رسوبات در اندازه و ارتفاع مختلف

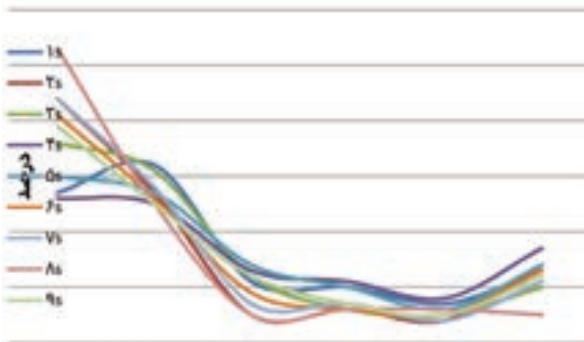
شماره نمونه	ارتفاع (متر)	phi									
		۴	۴,۵	۵	۵,۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
اندازه میکرون		۶۲,۵	۴۴,۲	۳۱,۳	۲۲,۱	۱۵,۶	۷,۸۱	۳,۹۱	۱,۹۵	۰,۹۸	۰,۴۹
۱	۱,۰۰										
2	1.85										
3	2.30										
4	3.10										
5	3.30										
6	3.70										
7	4.20										
8	8.00										
9	9.10										
10	10.20										
11	11.00										
12	12.20										
13	13.00										
14	14.10										
15	15.00										
21	2.50										
22	3.25										
23	2.35										
24	3.45										
25	3.60										
26	4.10										
27	4.30										
28	4.80										
29	5.00										

شده است. در سایر نمونه‌ها کج‌شدگی منفی و نمودار آن به سمپ چپ کشیده می‌باشد.

نتایج جداول ۳ و ۴ به صورت نمودار در نگاره ۳ آورده شده است. در این نمودار حرف S نمایانگر نمونه برداشت شده می‌باشد. درصد ذرات در هر دو ترانسه تقریباً به صورت نزولی از سیلت درشت دانه به سیلت متوسط تغییر می‌یابد سپس با تغییر کمتری به سیلت بسیار ریز نزدیک می‌شود و بعد از آن مقدار رس زیاد می‌شود. به عبارت دیگر درصد سیلت متوسط کمترین مقدار و سیلت درشت دانه دارای بیشترین مقدار می‌باشد. به طور کلی درصد ذرات از سیلت درشت دانه به سمت رس کمتر می‌گردد.



نگاره ۳- الف: درصد وزن رسوبات گلی ترانسه ۱



نگاره ۳- ب: درصد وزن رسوبات گلی ترانسه ۲

در جدول شماره ۵ ترانسه شماره ۱ دارای ۱۵ نمونه از شماره ۱ تا ۱۵ و ترانسه شماره ۲ از شماره ۲۱ تا شماره ۲۹ است. در این جدول سایر رسوبات به دو واحد فی

استفاده شده است نمونه‌ای از کتابچه رنگ مانسل در زیر آورده شده است.

نتایج

نتایج دانه سنجی رسوبات حاصل از آزمایش‌ها در جدول زیر آورده شده است. در جداول زیر وزن نمونه‌های مختلف با فی متغیر محاسبه شده و از نتایج آنها، میانگین دانه‌ها، انحراف معیار، کورتوسیس و اسکینوس داده‌ها محاسبه شده است. همچنین با استفاده از آزمایش کلسیمتری، درصد آهک هر نمونه محاسبه و در جداول زیر آورده شده است. در جداول شماره (۱) و (۲) وزن هر یک از نمونه‌های ترانسه شماره ۱ و ۲ در مقیاس‌های فی و میکرون و همچنین ارتفاع نمونه‌ها نسبت به کف یاردانگ‌ها به متر آورده شده است. در این جداول درصد کربنات کلسیم هر نمونه مورد آزمایش قرار گرفت و پارامترهای کشیدگی، کج‌شدگی، انحراف معیار و میانگین وزن در این جداول آورده شده است. معیار کشیدگی مشخص می‌کند که قله چقدر تیز یا پهن است. کشیدگی بالا یعنی قله تیز، کشیدگی پایین یعنی قله صاف است. توزیع‌ها را از لحاظ کشیدگی به سه نوع می‌توان تقسیم نمود: (۱) مزوکورتیک (۲) لیتوکورتیک (۳) پلیتی کورتیک. در توزیع نرمال استاندارد ضریب کشیدگی برابر با صفر است. هرگاه در توزیعی ضریب کشیدگی مثبت باشد کشیدگی آن از توزیع نرمال استاندارد بیشتر است. به عبارت دیگر داده‌ها لپتوکراتیک یا مهمیزگونه است در ترانسه شماره یک نمونه ۱ و در ترانسه شماره ۲ نمونه‌های ۶، ۷ و ۸ دارای کشیدگی مثبت و سایر نمونه منفی می‌باشند. همانطور که از داده‌های ضریب کشیدگی مشاهده می‌شود اکثر نمونه‌ها دارای مقدار بیشتر از ۰/۱ می‌باشند به عبارتی کشیدگی توزیع داده شده به طرز چشمگیری از توزیع نرمال استاندارد کمتر است.

نمونه‌های ۲، ۳، ۴، ۸، ۱۲ در ترانسه ۱ دارای کج‌شدگی مثبت و در ترانسه ۲ نمونه‌های ۶، ۷ و ۸ دارای کج‌شدگی مثبت می‌باشند. به عبارتی کج‌شدگی به سمت راست کشیده

را در نمونه‌های ترانسه شماره یک دارد. جورشدگی تمام لایه‌های دو ترانسه بسیار خوب و لایه‌های پایین و بالایی دارای درصد رس بیشتری نسبت به سیلت هستند. در ترانسه یک از لایه‌های میانی به بالا کشیدگی منفی است ولی در ترانسه دو لایه‌های وسطی دارای کشیدگی منفی هستند. تمام لایه‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ درصد آهک دارند و رنگ اکثر آنها قهوه‌ای و خاکستری می‌باشد. که رنگ قهوه‌ای می‌تواند نشان دهنده وجود اکسید آهن و هیدروکسید می‌باشند. کج شدگی مثبت به علت وجود مقادیر زیادی مواد معلق، از قبیل سیلت و رس است که پس از رسوبگذاری مقداری از این ذرات در داخل رسوبات باقی مانده است. رسوباتی که مقادیر زیادی ذرات دانه درشت را با خود حمل می‌کنند ممکن است دارای کج شدگی منفی باشند. رسوبات تپه‌های ماسه‌ای حاوی ذرات ماسه‌ای ریزتر از رسوبات ساحلی است و کج شدگی آنها مثبت می‌باشد که این مثبت بودن در اثر حرکت ذرات دانه ریز بوسیله باد و بر جای ماندن ذرات دانه درشتی است که باد قادر به حرکت آنها نبوده است. کج شدگی مثبت در تپه‌های ماسه‌ای به علت وجود ذرات دانه درشت باقی مانده است (موسوی حرمی، ۱۳۸۰).

و میکرون آورده شده است. مستطیل‌های پرنرنگ نشان دهنده وزن رسوبات گلی می‌باشد. در نمونه شماره ۱ که از ارتفاع یک متری برداشت شد بیشترین درصد رسوبات که حدود ۰/۱۵ گرم می‌باشد بین ۴/۵ تا ۵ فی (۳۱/۲۵-۴۴/۱۹) میکرون قرار دارد. در ستون سوم ارتفاع نمونه‌های اندازه گیری شده از کف یاردانگ به متر آورده شده است.

در ترانسه شماره یک بیشترین وزن مربوط به نمونه شماره ۸ که از ارتفاع ۸ متری می‌باشد که حدود ۰/۲۶ گرم با فی کمتر از ۴ (بزرگتر از ۰/۶۲ میکرون) است. در ترانسه شماره یک همچنین کمترین وزن اندازه گیری شده متعلق به نمونه شماره ۳ در ارتفاع ۲/۵ متری از کف می‌باشد که حدود ۰/۰۲ گرم بوده و اندازه ذرات آن بین ۸ تا ۹ فی است. لازم به ذکر است که این مقدار از ۱۰ گرم آزمایش شده (روش پیپت) ۰/۷۲ گرم در نمونه شماره ۳ کوچکتر از ۱۱ فی می‌باشد که یک درصد از این مقدار متعلق به اندازه رسوبات ۸ تا ۹ فی می‌باشد (۰/۰۲ گرم).

در ترانسه شماره ۲ بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۲۷ در ارتفاع ۱/۳۰ متری و در قطر بین ۴ تا ۴/۵ فی با وزن ۰/۲۸ گرم می‌باشد. در ترانسه شماره ۲ کمترین مقدار مربوط به تراشه شماره ۲۶ در ارتفاع ۴/۱ متری با وزن ۰/۰۱ گرم می‌باشد که در محدوده ۹ تا ۱۰ قرار دارد. به طور کلی در هر دو ترانسه وزن بیشتر نمونه متعلق به سیلت می‌باشد به عبارتی رسوبات رسی درصد کمتری را به خود اختصاص داده است. طبق نمودار شماره ۵ مشاهده می‌شود در ترانسه شماره ۲ اندازه بزرگتر از ۶ فی به طور واضحی کاهش پیدا می‌کند در ترانسه شماره ۱ از ارتفاع ۳/۵ متری یاردانگ تا ارتفاع ۱۵ متری در مجموع بیشترین وزن رسوبات اندازه گیری شد. به طور کلی در ترانسه شماره ۱ از ارتفاع ۳/۵ تا ۱۵ متری درصد رسوبات سیلتی بسیار بیشتر از رسوبات رسی می‌باشد و همین مسأله در مورد ترانسه شماره نیز صادق است. در ارتفاع ۲/۵ متری لایه زرد رنگی مشاهده شد که بعد از آزمایش مشخص شد که مربوط به یک لایه با رسوب ژیبسی می‌باشد که کمترین میزان رسوبات گلی

جدول ۶: دسته بندی جورشدگی فولک (folk, 1957)

جورشدگی (σ)	
< 0.35	جورشدگی بسیار خوب
0.35 - 0.5	جورشدگی خوب
0.5 - 0.70	جورشدگی نسبتاً خوب
0.7 - 1	جورشدگی متوسط
1 - 2	جورشدگی ضعیف
2 - 4	جورشدگی بسیار ضعیف
> 4	جورشدگی فوق العاده ضعیف

خاک‌های قهوه‌ای مایل به زرد دارای لیمونیت و رنگ خاکستری و یا خاکستری متمایل به آبی نشانه‌ای از شرایط عدم تهویه آب ایستادگی و احیاء آهن در خاک است. خاک

رنگ رسوبها

نتایج حاصل از کتابچه رنگ مانسل از دو ترانسه شماره ۱ و ۲ در جداول زیر آورده شده است:
 رنگ رسوب معرف ترکیب اجزای تشکیل دهنده آن است معمولاً رنگ رسوب خشک با مرطوب تفاوت دارد. ترکیبات آهن به نمونه، رنگ قرمز- قهوه‌ای و مواد آلی به آن رنگ سیاه یا خاکستری می‌دهد (خدابخش، ۱۳۹۲).

جدول ۷: رنگ بندی رسوبات ترانسه شماره ۱

شماره نمونه	رنگ نمونه در حال خشک	رنگ نمونه در حال مرطوب
۱	قهوه‌ای روشن	قهوه‌ای مایل به زرد تیره
۲	قهوه‌ای مایل به زرد روشن	قهوه‌ای زیتونی
۳	زرد کم رنگ	قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره
۴	خاکستری روشن	قهوه‌ای تیره
۵	قهوه‌ای مایل به زرد روشن	خاکستری خیلی تیره
۶	قهوه‌ای زیتونی روشن	قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره
۷	خاکستری مایل به قهوه‌ای	قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره
۸	سفید	قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره
۹	زرد مایل به قرمز	قهوه‌ای تیره
۱۰	صورتی	قهوه‌ای تیره
۱۱	قهوه‌ای مایل به خاکستری	خاکستری تیره
۱۲	خاکستری روشن	قهوه‌ای
۱۳	سفید	سفید
۱۴	قهوه‌ای مایل به زرد روشن	قهوه‌ای تیره

کانی‌های اصلی که در تشکیل سنگ‌های رسوبی شرکت می‌کنند معمولاً بی‌رنگ هستند. کوارتز، کالسیت، کائولینیت و کانی‌های فرعی سنگ‌های رسوبی نیز رنگی ندارند و یا شاید فقط کمی رنگی باشند اما اغلب سنگ‌های رسوبی به نحوی رنگ آمیزی شده‌اند و گاهی هم رنگ‌های آنها تند است.

رنگ سفید و یا نزدیک به خاکستری در این ترانسه‌ها می‌تواند بخاطر وجود مقدار زیادی از کربنات‌ها باشد. رنگ روشن اکثر نمونه‌ها نشان‌دهنده غلبه مواد معدنی می‌باشد که درصد مواد آلی بسیار اندک است. در برخی نقاط رنگ‌های زرد می‌تواند بواسطه واکنش‌های اکسید کننده مناسب باشد. همه نمونه‌ها در هر دو ترانسه طبق این نتایج دارای انحراف معیار کمتر از ۰/۳۵ بوده و مطابق جدول فولک (جدول ۶) و همکاران دارای جورشدگی بسیار خوب می‌باشند. کشیدگی کم داده‌های بدست آمده از دو ترانسه نشان می‌دهد که رسوبات از منشاءهای مختلف با هم اختلاط دارند و دارای جورشدگی نسبتاً یکسانی می‌باشند. با توجه به اینکه از نظر مورفولوژی ترانسه شماره یک بیشتر حالت گنبدی و شماره دو بیشتر حالت دیواره‌ای دارد این عامل می‌تواند از طریق تفاوت چولگی رسوبات دو ترانسه توجیه شود. ترانسه شماره ۲ عمدتاً دارای چولگی مثبت است که می‌تواند نشان دهنده کم رنگ شدن مؤلفه اصلی رسوب گذاری باشد. در حالی که ترانسه شماره ۱ در بیشتر لایه‌ها نمونه‌گیری شده دارای چولگی منفی است که نشان دهنده کم رنگ شدن عوامل دیگر رسوب گذاری نسبت به مؤلفه اصلی را نشان می‌دهد. کج شدگی منفی بیشتر نمونه‌ها نشان می‌دهد که رسوبات مقادیر بسیار کم ذرات دانه درشت را با خود حمل می‌کند. یا به عبارت دیگر رسوبات دارای فاقد ذرات دانه درشت هستند. با توجه به وجود آهک و رس در منطقه می‌توان گفت در بخش‌هایی از آن خاک دو ترانسه به صورت مارن می‌باشد.

با توجه به آزمایشات گرانولومتری با استفاده از روش پییت اکثر رسوبات دشت لوت دانه ریز از نوع سیلت و رس استخراج گردید که با فرض یکنواختی منطقه چگالی ρ آن ۱/۷۲ (گرم بر سانتیمتر مکعب) در نظر گرفته شده است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲). این منطقه هنوز برای بسیاری از محققین از نظر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و رسوب شناسی شناخته نشده است و اینکه بسیاری آن را از دریاچه‌های پلیوال دوره یخچالی می‌دانند.

نهبشته‌های رسی پلیستوسن در لوت باشد که توسط باد تراشیده شده است و این نتایج با نتایج احسانی (۲۰۰۸) سازگاری دارد. طبق نظر محجل (۲۰۰۹) و احسانی (۲۰۰۹) این رسوبات عمدتاً شامل مارن‌های لایه بندی شده و رسوبات واریزه‌ای تبخیری پلیوکواترنر می‌باشند. طبق مطالعات دونگ و همکاران (۲۰۱۱) که مراحل تکوین یاردانگ را به مراحل جنینی، نوجوانی، جوانی و بزرگسالی تقسیم نمودند یاردانگ‌های بخش شمالی لوت طبق این طبقه بندی عمدتاً در مرحله بزرگسالی می‌باشد چون در این مرحله دالان‌ها گسترش افقی دارند و رأس تپه‌های یاردانگ عمدتاً گرد و تیز است. نظر مؤلفان با نظر سیبه و همکاران (۲۰۱۱) درباره اینکه یاردانگ‌های متوسط مانند یاردانگ‌های مورد مطالعه که عمدتاً اشکال بادساخته هستند موافق می‌باشند. همچنین نتایج این تحقیق تأیید می‌کند که نظر سیبه و همکاران در زمینه عوامل کنترل کننده صحیح است؛ زیرا این منطقه دارای رژیم بادی با جهت عمدتاً شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد و دارای اقلیمی خشک بوده و مواد تشکیل دهنده یاردانگ‌ها به عنوان عامل سوم تعریف شده توسط سیبه همجنس می‌باشد و اختلاف جنس در رسوبات اندک است. به عبارت دیگر چون عمده رسوبات اندازه‌گیری شده با روش پییت عمدتاً دارای بافت گلی هستند نظر سیبه و همکاران درباره مشابهت رسوبات تشکیل دهنده یاردانگ‌ها تأیید می‌شود.

این رسوبات دارای رنگ قرمز مایل به زرد است و کاملاً با نظر احسانی (۲۰۰۸) موافق است. الدوساری و همکاران (۲۰۰۸) که منشاء و ویژگی یاردانگ‌ها را در کویت مطالعه کردند اظهار داشتند لیتولوژی یاردانگ‌ها در کویت عمدتاً رسوبات ماسه سنگی ترشیاری و پلائیای کواترنری است در حالی که طبق نتایج این تحقیق و نظر احسانی (۲۰۰۸) رسوبات در شمال دشت لوت از نوع رسوبات ماسه سنگی نمی‌باشند. با توجه به اینکه یاردانگ‌های دشت لوت دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی و در جهت باد غالب منطقه می‌باشند نظر الدوساری و همکاران (۲۰۰۸)،

پیدایش این رنگ‌ها به واسطه موادی است که با وجود کمی مقدار قادرند همه سنگ‌ها را به رنگ خاصی در آورند. به این مواد رنگدانه می‌گویند که مهمترین آنها عبارتند از: کربن آلی و آهن که به رنگ‌های مختلف سیاه، سبز، زرد و قرمز در می‌آیند. (معمد، ۱۳۵۸) عامل پیدایش رنگ‌های زرد، قرمز، خاکستری و سبز در رسوب غالباً وجود مواد آهن دار است و تفاوت درجه هیدراتاسیون آهن برای توجیه این رنگ‌ها کافی است. رنگ زرد، قرمز و خاکستری که بیشترین فراوانی را در ترانشه مورد نظر داشته با توجه به بررسی عامل پیدایش این رنگ‌ها در رسوبات وجود مواد آهن دار می‌باشد.

جدول ۸: رنگ بندی رسوبات ترانشه شماره ۲

شماره نمونه	رنگ نمونه در حال خشک	رنگ نمونه در حال مرطوب
۱	قهوه‌ای بسیار کم رنگ	قهوه‌ای مایل به زرد تیره
۲	قهوه‌ای بسیار کم رنگ	قهوه‌ای مایل به زرد تیره
۳	قهوه‌ای بسیار کم رنگ	قهوه‌ای مایل به زرد تیره
۴	قهوه‌ای بسیار کم رنگ	قهوه ای
۵	خاکستری مایل به صورتی	قهوه‌ای تیره
۶	سفید	قهوه‌ای مایل به زرد تیره
۷	خاکستری قهوه‌ای روشن	خاکستری خیلی تیره
۸	خاکستری روشن	قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره
۹	سفید	قهوه ای

بحث

چون رسوبات عمدتاً از سیلت و رس و همچنین عمدتاً منفصل بوده و نیز دارای رنگ قرمز مایل به زرد می‌باشند نتیجه گیری می‌شود که یاردانگ‌های دشت لوت می‌تواند

تقدیر و تشکر

نگارندگان از دانشگاه تهران به خاطر حمایت مادی تشکر می‌نمایند. همچنین از راهنمایی‌های ارزنده دکتر مجتبی یمانی سپاسگزاری می‌شود. در پایان از سازمان منابع طبیعی شهرستان شهداد به دلیل مهیا نمودن امکانات سفر و همچنین از مؤسسه تخصصی انتشاراتی - تحقیقاتی ماهواره به جهت در اختیار نهادن تجهیزات نقشه برداری قدردانی می‌گردد.

منابع و مأخذ

- ۱- احمدی، حسن (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۷۱۴ صفحه.
- ۲- خدابخش و صحرارو؛ سعید و ناهید (۱۳۹۲). آزمایش‌های رسوب شناسی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. ۱۸۴ صفحه.
- ۳- داگلاس دبلیو، لوویس (۱۳۸۴). رسوب شناسی تحلیلی، مترجم: امینی، عبدالحسین و زمان زاده، سید محمد، چاپ اول، نشر دانشگاهی، ۲۵۴ صفحه.
- ۴- علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۴). ژئومورفولوژی ایران، چاپ ششم، نشر قومس، ۳۶۰ صفحه.
- ۵- علوی پناه، سید کاظم (۱۳۸۳). بررسی منابع آب و رطوبت سطح الارض کلوتهای بیابان لوت با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای؛ پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۷، صص ۶۹-۵۷.
- ۶- فیض نیا، سادات (۱۳۸۷). رسوب شناسی کاربردی با تأکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب، چاپ اول، نشر دانشگاه گرگان، ۳۶۸ صفحه.
- ۷- محمودی، فرج الله (۱۳۷۸). ژئومورفولوژی اقلیمی؛ چاپ دوم، انتشارات پیام نور، ۱۷۸ صفحه.
- ۸- مشهدی، علوی پناه و احمدی؛ ناصر، سیدکاظم و حسن (۱۳۸۱). مطالعه ژئومورفولوژی یاردانگ‌های لوت. مجله بیابان جلد ۷، شماره ۲، ۲۵-۴۳.
- ۹- معتمد، احمد، (۱۳۹۰). زمین‌شناسی عمومی. چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۸۰ صفحه.

دونگ و همکاران (۲۰۱۱)، مورد سبیه و همکاران (۲۰۱۱) و گواتلرز الورزا و همکاران (۲۰۰۱) مورد تأیید می‌باشد. نتایج این تحقیق نظر الدوساری در مورد رسوبات سیمانی و سخت شده یاردانگ‌ها را نسبت به دالان‌های اطراف در این منطقه تأیید نمی‌کند. به عبارتی نظر الدوساری در خصوص رسوبات سیمانی بیشتر یاردانگ‌ها نسبت به دالان‌های اطراف در مورد منطقه مورد مطالعه این تحقیق صدق نمی‌کند.

با توجه به بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی نظر سبیه و همکاران (۲۰۱۱) در خصوص روند یاردانگ‌ها در جهت روند شکستگی‌ها و گسل‌ها در خصوص منطقه مورد مطالعه این تحقیق صدق نمی‌کند. به عبارتی روند یاردانگ‌ها موافق با روند فرایند بادی است و تطابق چندانی با روند شکستگی‌ها ندارد.

نتیجه‌گیری

از مباحث این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که یاردانگ‌های بخش شمالی دشت لوت در تمامی ارتفاع این شکل ناهمواری عمدتاً دارای رسوبات گلی می‌باشد. تحقیق حاضر همچنین نشان می‌دهد که مورفولوژی گنبدی یاردانگ‌های مورد مطالعه در ارتباط با رسوبات سیلتی بخش بالایی و رسوبات رسی بخش پایینی این اشکال ناهموار می‌باشد.

در نمونه یاردانگ‌های مورد مطالعه مشخص شد که فرسایش آبی و بادی جزء فرآیندهای غالب تشکیل دهنده اشکال یاردانگ‌های شمال دشت لوت می‌باشد. لذا می‌توان پذیرفت که نیروی باد یکی از مهمترین عوامل تکوین یاردانگ‌ها در این منطقه می‌باشد. روش استفاده شده در تحقیق یعنی روش اندازه‌گیری پیپت می‌تواند برای اندازه‌گیری رسوبات گلی در مناطق دیگر پیشنهاد شود. در بعضی از لایه‌های یاردانگ‌ها، نمونه‌های سفید رنگ ژئوسپی مشاهده گردید که برای تجزیه و تحلیل آن نیازمند مطالعات و تحقیقات بعدی می‌باشد. در این تحقیق مطالعات سن سنجی انجام نگرفته است.

- Régis Braucher, (2011). Wind erosion under cold climate: A Pleistocene periglacial mega-yardang system in Central Europe (Western Pannonian Basin, Hungary), *Geomorphology* 134 , 470–482
- 23- Kwan-Nang Pang, Sun-Lin Chung, Mohammad Hossein Zarrinkoub, Seyyed Saeid Mohammadi, Hsiao-Ming Yang, Chiu-Hong Chu, Hao-Yang Lee, Ching-Hua Lo, (2012). Age, geochemical characteristics and petrogenesis of Late Cenozoic intraplate alkali basalts in the Lut–Sistan region, eastern Iran, *Chemical Geology* 306-307, 40–53.
- 24- Laura Lewis, Peter Ditchfield, J.N. Pal, Michael Petraglia, (2012), Grain size distribution analysis of sediments containing Younger Toba tephra from Ghoghara, Middle Son valley, India, *Quaternary International*, 1-11.
- 25- Ling Yuquan, Liu Shaozhong, Wu Zheng, Li Changzhi, (1998). simulating study on barchan dune, chinese geographical science, Science Press 8, 2, 168 - 175 .
- 26- M. Gutierrez-Elorza, G. Desir, F. Gutierrez-Santolalla , (2002), Yardangs in the semiarid central sector of the Ebro Depression (NE Spain), *Geomorphology* 44 , 155–170.
- 27- M. Mohajjel , (2009), Thin-skinned deformation near Shahdad, southeast Iran *Journal of Asian Earth Sciences* 36 , 146–155 .
- 28- Mohajjel, M. (2009). Thin-skinned deformation near Shahdad, southeast Iran. *Journal of Asian Earth Sciences* 36 , 146–155.
- 29- Richard Thomas Walker, Morteza Talebian, Sohei Saiffori, Robert Alastair Sloan, Ali Rasheedi, Natasha MacBean, Abbas Ghassemi, (2010). Active faulting, earthquakes, and restraining bend development near Kerman city in southeastern Iran, *Journal of Structural Geology* 32 , 1046e1060
- 30- Simon J. Blott and Kenneth pye, (2001), A Grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments, *Earth surface process Landforms* 26, 1237-1248.
- 31- Tucker, M. E., (1988). *Techniques in sedimentology*. Blackwells, Oxford, 394 pp.
- 32- Zhibao Dong, , Ping Lv, Junfeng Lu, Guangqiang Qian, Zhengcai Zhang, Wanyin Luo, (2012). Geomorphology and origin of Yardangs in the Kumtagh Desert, Northwest China, *Geomorphology* 139-140, 145–154.
- 33- Bobek, H., (1959), *Features and Formation of the Great Kawir and Massileh*, University of Tehran Press.
- ۱۰- معتمد، احمد (۱۳۵۳)، مسائل زمین‌شناسی چاله لوت، دانشگاه تهران، مؤسسه جغرافیا. گزارش‌های جغرافیایی، ۱۱: طرح پژوهشی لوت.
- ۱۱- مقصودی، مهران، حاجی زاده، عبدالحسین، نظام محله، محمد علی، بیاتی صداقت، زینب (۱۳۹۲). برآورد تقریبی مساحت، حجم و جرم و فشار کلوت‌های دشت لوت با استفاده از مولتی دیتا. اولین گردهمایی انجمن کوآترنری ایران، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، ۲۹-۳۰ آبان ماه.
- ۱۲- مقیمی، ابراهیم، (۱۳۹۲). ژئومورفولوژی ایران. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۳۳ صفحه.
- ۱۳- موسوی حرمی، رضا، (۱۳۸۰). رسوب‌شناسی. چاپ هفتم، انتشارات استان قدس رضوی. ۴۷۴ صفحه.
- 14- Ali. M. Al-Dousari, Maraheb Al-Elaj, Eqbal Al-Enezi, Abdulaziz Al-Shareeda , *Geomorphology* 104 (2009) 93–104, Origin and characteristics of yardangs in the Um Al-Rimam depressions (N Kuwait)
- 15- Amir Houshang Ehsani , Friedrich Quiel , (2008), Application of Self Organizing Map and SRTM data to characterize yardangs in the Lut desert, Iran, *Remote Sensing of Environment* 112 (2008) 3284–3294.
- 16- Besler, H. (2008). *The great sand sea in Egypt*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- 17- Dong, Ping Lv, Junfeng Lu, Zhibao, Guangqiang Qian, Zhengcai Zhang, Wanyin Luo, (2012). Geomorphology and origin of Yardangs in the Kumtagh Desert, Northwest China, *Geomorphology* 139–140, 145-154,
- 18- Ehsani, A. H., & Quiel, F. (2008). Application of Self Organizing Map and SRTM data to characterize yardangs in the Lut desert, Iran. *Remote Sensing of Environment* 112 , 3284–3294.
- 19- Folk L. Robert, (1964), *A Review of Grain-size parameters*, Sedimentology- Elsevier publishing, 73-93
- Folk L. Robert, Ward C. William, (1957), *Brazos River Bar: A Study in the significance of Grain size parameters*, sedimentology petrology, Vol. 27, No. 1, 3-26
- 20- G. Sauermann, P. Rognon, A. Poliakov, H.J. Herrmann, (2000). The shape of the barchan dunes of Southern Morocco, *Geomorphology* 36, 47–62.
- 21- Krinsley, Daniel B. (1970), *A Geomorphological and paleoclimateological Study of the playas of Iran*, Geological Department of Interior Washington.
- 22- Krisztina Sebe, Gábor Csillag, Zsófia Ruszkiczay-Rüdiger, László Fodor, Edit Thamó-Bozsó, Pál Müller,