

بررسی واگرایی خاک های منطقه محمد آباد سیستان

جعفر رهنما^{۱*}، مجتبی انصاری^۲ عادل مقیمی آذربایجان^۲

۱-عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

* مؤلف مسئول Jrahnama@appliedgeology.ir

چکیده

دشت سیستان در جلگه پست و همواری در جنوب شرقی ایران، بر روی دلتای رود هیرمند در شمال استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته است. هدف از انجام این تحقیق، بهبود خصوصیات خاک با افزودن مواد شیمیایی و طراحی سازه های محافظ یا پوششهایی به منظور جلوگیری از شسته شدن خاک است. در این تحقیق مکان های احتمالی از خاک های مستعد واگرایی انتخاب و پس از نمونه برداری، در آزمایشگاه با استفاده از آزمایشات دانه بندی، هیدرومتری دوگانه، آزمایش شیمیایی و کرامب مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش بر روی ۲۱ نمونه برداشت شده از دشت، آزمایشات واگرایی، دانه بندی و حدود آتربرگ صورت گرفت. مطالعات انجام شده نشان داد که اندازه ذرات آن ها در حد رس و سیلت و از لحاظ طبقه بندی مهندسی، در حد CL-ML یا CL یا ML، حداکثر درصد سدیم تبادل ۸۹/۳ و حداقل میزان آن ۳/۶ می باشد و حدود روانی و خمیرایی آن ها به ترتیب بین ۱۹-۳۲ و ۱۰-۳ می باشند. با توجه به وجود سیلت و رس نسبتاً فراوان در نمونه ها، این خاک ها تا حدی واگرا می باشند. خاک های مورد نظر بیشتر از موادی تشکیل شده اند که همراه با سیلاب ها از نقاط دور دست به این منطقه انتقال و ته نشین شده اند

کلمات کلیدی: ایران، سیستان و بلوچستان، منطقه محمد آباد، دلتای هیرمند

۱-مقدمه

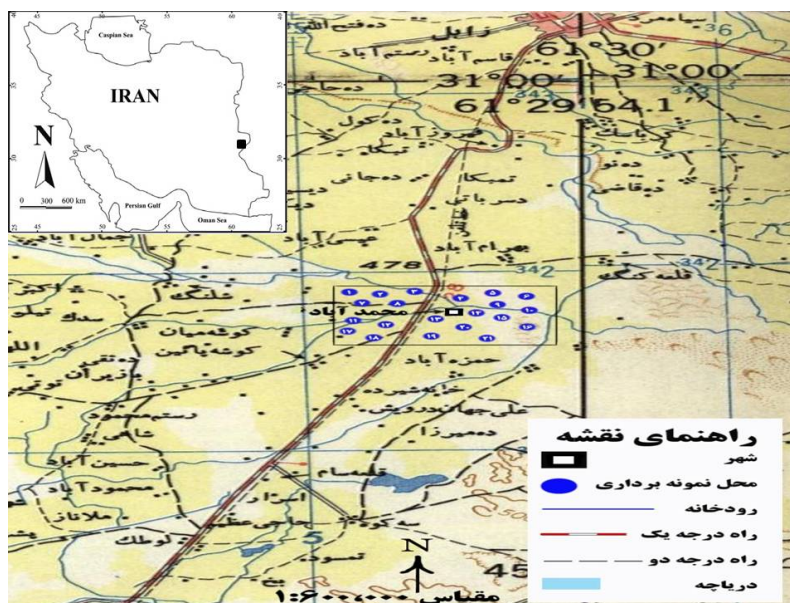
خواص مکانیکی اغلب خاک ها با افزایش رطوبت و اشباع شدن تغییر می کند و این پدیده برای مهندسان ژئوتکنیک شناخته شده است. در برخی از خاک ها بر اثر افزایش رطوبت، پدیده های ویژه ای بروز می کند که بعضاً منجر به خسارات عمده در پروژه های عمرانی می گردد. این خاک ها را می توانیم خاک های حساس در مقابل آب بنامیم (خامه چیان و همکاران، ۱۳۸۷)، خاک هایی با درصد رطوبت کمتر از اشباع که به خاک های نیمه اشباع یا غیراشباع موسومند، هنگامیکه تحت بارگذاری قرار گیرند، دچار تنش می گردند که برابر با تنش موجود در خاک خواهد بود. (Chow and Mak, 2006)، همچنین خاک هایی که حاوی مقدار زیادی املاح در برابر آب هستند، مانند گچ و نمک، به عنوان خاک های حساس یاد می شود. خاک های واگرا در زمره خاک های مشکل آفرین در مهندسی ژئوتکنیک محسوب می شوند. این پدیده منجر به افزایش سرعت جریان آب و شدت یافتن فرسایش خاک می گردد و در نهایت ممکن است به خرابی کامل سازه منجر شود (عسکری و همکاران ۱۳۷۲).

نمونه های برداشت شده جهت انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. برای تعیین میزان واگرایی خاک از آزمایشات شیمیایی، پین هول، کرامب و هیدرومتری مضاعف استفاده می شود که در این پژوهش از سه روش آزمایش شیمیایی، هیدرومتری مضاعف و کرامب استفاده شده است که به تحلیل نتایج بدست آمده از آزمایشات پرداخته شده است.

۲-موقعیت جغرافیایی منطقه

محمد آباد در جلگه پست و همواری در جنوب شرقی ایران واقع شده است، از نظر جغرافیایی مابین ۶۱°۱۰' تا ۶۱°۵۰' شرقی و ۳۰°۱۵' تا ۳۰°۳۰' شمالی واقع شده است. این دشت در گوشه شمالی استان سیستان و بلوچستان واقع شده و از شمال و شرق به

افغانستان، از جنوب به شهرستان زاهدان (کوههای حرمک) و از غرب و شمال غرب به کوههای نصرت آباد (بخشی از سیستان و بلوچستان) و شهر نهبندان از توابع استان خراسان محدود می گردد (شکل ۱). ارتفاع منطقه سیستان از سطح دریا ۴۷۸ متر بوده و فاصله تقریبی مستقیم آن از دریای عمان ۶۰۰ کیلومتر می باشد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

۳- زمین شناسی منطقه

این منطقه از نقطه نظر زمین شناسی دنباله غربی بلوک هلمند می باشد که گسل هریرود در غرب و گسل چمن در افغانستان در شرق آن واقع شده است (آقاناتی، ۱۳۸۳). منطقه محمد آباد پوشیده از رسوبهای دریاچه ای نئوژن و آبرفت های کوتاه تر است (علایی طالقانی، ۱۳۸۱). ضخامت زیاد رسوبها، نشان دهنده فرونشینی مداوم کف حوضه در طول کوتاه تر می باشد.

(افتخارنژاد، ۱۹۷۲) پیدایش این حوضه فلیشی را نتیجه یک کافت درون قاره ای میان دو بلوک لوت در باختر و بلوک هلمند در خاور دانست که در کرتاسه پیشین شکل گرفته و محلی شایسته برای جایگیری گوشته اقیانوسی، انباشت نهشته های فلیش گونه بوده است. ولی با سرانجام گرفتن اشتقاق خاور ایران، پوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره ای بلوک لوت فرورانش کرده و آمیزه های افیولیتی - فلیشی خاور ایران به وجود آمده است (آقاناتی، ۱۳۸۳)، (Camp & Griffis, 1982) و (Tirrul, et al., 1983) به حوضه فلیشی شرق ایران، زون زمین درز سیستان نام نهاده اند و بر این باورند که جدایش بلوک افغان (بلوک هلمند) از بلوک لوت در زمان سنومانین انجام گرفته که با جایگیری گوشته های اقیانوسی و انباشت رسوبهای فلیشی همراه بوده است.

۳- مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی

۳-۱- هیدرومتری (دانه بندی به وسیله ته نشینی)

این آزمایش بر پایه اصول ته نشینی دانه های خاک در آب قرار دارد.

جدول ۱- نتایج واگرایی توسط آزمایش هیدرومتری از خاک های مورد مطالعه

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
نسبت واگرایی	-	۹۴/۴	-	۹۱/۷	-	۸۸/۹	-	۹۱/۶	۹۰/۹	-	۸۷/۹

نتیجه آزمایش	-	واگرا	-	واگرا	-	واگرا	-	واگرا	-	واگرا
--------------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

شماره نمونه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
نسبت واگرایی	۸۵	۸۸/۱	-	۸۵/۳	۸۲/۶	-	۹۰/۶	۸۷/۷	۸۳/۱	۸۹/۴
نتیجه آزمایش	واگرا	واگرا	-	واگرا	واگرا	-	واگرا	واگرا	واگرا	واگرا

۲-۳- منحنی دانه بندی

از منحنی دانه بندی می توان برای مقایسه خاک های مختلف استفاده کرد، همچنین سه پارامتر پایه که از آنها برای طبقه بندی خاک های دانه ای استفاده می شود، از روی منحنی قابل تعیین است. این سه پارامتر عبارتند از:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}}{(D_{60})(D_{10})}$$

که در آن D_{10} اندازه مؤثر، C_u ضریب یکنواختی و C_c ضریب دانه بندی می باشند.

جدول ۲- پارامترهای مشخص شده از منحنی دانه بندی در خاک های مورد مطالعه

شماره نمونه	D_{10}	D_{30}	D_{60}	C_c	C_u
۱	۰/۰۰۱	۰/۰۷۵	۰/۱۷۱	۲۴/۲۷	۱۲۷/۶۷
۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۲	۴/۹۶
۳	۰/۰۳۸	۰/۰۷۸	۰/۱۰۴	۱/۵۵	۲/۷۲
۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۳۳	۳/۰۷
۵	۰/۰۱۹	۰/۱۲۹	۰/۷۱۷	۱/۲۳	۳۷/۹۴
۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۱۸	۵/۶۵
۷	۰/۰۰۱	۰/۰۲۸	۰/۱۲۳	۴/۴۸	۸۹/۷۵
۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۷	۰/۰۳	۲۹/۹
۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۶۸	۰/۵۵	۵۱/۳۵
۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	۰/۱۵۹	۲/۵۶	۱۱۸/۵۳
۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱۹	۰/۹۴	۱۴/۰۳
۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۱/۶۲	۲۲/۰۵
۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۴۸	۰/۹۲	۳۷/۱
۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶۳	۰/۰۲	۴۷/۴۴
۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۳۳	۱/۶۳	۲۴/۵۱
۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۱۴	۸/۲۸
۱۷	۰/۰۰۱	۰/۱۴۹	۰/۲۰۲	۸۱/۸۷	۱۵۰/۴۱
۱۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۲۱	۱/۲۶	۱۵/۶۳
۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۲۷	۰/۵۵	۲۰/۳۷
۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۸	۱۳/۳۲
۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۵۶	۰/۳۷	۴۲/۲

۳-۳- آزمایش پین هول (سوراخ سوزنی)

آزمایش پین هول عبارت از عبور جریان افقی آب مقطر تحت ارتفاع هیدرولیکی ۵۰ میلی متری از سوراخی به قطر یک میلی متر که در داخل نمونه خاک ایجاد شده، شروع میشود. اصول این آزمایش فرق بین خاک رس واگرا و غیرواگرا را بیان می کند.

جدول ۳- نتایج آزمایش بین هول جهت تعیین واگرایی خاکهای مورد مطالعه

شماره نمونه	ارتفاع mm	زمان برای هر ارتفاع min	اندازه سوراخ بعد از آزمایش mm	طبقه بندی واگرایی
۲	50	10	>1.5	تیره
۴				
۶				
۱۱	180	5	≥1.5	کمی تیره
13				
15				
۱۸	380	5	≥1.5	کمی تیره
19				
21				

۳-۴- چگالی دانه ها (Gs)

در انجام محاسبات مختلف در مکانیک خاک، اغلب چگالی دانه های خاک لازم می گردد. دامنه چگالی دانه ها معمولاً بین ۲/۶ تا ۲/۹ است، چگالی دانه های ماسه کم رنگ که اکثراً از کوارتز ساخته شده در حدود ۲/۶۵ و چگالی خاک های لای دار و رس دار در حدود ۲/۶ تا ۲/۹ (طاحونی ۱۳۷۶). چگالی دانه های خاک منطقه مورد مطالعه در حدود ۲/۶ تا ۲/۷۴ محاسبه شده است.

جدول ۴- چگالی نمونه های برداشت شده از خاک های مورد مطالعه

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
Gs	۲/۶۹	۲/۶۳	۲/۶۴	۲/۷	۲/۶۳	۲/۷۱	۲/۷۱۴	۲/۷۴	۲/۶۶	۲/۶۵	۲/۶۶

شماره نمونه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
Gs	۲/۶۷	۲/۶۵	۲/۶۹	۲/۶۶	۲/۷۳	۲/۶۲	۲/۶۷	۲/۶	۲/۶۹	۲/۶۵

۴- طبقه بندی مهندسی خاک

سیستم طبقه بندی خاک عبارت است از مرتب کردن خاک های مختلف با خواص مشابه به گروهها و زیرگروههایی برحسب کاربردشان، سیستم های طبقه بندی یک زبان مشترک برای بیان مشخصات خاک به طور خلاصه به وجود می آورند. دو سیستم طبقه بندی که در حال حاضر متداول می باشند، عبارتند از سیستم آشتو و سیستم متحد. سیستم طبقه بندی آشتو اساساً برای طبقه بندی خاک بستر راهها ابداع شده است و از آن معمولاً در مسائل خاک مربوط به پی ساختمان ها استفاده نمی شود و بجای آن، سیستم طبقه بندی متحد مورد استفاده قرار می گیرد (طاحونی ۱۳۷۰). خاک های منطقه مورد مطالعه بیشتر در محدوده CL-ML قرار دارند. طبقه بندی خاک های مورد مطالعه در جدول ذیل ارائه شده است:

جدول ۵- طبقه بندی مهندسی خاک مورد مطالعه

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۲	۱			شماره نمونه
CL-ML	SM	CL-ML	CL-ML	SM	CL	SM	CL	SM	CL-ML	SM	U.S.C.S

۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	شماره نمونه
CL-ML	CL-ML	CL-ML	CL-ML	SM	ML	CL-ML	ML	CL-ML	CL-ML	U.S.C.S

۴-۱- درصد رطوبت خاک های مورد مطالعه

نیروی که آب را جذب خاک می کند، اصطلاحاً نیروی مکش رطوبتی خاک نام دارد. هرچه خاک، دارای آب بیشتری باشد، نیروی مکش آن کمتر می باشد. چنانچه خاکی از آب اشباع شده باشد این نیرو به صفر می رسد و هرچه خاک خشک تر شود، این نیرو افزایش می یابد. درصد رطوبت نمونه ها به شرح ذیل می باشد:

جدول ۶- تعیین درصد رطوبت نمونه های مورد مطالعه

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	شماره نمونه
۲/۱۹	۲/۹۴	۵/۷۷	۵/۹۲	-	۴/۲۶	۳/۶۷	۳/۸	۴/۳۳	۷/۶۵	۱۰/۲۸	درصد رطوبت

۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	شماره نمونه
۲/۷۲	۳/۴۴	۳/۹۵	۶/۳	۱	۸/۳	۵/۶	۴/۰۸	۲/۵۶	۴/۵۳	درصد رطوبت

۴-۲- آزمایش حدود آتربرگ

آتربرگ روشی را برای توصیف حساسیت خاکهای ریزدانه در ارتباط با تغییر درصد رطوبت آنها ابداع کرد، براساس یک اصل قراردادی بسته به درصد رطوبت، طبیعت و رفتار خاک می تواند به چهار حالت مهم تقسیم شود که عبارتند از: جامد و نیمه جامد و خمیری (پلاستیک) و مایع (روان).

۴-۲-۱- حد روانی (Liquid Limit)

مرز بین حالت خمیری و حالت مایع است و درصد رطوبتی است که خاک در آن مقاومت برشی کمی دارد، این پارامتر به کمک روش کازاگرانده، طبق استاندارد ASTM-D 4318 اندازه گیری می شود (طاحونی ۱۳۷۰).

۴-۲-۲- حد خمیری (Plastic Limit)

درصد رطوبتی است که در آن درصد رطوبت، نمونه در آستانه خمیری شدن یا شکل پذیری است، روش این آزمایش طبق ASTM-D 4318 استاندارد شده است.

۴-۲-۳- حد انقباض (Shrinkage Limit)

این پارامتر طبق استاندارد ASTM-D 427 اندازه گیری می شود. نشان خمیری (PI) که از تفاضل حد مایع و حد خمیری بدست می آید، معیاری برای طبقه بندی خاک است.

$$PI = LL - PL$$

جدول ۷- نتایج آزمایش حدود آتربرگ بر روی خاک های مورد مطالعه

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
LL	NL	۲۸	NL	۳۲	NL	۲۹	NL	۳۲	NL	۲۳	۲۳
PI	NP	۶	NP	۱۰	NP	۸	NP	۴	NP	۵	۵

شماره نمونه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
LL	۲۴	۲۵	۱۹	۲۱	۲۴	NL	۲۵	۲۵	۲۴	۲۱
PI	۵	۵	NP	۴	۳	NP	۵	۶	۵	۴

نمونه های شماره ۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۴ و ۱۷ فاقد خاصیت خمیری هستند. در ۷ نمونه (نمونه های ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۴ و ۱۷) مقدار ذرات کوچکتر از ۰/۰۰۵ میلیمتر از ۱۲ درصد کل نمونه ها کمتر بوده و با توجه به نداشتن خاصیت خمیری، در مورد آنها نیازی به انجام آزمایش های واگرایی نبود، زیرا در این موارد رفتار توده خاک تابع ذرات بزرگتر بوده، واگرا بودن یا نبودن ذرات رس تاثیری در این رفتار ندارد (خامه چیان و همکاران، ۱۳۸۴).

۳-۴- آزمایش کرامب

نتایج آزمایش کرامب بر روی نمونه های مورد مطالعه در جدول ۸ آورده شده است.

جدول ۸- نتایج آزمون کرامب

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
نتیجه کرامب	-	غیرواگرا	-	متوسط	-	متوسط	-	غیرواگرا	متوسط	-	متوسط

شماره نمونه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
نتیجه کرامب	واگرا	غیرواگرا	-	واگرا	متوسط	-	متوسط	متوسط	غیرواگرا	واگرا

بین نتایج آزمایشات واگرایی خاک تناقضاتی وجود دارد، از بین این آزمایشات به ترتیب آزمایش پین هول، هیدرومتری مضاعف، کرامب و شیمیایی قابل اعتماد هستند به همین دلیل نتیجه گیری نهایی براساس آزمون پین هول و هیدرومتری مضاعف قرار داده شده است.

۵- آزمایشات شیمیایی خاک

۱-۵- درصد سدیم تبادلی (ESP)

آزمایشات انجام گرفته بر روی خاک مورد مطالعه مقدار ESP نسبتاً بالایی را نشان می دهد. حداکثر درصد سدیم تبادلی ۸۹/۳ و حداقل میزان آن ۳/۶ می باشد. وقتی که $ESP=15$ است، PH خاک ۸/۵ یا بیشتر می باشد. مقادیر بیشتر ESP، PH خاک را تا ۱۰ افزایش می دهد.

جدول ۹- نتایج آزمایشات شیمیایی خاک بر روی نمونه های مورد مطالعه

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
SAR	۸۳	۸۶/۶	۱۰۲/۸	۱۷۶/۷	۳۳	۳۶/۹	۸/۷	۵۷۵/۵	۳/۲	۱۱۵	۲۰
ESP	۵۴/۳	۵۵/۴	۵۹/۶	۷۱/۸	۳۱/۸	۳۴/۳	۱۰/۲	۸۹/۳	۸/۴	۶۲/۳	۲۱/۷

شماره نمونه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
SAR	۲/۱	۳/۱	۷۴	۱۵۲	۴۲/۷	۳۶/۱	۵۰/۲	۸۶/۵	۵۳/۷	۱۳۷/۲
ESP	۳/۶	۷/۳	۵۱/۵	۶۸/۷	۳۷/۸	۳۳/۸	۴۱/۷	۵۵/۴	۴۳/۴	۶۶/۴

۲-۵- نسبت جذب سدیم (SAR)

نسبت جذب سدیم (SAR) با افزایش میزان سدیم در خاک افزایش می یابد و در نتایج بدست آمده حداکثر میزان نسبت جذب سدیم ۵۷۵/۵ و حداقل نسبت آن ۲/۱ می باشد. طبق نتایج آزمایشات شیمیایی، میزان کاتیون های موجود در نمونه ها و نسبت واگرایی در آنها به شرح ذیل می باشد:

جدول ۱۰- نتایج آزمون شیمیایی، نتیجه واگرایی در خاک های مورد مطالعه

شماره نمونه	Na	Ca	Mg	K	TDS	PS	نتیجه واگرایی
۱	۴۶۲	۴۰	۲۲	۲/۶	۵۲۶/۶	۸۷/۷	-
۲	۴۰۶	۲۴	۲۰	۲/۶	۴۵۲/۶	۸۹/۷	واگرا
۳	۴۴۸	۲۸	۱۰	۰/۴	۴۸۶/۴	۹۲/۱	-
۴	۸۰۰	۲۶	۱۵	۰/۶	۸۴۱/۶	۹۵	واگرا
۵	۲۷۰	۹۴	۴۰	۲/۶	۴۰۶/۶	۶۶/۴	-
۶	۵۰۴	۷۶	۲۹۸	۲/۶	۸۸۰/۶	۵۷/۲	نامعین
۷	۳۹	۲۴	۱۶	۰/۴	۷۹/۴	۴۹	-
۸	۲۷۶۰	۳۰	۱۶	۵/۱	۲۷۶/۵	۹۸/۱	واگرا
۹	۶/۵	۳	۵	۰/۱	۱۴/۶	۴۴/۵	نامعین
۱۰	۲۳۰	۳	۵	۲/۶	۲۴۰/۶	۹۵/۵	-
۱۱	۵۱	۳	۱۰	۰/۶	۶۴/۶	۱۰/۹	غیرواگرا
۱۲	۳	۲	۲	۰/۳	۷/۳	۴۱	نامعین
۱۳	۶/۳	۴	۴	۰/۱	۱۴/۴	۴۳/۷	نامعین
۱۴	۱۱۷	۳	۲	۰/۶	۱۲۲/۶	۹۵/۴	-
۱۵	۵۰۴	۱۰	۱۲	۱/۹	۵۲۷/۹	۹۵/۴	واگرا
۱۶	۲۳۰	۲۵	۳۳	۰/۶	۲۸۸/۶	۷۹/۶	واگرا
۱۷	۱۵۳	۱۵	۲۱	۱/۳	۱۹۰/۳	۸۰/۳	-
۱۸	۲۳۰	۲۰	۲۲	۱/۳	۲۷۳/۳	۸۴/۱	واگرا
۱۹	۵۷۴	۳۶	۵۲	۱/۹	۶۶۳/۹	۸۶/۴	واگرا
۲۰	۱۲۶	۳	۸	۰/۶	۱۳۷/۶	۹۱/۵	واگرا
۲۱	۸۰۰	۴۴	۲۴	۶/۴	۸۷۴/۴	۹۱/۴	واگرا

نتیجه گیری

در این تحقیق بعد از مشاهده نقشه منطقه مورد مطالعه، بازدیدهای صحرایی و گردآوری اطلاعات؛ آزمون های آزمایشگاهی مختلفی بر روی خاکهای سیستان انجام شده که نتایج به شرح ذیل به دست آمده است:

حداکثر میزان نسبت جذب سدیم ۵/۵۷۵ و حداقل نسبت آن ۱/۲ تعیین گردید، حداکثر میزان سدیم تبادل $۳/۸۹$ و حداقل میزان آن $۶/۳$ محاسبه گردید.

بعد از انجام آزمایشات و تعیین حدود آتربریگ، میزان درصد واگرایی خاک مورد مطالعه از سه روش هیدرومتری مضاعف، پین هول، کرامب و روش شیمیایی شرارد تعیین شد، که نتایج به صورت زیر بدست آمده است:

در آزمایش کرامب از ۲۱ نمونه مورد مطالعه، ۴ نمونه غیرواگرا و بقیه نمونه ها واگرا و یا بینابین تشخیص داده شد و در آزمایش پین هول تمامی نمونه ها واگرا و یا نیمه واگرا ارزیابی شد.

درصد رطوبت نمونه ها بین ۱-۱۰/۲۸ متغیر است، رابطه قابل قبولی میان درصد واگرایی و درصد رطوبت نیز مشاهده نگردید، بیشترین نوع خاک منطقه مورد مطالعه براساس طبقه بندی یونفاید سیلت رسی (CL-ML) با درصد رطوبت پایین می باشد، چگالی خاک مورد مطالعه در حدود ۲/۶ تا ۲/۷۴ بدست آمده است.

نتایج آزمایشات شیمیایی بر روی نمونه ها مورد مطالعه انجام شده، میزان تبادل کاتیونی (CEC) بین ۱/۶۸-۱۵/۸۴ و میزان هدایت الکتریکی (EC) بین ۰/۵۸-۱۰۵/۱ و PH خاک بین ۷/۶-۹/۴۷ متغیر است.

در خاک های مورد مطالعه نشان خمیری (PI) بین ۳-۱۰ بدست آمده، و مقادیر حد روانی (LL) بین ۱۹-۳۲ متغیر است و به جز ۴ نمونه که با افزایش میزان واگرایی، نشان خمیری نیز افزایش می یابد در بقیه نمونه ها با افزایش درصد واگرایی هیچ تغییری در نشان خمیری و حد روانی مشاهده نشده است.

منابع

آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، "زمین شناسی ایران"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحه ۵۸۶.
خامه چیان، م.، رحیمی، ح.، سلوکی، ح.، ۱۳۷۸، "بررسی روشهای شناسایی خاکهای واگرا"، سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحه ۲۲۰-۲۲۲.
داس (Das)، ب (B)، ترجمه طاحونی، ش.، ۱۳۷۰، "اصول مهندسی ژئوتکنیک"، جلد دوم، چاپ دوازدهم، انتشارات پارس آئین، صفحه ۱۸۷-۱۹۰.
داس (Das)، ب (B)، ترجمه طاحونی، ش.، ۱۳۷۶، "اصول مهندسی ژئوتکنیک"، جلد اول، چاپ یازدهم، انتشارات پارس آئین، صفحه ۱۵۶.
عسگری مجدآباد کهنه، ف.، فاخر، ع.، ۱۳۷۲، "تورم و واگرایی خاک ها از دید مهندس ژئوتکنیک"، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، صفحه ۱۶۱-۲۲۲.

علایی طالقانی، م.، ۱۳۸۱، "ژئومورفولوژی ایران"، نشر قومس، چاپ اول، صفحه ۱۲۳.

Camp, W. E., Griffis, R. J., 1982, "Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in the Sistan suture zone, eastern Iran", Lithos, ISSN 0024-4937, NOR, pp. 45-47.

Tirrul, R., et al., 1983, "The Sistan suture zone of eastern Iran", Geol. Soc. Am. Bull., ISSN 0016-7606, USA, pp 78-79.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.