DOI: 10.22071/GSJ.2020.208126.1720
Archive of SID
پاییز ۹۹، سال سی‌ام، شماره ۱۱۷، صفحه ۲۳۱ تا ۲۴۲

توسعه زیر سطحی و ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی نهشته‌های درشت دانه رودخانه زاینده‌رود در محدوده شهر اصفهان

مجتبی محمدی[۱]، سید محمود فاطمی عقدا[۲]*، مهدی تلخابلو[۳] و اکبر چشمی[۴]

[۱]دانشجوی دکترا، گروه زمین شناسی مهندسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[۲]استاد، گروه زمین شناسی مهندسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[۳]استادیار، گروه زمین شناسی مهندسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[۴]دانشیار، دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۰۲/ ۰۹/ ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۲۹/ ۰۲/ ۱۳۹۹

چکیده

توصیف و شناخت محیط رسوبی، در برآورد اولیه خواص مهندسی مصالح و برنامه‌ریزی مطالعات ژئوتکنیک کمک شایانی می‌نماید. قسمت عمده رسوبات کواترنری (درشت دانه و ریز دانه) شهر اصفهان توسط رودخانه زاینده رود نهشته شده است. با توجه به مشکلات مربوط به تعیین ویژگی‌های ژئوتکنیکی رسوبات درشت دانه و عدم مشخص بودن توسعه زیر سطحی این نوع رسوبات در فواصل دور از رودخانه زاینده رود در محدوده شهر از یک طرف و توسعه ساخت و سازها و لزوم حفر فضاهای زیرزمینی از طرف دیگر، شناخت ویژگی‌های ژئوتکنیکی و نحوه توسعه زیرسطحی این رسوبات در شرایط محیط رسوبی قدیمی ضروری است. لذا در این مطالعه با استفاده از اطلاعات ژئوتکنیکی ۳۸۴ گمانه اکتشافی، نقشه‌های محدوده تقریبی گسترش رسوبات درشت دانه رودخانه زاینده رود، برای اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متری از سطح زمین تهیه شده است و ویژگی های ژئوتکنیکی آنها با استفاده از نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد ویژگی‌های ژئوتکنیکی رسوبات درشت دانه نسبت به عمق تغییر معنا داری ندارد و محدوده تقریبی گسترش زیر سطحی شن و ماسه رودخانه‌ای در گذشته، در محل‌هایی غیر از مسیر فعلی رودخانه، بوده است.

کلیدواژه‌ها: نهشته‌های درشت دانه قدیمی، رودخانه زاینده رود، خواص ژئوتکنیکی، آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا، محیط رسوبی رودخانه‌ای.

***نویسنده مسئول:** سید محمود فاطمی عقدا
E-mail: fatemi@khu.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

بررسی‌های ژئوتکنیکی و زیر سطحی برای شناسایی شرایط زمین‌شناسی قبل از شروع ساخت و ساز حیاتی است و عنصر کلیدی در ساخت و سازهای موفق تعیین دقیق پارامترهای مهندسی مصالح و تشخیص خطرات زمین‌شناسی است. انجام هر گونه عملیات عمرانی در عبور از مصالح رودخانه‌ای، بدون انجام مطالعات ژئوتکنیکی، خطرات احتمالی قابل توجه‌ای از جمله نشست زمین، ریزش جبهه کار، تنش‌های برجای بالا و هجوم آب را می‌تواند به همراه داشته باشد. با انجام مطالعات ژئوتکنیکی کافی و مفید، می توان شرایط زیر سطحی و خطرات احتمالی را بهتر شناسایی و متناسب با نوع خطر با انتخاب روش اجرای متناسب با نوع خطر از بروز تحمیل تأخیر و هزینه‌های اضافی در پروژه جلوگیری کرد. (Ismailet al., 2019; Barlow and Cavers,2016; Bakhshandeh Amnieh et al.,2016).

پیش بینی مدل رسوبی منطقه شامل تعیین محیط رسوبی، ابعاد وشکل لایه‌ها و اندازه دانه‌ها در محیط زمین‌شناسی بخش مهمی در مطالعات ژئوتکنیک بوده که درتفسیرصحیح داده‌های مهندسی بسیارسودمند (Delgado et al., 2003; Daniels, 2003) و در عین حال بسیار پیچیده و دشوار (Selley, 2004) است. خواص مهندسی رسوبات آبرفتی متأثر از ژئومورفولوژی، آب و هوا و عوامل زمین‌شناسی بوده به نحوی که گستردگی کانال رودخانه به شرایط آب و هوایی، شیب محیط و اندازه ذرات رسوبی بستگی دارد. متناسب با تغییرات انرژی رودخانه، قسمتی از کانال رودخانه در حال فرسایش و قسمتی در حال رسوب‌گذاری است. Delgado et al. (2003)، خواص مهندسی و رسوب‌شناسی رسوبات سطحی دره رودخانه سگورا در اسپانیا را مطالعه کرده و منطقه را از نظر زمین‌شناسی مهندسی (ظرفیت باربری کم، نشست زمین و روانگرایی رسوبات ماسه‌ای) به چهار قسمت تقسیم کردند. (Daniels, 2003)، به منظور فراهم کردن یک راهنمای مفید برای توسعه ساخت و سازها، به طبقه‌بندی خاک‌های زیرسطحی دشت های آبرفتی دلتاهای بنگلادش پرداخت. تعیین خواص مهندسی خاک‌های درشت‌دانه رودخانه‌ای نیز همواره با مشکلاتی روبرو بوده است. دست‌خوردگی و تغییرات ایجاد شده در بافت خاک، می‌تواند باعث نتایج گمراه کننده شود (Rowe, 1972). تعیین ویژگی‌های مهندسی این خاک‌ها، با نمونه‌گیری دست‌نخورده و آزمایش‌های آزمایشگاهی به راحتی امکان‌پذیر نبوده ضمن اینکه آزمایش‌های برجا از قبیل آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) و نفوذ مخروط (CPT) به علت درشت دانه بودن این رسوبات، نامناسب هستند. لذا مهندسان اغلب برای تعیین خصوصیات مهندسی این خاک‌ها، با مشکلاتی مواجه هستند (Anbazhaganet al., 2012; Kudmetha and Dey, 2013; Lee et al., 2014).

استفاده از مدل‌های زمین‌شناسی مهندسی که مبتنی بر ترکیب دانش زمین شناسی و داده‌های مهندسی است در خاک‌های درشت دانه بدین جهت مورد توجه بوده و توسعه یافته است. به طور مثال Teme and Ubong (2008)، خصوصیات ژئوتکنیکی قسمتی از کانال رودخانه دلتای نیجریه پایین، را بررسی کردند. Dassargues et al. (1991)، خصوصیات ژئوتکنیکی نهشته‌های کواترنری رودخانه یانگتس در شانگ‌های را بررسی کردند. Meisina (2006) ، نقشه زمین‌شناسی مهندسی برای مناطق شهری دشت OltrepoPavese در ایتالیا را جهت بهره برداری لازم در طراحی و توسعه شهری تهیه کرد. (Razmyar and Eslami 2017)، خصوصیات ژئوتکنیکی نهشته‌های کواترنری در مناطق شرق و غرب تهران را بررسی کردند. مطالعه مشابهی توسط (Orhan and Tosun 2010) برای خاک‌های بخش جنوبی مرکز شهر Eskisehir در ترکیه انجام شد. Valverde-Palacios et al. (2014)، با استفاده از نرم افزار Arc GIS نقشه ژئوتکنیکی نهشته‌های خاکی آبرفت هولوسن را در منطقه کلان شهری Granada اسپانیا ارائه کردند. مطالعاتی بر روی خصوصیات خاک زیر سطحی نهشته‌های ماسه‌ای در بعضی بخش‌های ایالت Bayelsa در دلتای نیجر شرقی توسط Youdeowei and Nwankwoala (2011) انجام شد.

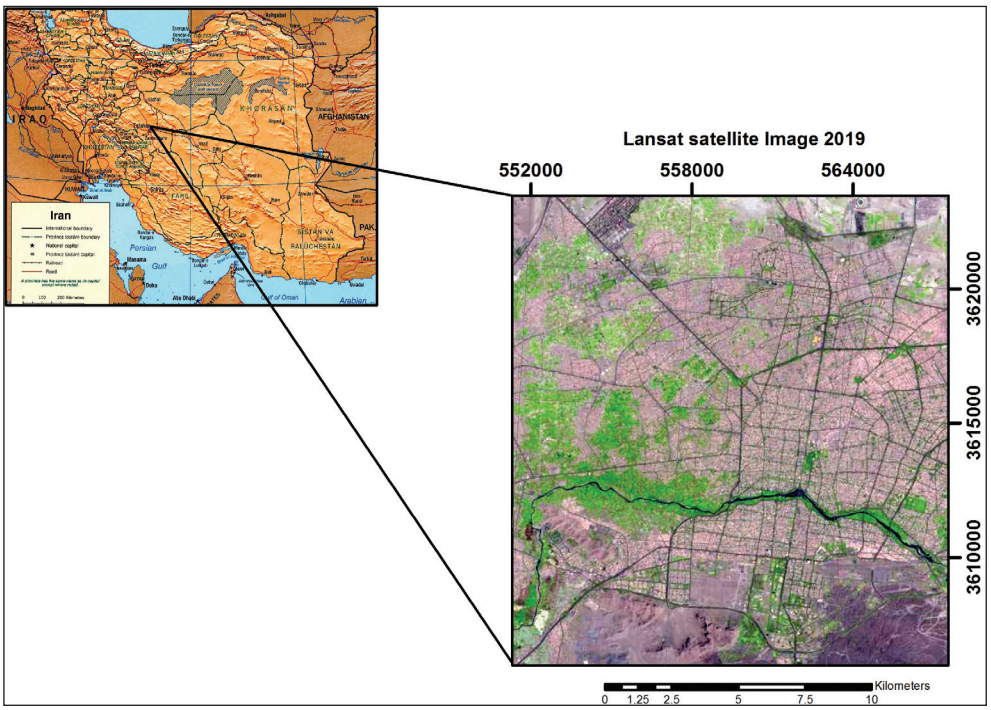
www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر، با توجه به توسعه فعالیت‌های زیرساختی و عمرانی در نهشته‌های درشت دانه قدیمی (شن و ماسه) رودخانه زاینده رود در شهر اصفهان و وجود مخاطراتی نظیر ناپایداری و هجوم آب در این مصالح از یک طرف و مشکلات مربوط به تعیین خواص ژئوتکنیکی مصالح درشت دانه رودخانه‌ای از طرف دیگر، به دسته بندی این رسوبات و تعیین ویژگی های ژئوتکنیکی آنها پرداخته شده است. در این راستا به کمک نرم افزار ARC GIS 9.3 و با استفاده از اطلاعات زمین شناسی و داده های ژئوتکنیکی ۳۸۴ گمانه اکتشافی و ۲۳ چاهک در سطح شهر، علاوه بر تهیه نقشه‌های محدوده های تقریبی گسترش نهشته‌های درشت دانه رودخانه‌ای شهری در اعماق مختلف، ویژگی‌های ژئوتکنیکی آنها مشخص و مقاطع زمین‌شناسی در منطقه نیز با استفاده از نرم افزار Rockworks16 تهیه شده است.

۲- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه شهر اصفهان، واقع در استان اصفهان است. عرض جغرافیایی آن بر اساس سیستم UTM، از ۵۵۱۰۰۰ تا ۵۶۸۰۰۰ و طول جغرافیایی آن از ۳۶۰۶۰۰۰ تا ۳۶۲۵۰۰۰ است. در شکل ۱ تصویر ماهواره‌ای (سایت USGS) و نقشه جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای و نقشه جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

۳- مواد و روش‌ها

در این مطالعه ابتدا زمین‌شناسی منطقه، با توجه به نقشه‌ها و مطالعات پیشین، بررسی شد. سپس داده‌های ژئوتکنیکی ۳۸۴ گمانه اکتشافی که در پروژه‌های مختلف عمرانی در سطح شهر اصفهان حفر شده جمع آوری شده است. این گمانه‌ها در مسیر خطوط ۱، ۲ و ۳ مترو و محل برخی برج‌های مسکونی و تجاری قرار گرفته‌اند. نتایج گمانه‌های اکتشافی با استفاده از اطلاعات ۲۳ چاه دستی حفر شده در سطح شهر، مورد صحت سنجی و کنترل قرار گرفت و همه اطلاعات موجود در قالب بانک داده‌های ژئوتکنیک منطقه، بررسی و تجزیه و تحلیل شد. داده های استفاده شده عمدتاً از گزارش‌های تهیه شده توسط قضاوی و شاهمندی (۱۳۹۳الف و ب)، شرکت مهندسین مشاورآزمونه فولاد (۱۳۹۴)، شرکت مهندسین مشاورزمین فن‌آوران (۱۳۸۵ و ۱۳۹۶)، شرکت مهندسین مشاورآروین آژند (۱۳۹۳) و شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک (۱۳۷۶ و ۱۳۹۶) هستند.

پس از ترسیم لاگ گمانه‌ها اکتشافی با استفاده از نرم افزار Rockworks16، مقاطعی زمین‌شناسی در جهات مختلف، جهت درک بهتر گسترش هندسی لایه‌های زیر سطحی، ترسیم شده است. در ادامه با استفاده از نرم افزار ARC GIS 9.3 و ابزار درون یابی مناسب، نقشه‌های محدوده گسترش مصالح شن و ماسه رودخانه‌ای در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متری تهیه شدند. سپس با تجزیه و تحلیل‌های آمار داده‌های ژئوتکنیکی (نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا)، محدوده تغییرات و میانگین خصوصیات فیزیکی و مقاومتی برای لایه‌های شنی و ماسهرودخانه زاینده رود تعیین شده است.

۴- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

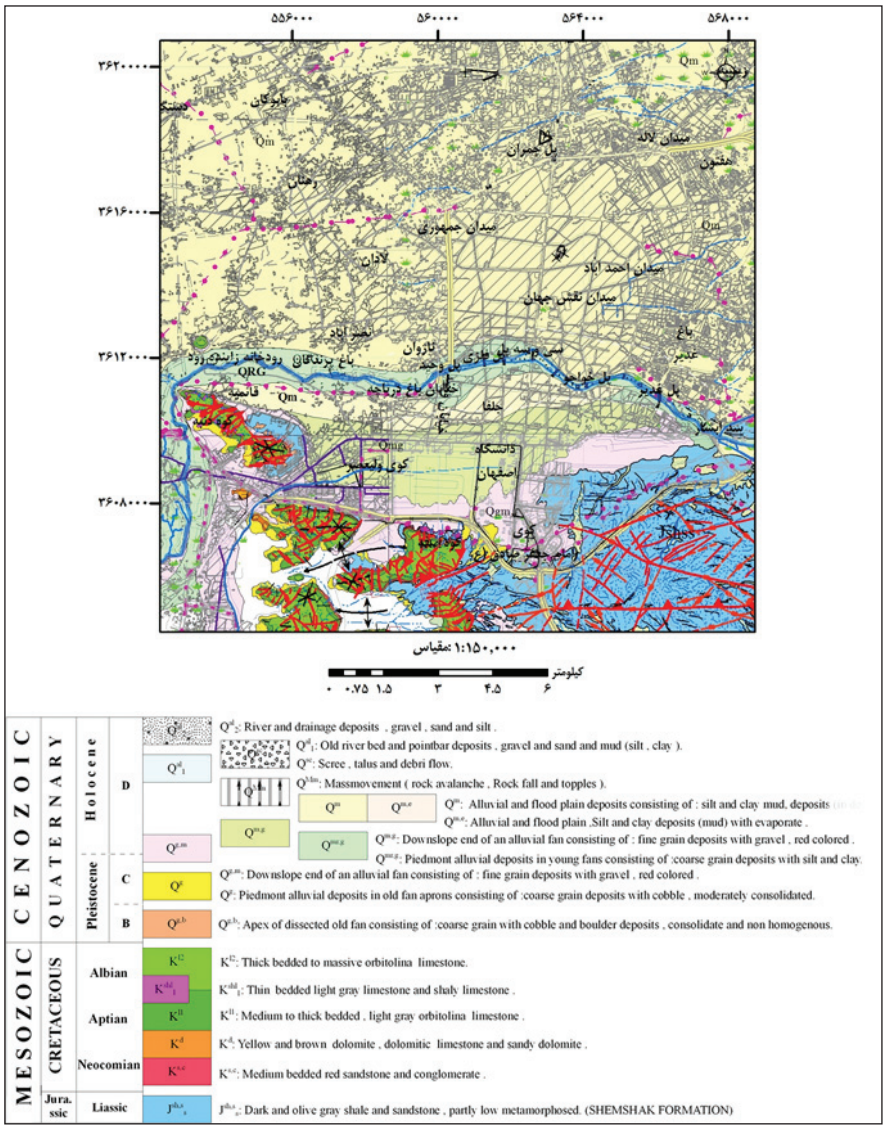
منطقه مورد نظر در زون ساختاری سنندج - سیرجان قرار گرفته که از نظر رسوب‌گذاری و اختصاصات ساختمانی مانند ایران مرکزی بوده ولی جهت و امتداد کلی آن، از امتداد کلی زاگرس تبعیت می کند. گسله‌های راندگی، عادی و راستالغز در منطقه وجود داشته وگسله‌های راندگی همسو با محور چین‌ها روند شمال باختر- جنوب خاور دارند و شیب آنها بیشتر به سوی شمال خاور است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

واحدهای سنگی در منطقه مورد مطالعه شامل شیل‌های ژوراسیک، کنگلومرا و ماسه‌سنگ کرتاسه زیرین، دولومیت کرتاسه زیرین، آهک‌های کرتاسه بالایی و اولیگوسن- میوسن هستند. نهشته‌های جوان آبرفتی و سیلابی ناحیه مورد بررسی، دارای منشأ رودخانه‌ای یا دامنه‌ای بوده که تفاوت‌هایی با یکدیگر نشان می‌دهند. این تفاوت‌ها بیشتر متأثر از تغییرات آب و هوایی زمان تشکیل آنها بوده که باعث تغییر نسبت مصالح ریزدانه ودرشت‌دانه و سختی نسبی آنها شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

آبرفت‌های کوهپایه‌ای یا رسوبات بادبزنی، که حاصل فرسایش بلندی‌های جنوبی اصفهان است، در بخش‌های جنوبی شهر گسترش دارد. ستبرای این نهشته‌ها عموماً کم بوده، به سمت شمال به صورت بین انگشتی با رسوبات آبرفتی زاینده‌رود جایگزین می‌شود. رودخانه زاینده رود، رود اصلی شهر اصفهان است و بخش عمده‌ای از شهر اصفهان بر روی رسوبات آن بنا شده، این رسوبات از دو نوع متمایز رسوبات طغیانی (درشت‌دانه) و رسوبات دشت سیلابی (ریزدانه) تشکیل شده است. ستبرای این رسوبات در بخش‌های جنوبی شهر کم و به تدریج به سمت شمال بر ضخامت آن افزوده می‌شود (Farashi and Ajalloeian, 2012). نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد نظر، که از چهار شیت نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ به نام‌های جنوب اصفهان، اصفهان، خمینی شهر، فلاورجان تشکیل می‌شود در شکل ۲ نشان داده شده است (عبداللهی و همکاران،۱۳۹۳الف، ب، ج و د).



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه.

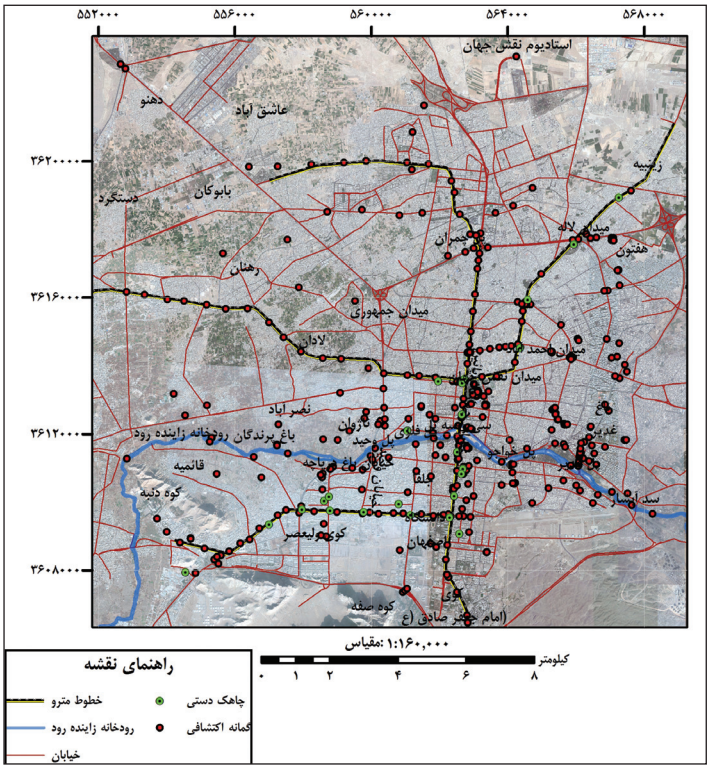
۵- جمع آوری داده های ژئوتکنیکی و صحت سنجی

در این مطالعه از اطلاعات ۳۸۴ گمانه اکتشافی که به منظور انجام مطالعات ژئوتکنیک در محدوده شهر اصفهان حفر شده استفاده شد. این گمانه‌ها در محل مسیرهای خط ۱، ۲ و ۳ متروی اصفهان، ساختمان‌های مسکونی و تجاری و سایر سازه‌های عمرانی حفر شده‌اند. گمانه‌ها به نوعی انتخاب شده‌اند که کل منطقه مورد مطالعه را پوشش دهد. از اطلاعات گمانه‌ها و نتایج آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی که بر اساس استاندارد ASTM انجام شده استفاده شد.

برای کنترل و تکمیل اطلاعات ژئوتکنیکی و شناسایی بهتر رسوبات زیر سطحی، ازداده‌های ۲۳ چاه دستی با عمق حداکثر ۴۰ متر استفاده شد. در شکل ۳، موقعیت گمانه‌ها و چاهک‌ها بر روی نقشه ماهواره‌ای شهر اصفهان، نشان داده شده است.

www.SID.ir

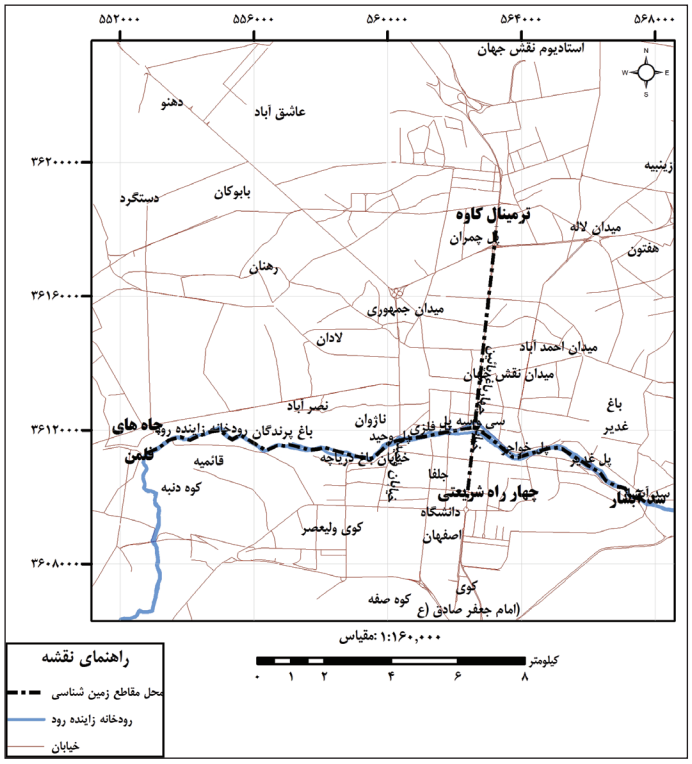
Archive of SID



شکل ۳- موقعیت گمانه ها و چاهک‌های اکتشافی بر روی نقشه شهر اصفهان.

۶- بررسی لایه های زیر سطحی و ترسیم مقاطع زمین‌شناسی

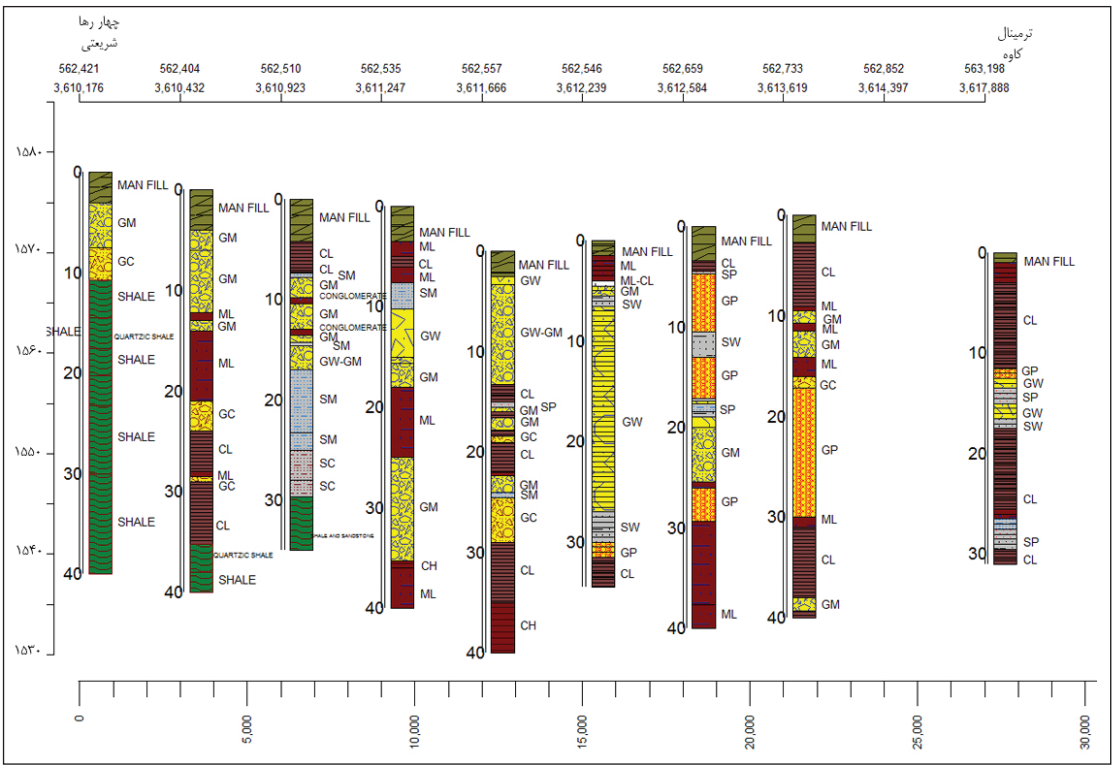
به منظور شناخت محیط رسوبی و مشخص شدن محل‌های شن و ماسه رودخانه‌ای و بررسی ضخامت آنها، از مقاطع زمین‌شناسی استفاده شد. دو مقطع زمین شناسی شماره ۱ (چهار راه شریعتی- ترمینال کاوه) و شماره ۲ (چاه‌های فلمن- سد آبشار) با استفاده از نرم افزار Rockworks16 ترسیم شد. شکل ۴ محل مقاطع مذکور را روی نقشه نشان می دهد. در شکل ۵ مقطع شماره یک (جنوبی- شمالی) و در شکل ۶، مقطع شماره ۲ (غربی- شرقی) و منطبق بر مسیر رودخانه زاینده رود نشان داده شده است.



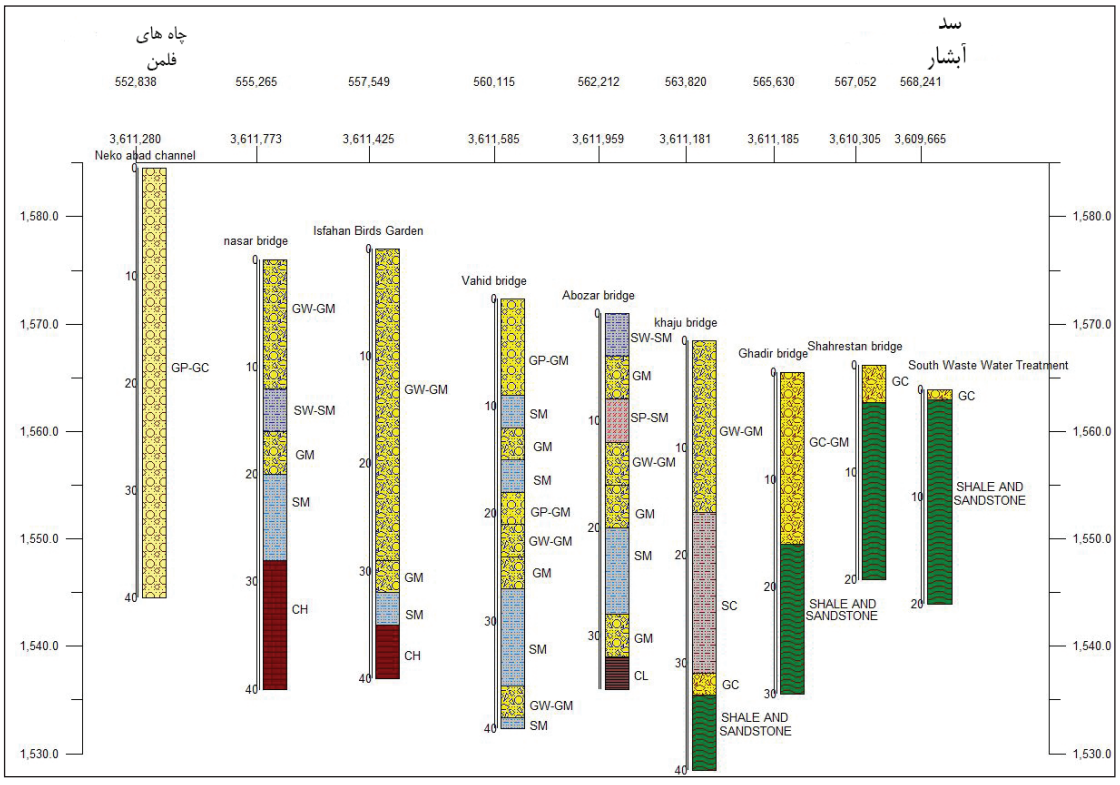
شکل ۴- نقشه محل مقاطع زمین‌شناسی شماره ۱ (چهار راه شریعتی- ترمینال کاوه) و شماره ۲ (چاه‌های فلمن- سد آبشار) در شهر اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقطع زمین‌شناسی شماره ۱ جنوبی- شمالی (چهار راه شریعتی- ترمینال کاوه).



شکل ۶- مقطع زمین‌شناسی شماره ۲ غربی- شرقی (چاه‌های فلمن- سد آبشار).

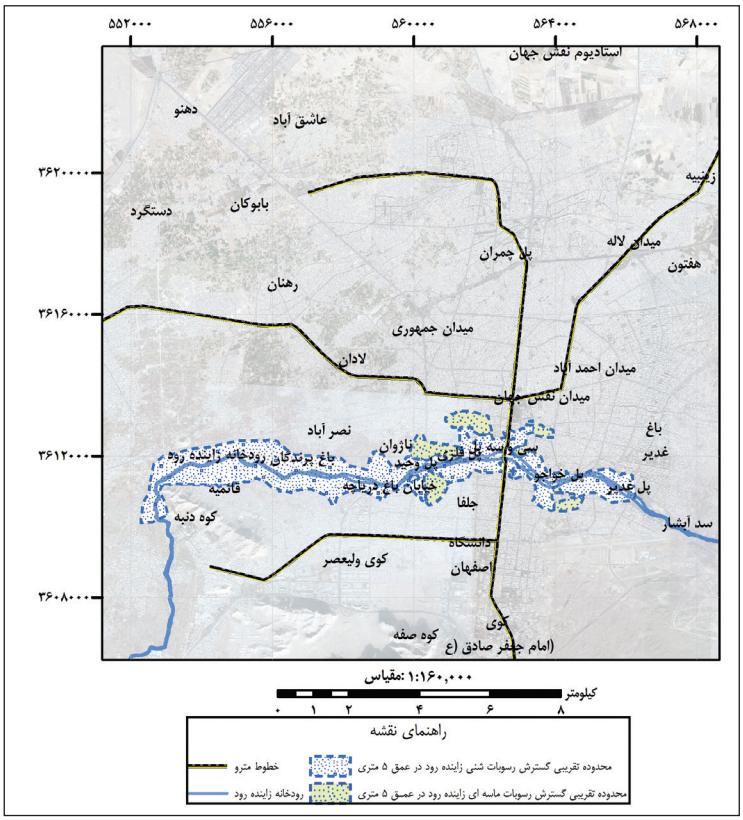
www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس این دو مقطع، سنگ کف در جنوب شهر نسبت به شمال و در شرق نسبت به غرب منطقه بالاتر است. تنوع و توالی رسوبات از جنوب به شمال زیادتر می شود که دلیل آن وجود هر دو محیط رسوبی رودخانه‌ای و مخروطه افکنه است. شن و ماسه‌ها در مصالح رودخانه‌ای دارای کرویت و گرد شدگی متوسط تا بالا است در حالی که مصالح مخروطه افکنه، تیز گوشه‌تر و کرویت و گرد شدگی پایین‌تر دارند و گاهاً همراه با قلوه سنگ هستند. جنس مصالح رودخانه‌ای آهکی، آندزیتی، دگرگونی ولیکن جنس مصالح مخروطه افکنه‌ای، بیشتر آهک و شیل است. بیشتر رسوبات درشت‌دانه شنی رودخانه بر اساس طبقه‌بندی متحد GC,GC-GM,GC- GP,GM,GP,GP-GC,GP-GM,GW,GW-GC,GW-GM و در مصالح ماسه‌ای SP,SP-SC,SP-SM,SW,SW-SC,SW-SM,SC,SC-SM,SM است.

۷- نقشه‌های محدوده گسترش نهشته‌های درشت دانه قدیمی رودخانه زاینده رود

برای بررسی گسترش عمقی رسوبات قدیمه، اطلاعات مربوط به رسوبات با استفاده از لاگ گمانه‌ها استخراج و با به کارگیری نرم افزار ARC GIS 9.3 و ابزار درون‌یابی IDW (Inverse Distance Weighted)، گسترش جانبی رسوبات در عمق‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متری تعیین شد. این روش درون یابی نسبت به سایر روش‌ها، نتایج بهتر و خطای کمتری می‌دهد (Valverde-Palacioset al., 2014; OrhanandTosun, 2010). در روش IDW، مقادیر پیکسل های مجهول از طریق میانگین گیری مقادیر نقاط معلوم در نزدیکی هر پیکسل تخمین زده می شود و مقادیری که نزدیک تر به مرکز پیکسل هستند در تخمین مقدار نامعلوم تأثیر یا وزن بیشتری دارند. به این مفهوم که در این روش فرض بر این است هر چه فاصله از مرکز پیکسل مجهول بیشتر می شود اثر بخشی پیکسل معلوم، در تخمین نقطه مجهول و محاسبه میانگین کاهش می یابد. جهت نمایش بهتر موقعیت فعلی رودخانه زاینده رود و محل نهشته های قدیمی رودخانه در اعماق و مقایسه آنها با یکدیگر، صرفاً محدوده های گسترش شن و ماسه روی نقشه‌ها نشان داده شده است. سایر لایه‌های زیر سطحی که شامل رسوبات ریز دانه دشت سیلابی در قسمت‌های شمالی و رسوبات مخروطه افکنه‌ای در قسمت جنوبی منطقه مورد نظر است حذف شده است. در شکل‌های ۷ تا ۱۰، نقشه های محدوده های تقریبی رسوبات درشت دانه قدیمی رودخانه زاینده رود در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متری ارائه شده است.



شکل ۷- نقشه محدوده تقریبی گسترش رسوبات درشت دانه رودخانه ای در عمق ۵ متری.

رسوبات درشت دانه قدیمی رودخانه زاینده رود در عمق ۵ متری (شکل ۷)، در بیشتر نقاط در فاصله ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری اطراف مسیر فعلی قرار گرفته اند و در بعضی نقاط نظیر سی و سه پل تا پل فلزی در شمال رودخانه، تا ۹۰۰ متری رودخانه نیز گسترش دارند. در قسمت جنوب شرقی منطقه (بعد از پل غدیر) به علت بالا بودن سنگ کف شیلی، این رسوبات در مسیر رودخانه فعلی گسترش ندارند به عبارت دیگر در اعماق بیشتر، خروجی رودخانه و رسوب‌گذاری آن باید در مسیرهای دیگری باشد. در این عمق رسوبات رودخانه‌ای، عمدتاً شن همراه ماسه و سیلت و رس است. لنزهای ماسه‌ای بزرگ (به مساحت تقریبی حدود 0.1 تا 0.5 کیلومتر مربع) در حد فاصل پل فلزی تا پل خواجو در دو طرف رودخانه دیده می شوند.

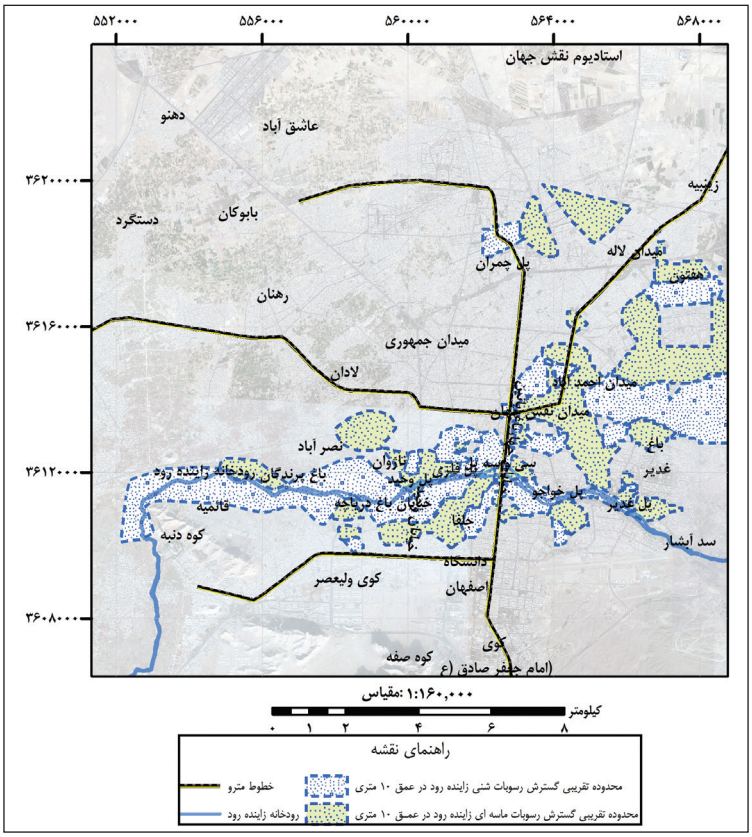
با توجه به بررسی های انجام شده می توان گفت مسیر قدیمی رودخانه در محدوده شهر اصفهان در عمق ۵ متری، تقریباً هم راستای مسیر فعلی و به سمت شرق و جنوب شرقی گسترش دارد ولیکن عرض آن در بعضی جاها به ۱۴۰۰ متر نیز می رسد.

رسوبات درشت دانه قدیمی رودخانه ای در عمق ۱۰ متری (شکل ۸)، اغلب در فاصله ۴۰۰ تا ۶۰۰ متری اطراف مسیر فعلی قرار گرفته‌اند و در بعضی نقاط مانند محله نصرآباد و سی و سه پل، در فاصله ۱۱۰۰ متری از رودخانه فعلی نیز مشاهده

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شوند. البته رسوبات شن و ماسه رودخانه‌ای در این عمق، در محدوده مرکزی و شرقی رودخانه فعلی، تا فواصل حدود ۴ کیلومتری به سمت شمال (محدوده خیابان چهارباغ پایین تا میدان احمد آباد و هفتون) و حدود۱/۸کیلومتری در جنوب شهر (محدوده خیابان باغ دریاچه تا خیابان وحید) نیزگسترش دارند. در این عمق رسوبات رودخانه‌ای، عمدتاً شن همراه ماسه و سیلت و رس است. مصالح ماسه‌ای با مساحت خیلی زیاد (حداکثر تا ۵ کیلومتر مربع) نیز در حدفاصل پل وحید تا پل شهرستان در دو طرف رودخانه دیده می شود. بر اساس بررسی‌های انجام شده می توان گفت مسیر قدیمی رودخانه در محدوده شهر اصفهان در عمق ۱۰ متری، تا محدوده پل غدیر، تقریباً هم راستای مسیر فعلی و به سمت شرق و جنوب شرقی است ولیکن در محدوده سی و سه پل، شاخه‌ای از رودخانه قدیمی به سمت شرق و شمال غربی منطقه گسترش پیدا می‌کند که عرض آن زیاد و گاهاً تا ۱۵۰۰ متر نیز می‌رسد.



شکل ۸- نقشه محدوده تقریبی گسترش رسوبات درشت دانه رودخانه ای در عمق ۱۰ متری.

رسوبات درشت دانه قدیمی رودخانه زاینده رود در عمق ۲۰ متری (شکل ۹)، اغلب در فاصله ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ متری اطراف مسیر فعلی قرار می گیرند. البته رسوبات شن و ماسه رودخانه‌ای از محل رودخانه فعلی، به سمت شمال (میدان لاله) تا فاصله حدود ۷ کیلومتری و در جنوب شهر تا فاصله حدود ۰/۵ کیلومتری (محدوده خیابان باغ دریاچه) گسترش دارند. در این عمق رسوبات رودخانه‌ای عمدتاً شن همراه ماسه و سیلت و رس است. در حدفاصل ناژوان تا هفتون مصالح ماسه‌ای با مساحت خیلی زیاد (حداکثر ۴ کیلومتر مربع) نیز در دو طرف رودخانه دیده می‌شود.

با توجه به شواهد موجود، می‌توان گفت مسیر قدیمی رودخانه در عمق ۲۰ متری تا محدوده سی و سه پل، تقریباً هم راستای مسیر فعلی و به سمت شرق و جنوب شرقی است. ولیکن دو شاخه به عرض حدود ۱ تا ۱/۵ کیلومتر از رودخانه، در محدوده سی و سه پل و محله نصر آباد، به سمت شمال غرب شهر گسترش پیدا می کنند.

رسوبات درشت دانه قدیمی رودخانه زاینده رود در عمق ۳۰ متری (شکل ۱۰)، علاوه بر گسترش در زیر مسیر فعلی رودخانه تا محدوده باغ پرندگان، در جنوب شهر و همچنین با عرض حدود ۴ کیلومتری به سمت شمال شرق و تا فاصله حدود ۹ کیلومتری از مسیر فعلی (خیابان زینبیه) گسترش می‌یابند. در این عمق رسوبات رودخانه‌ای عمدتاً شن همراه ماسه و سیلت و رس است. مصالح ماسه‌ای نیز با مساحت خیلی زیاد (حداکثر تا ۳۶ کیلومتر مربع)، در حدفاصل میدان لاله تا پل بزرگمهر و محدوده پل مارنان تا کهندژ در دو طرف رودخانه دیده می‌شوند.

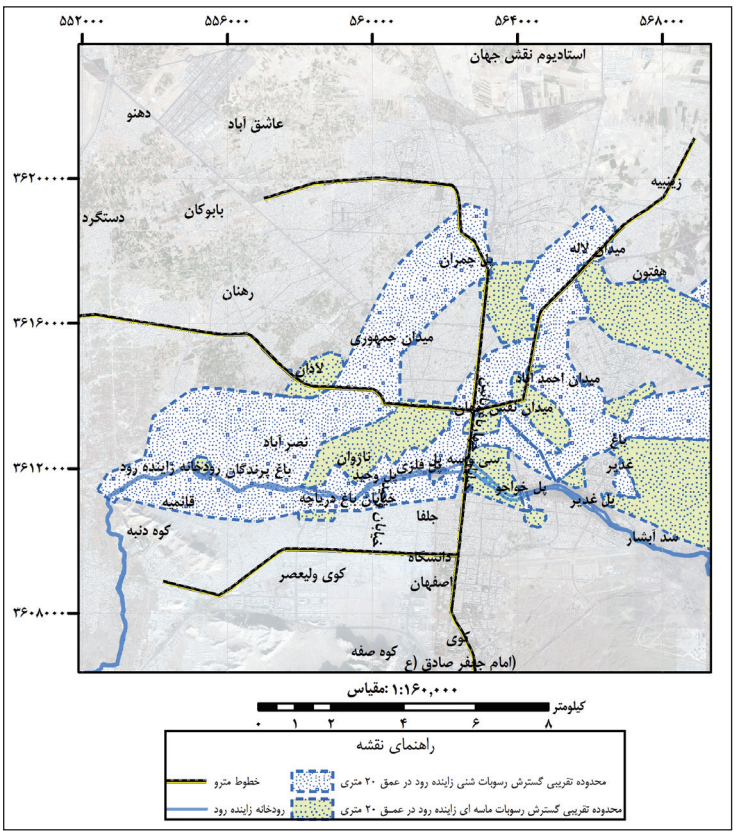
سلطانی کوپائی (۱۳۸۲)، بر اساس اطلاعات زمین‌شناسی و رسوب‌شناسی در محدوده شهر اصفهان بیان کرده است رودخانه زاینده رود دو شاخه می‌شود. شاخه قدیمی و شمالی آن به دلیل بار رسوبی و بالا آمدن بستر قطع شده است و بین این دو شاخه، پشته یا سد رسوبی میان رودخانه‌ای وجود دارد. ولیکن نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد رودخانه در گذشته، در شمال و شمال غربی شهر بوده است و به تدریج و با رسوب‌گذاری به سمت جنوب شهر و موقعیت فعلی پیشروی کرده است. به عبارت دیگر گسترش رسوبات درشت دانه رودخانه‌ای زاینده رود صرفاً مختص به محدوده مسیر فعلی رودخانه نیست و در مسیرها، اعماق و موقعیت‌های مختلف شهر نیز وجود دارند.

تغییرات عرض و مسیر رودخانه، به‌طور گسترده در عمق‌های مختلف، می‌تواند بیانگر تغییرات گسترده بار رسوبی در محیط کانال رودخانه‌ای است. میزان گستردگی این محیط رسوبی، به شرایط آب و هوایی گذشته و شیب محیط بستگی دارد به عبارت دیگر می‌توان گفت تغییرات زیاد در شدت جریان و حجم آب رودخانه در گذشته، می‌تواند در اثر تغییر در شرایط آب و هوایی و اقلیم باشد. نتایج سایر

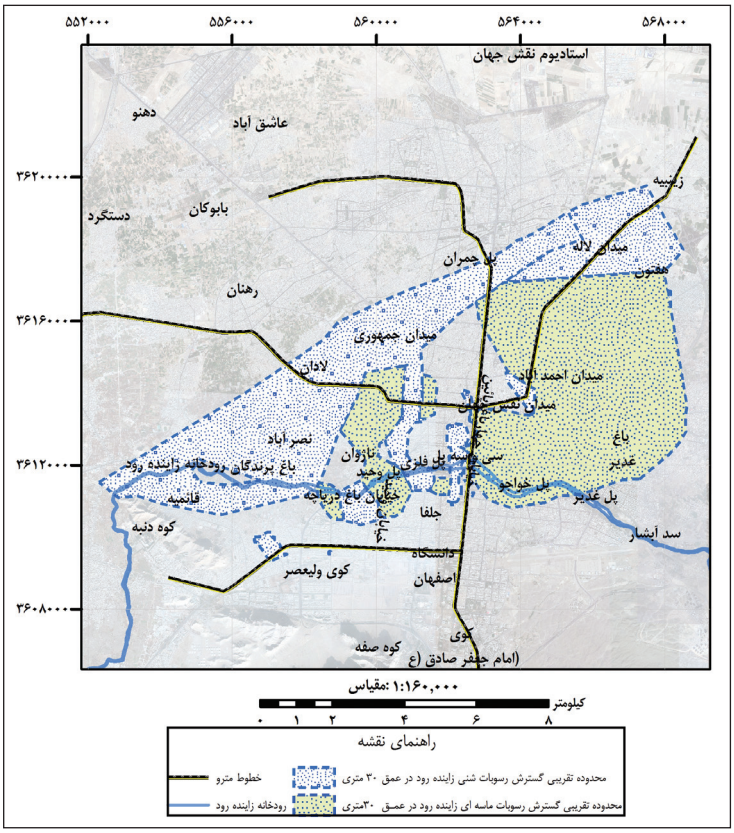
www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات رسوب‌شناسی و ژئومورفولوژی نیز گویای این است که حوضه آبریز رودخانه زاینده رود در گذشته آب و هوای متفاوت از امروز داشته است و تغییرات اقلیمی عمیق و گسترده ای را تجربه کرده است (کیانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ داودی و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۹- نقشه محدوده تقریبی گسترش رسوبات درشت دانه رودخانه ای در عمق ۲۰ متری.



شکل ۱۰- نقشه محدوده تقریبی گسترش رسوبات درشت دانه رودخانه ای در عمق ۳۰ متری.

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات تراز سطح اساس (مصب) رودخانه، یکی دیگر از عوامل مهم است که در فرسایش و رسوب‌گذاری بستر رودخانه زاینده رود می تواند حائز اهمیت باشد. این تغییرات می‌تواند به دلیل افزایش یا کاهش قابل توجه دبی رودخانه یا عوامل تکتونیکی است. شواهدی مشخصی، دال بر تأثیر عوامل تکتونیکی بر سطح اساس رودخانه زاینده رود و چگونگی آن مشاهده نشد ولیکن این موضوع نیاز به بررسی بیشتر دارد. در این پژوهش، بیشتر به تغییرات تراز سطح آب در مصب رودخانه پرداخته شده است. بر اساس بررسی صورت گرفته توسط کیانی و همکاران (۱۳۹۴)، به دلیل تغییرات اقلیمی زیاد، بیشترین تراز سطح آب دریاچه گاوخونی در گذشته ۱۵۵۰ متر، تراز کف دریاچه ۱۴۷۰ متر و عمق آب حدود ۸۰ متر بوده است و دریاچه تا نزدیکی شهر اصفهان گسترش داشته است. لذا می توان گفت افزایش تراز آب در مصب رودخانه زاینده رود (دریاچه گاوخونی) در گذشته باعث افزایش رسوب‌گذاری و بالا آمدن تراز بستر رودخانه و جابه‌جایی آن، از ترازهای پایین‌تر در شمال شهر به ترازهای بالاتر در جنوب شهر، شده است.

۸- خواص ژئوتکنیکی نهشته‌های درشت دانه قدیمی رودخانه زاینده‌رود

جهت بررسی خواص ژئوتکنیکی این مصالح، نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا به دست آمده از ۳۸۴ گمانه و ۲۳ چاه دستی در محدوده شهر اصفهان، که بر اساس استانداردهای ASTM انجام شده اند، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر همین اساس با استفاده از نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی، خواص فیزیکی مصالح و با استفاده از آزمایش‌های برجا، ویژگی‌های مهندسی و نفوذپذیری آنها تعیین شد.

در جدول ۱، مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین برای خواص فیزیکی مصالح، در جدول ۲ مقادیر نفوذپذیری صحرایی و در جدول ۳، خواص مقاومتی و تغییرشکل‌پذیری ارائه شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش‌های برجا در مصالح شن و ماسه رودخانه، می‌توان گفت مقادیر SPT ، بیانگر مقاومت متوسط تا زیاد و دانسیته نسبی این مصالح در رده متوسط تا خیلی متراکم قرار می‌گیرد. مقادیر میانگین چسبندگی به ترتیب برای شن و ماسه ۰/۱۸ و۰/۲۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، زاویه اصطکاک داخلی برای شن بین ۳۲ تا ۴۵ درجه و برای ماسه مقدار میانگین آن ۳۷/۲ درجه و مقدار مدول الاستیسیته برای شن، ۲۲۸ تا ۹۱۴کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و برای ماسه از ۱۵۷ تا ۸۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تغییر می کند. نتایج آزمایش‌های برجا، نشان دهنده مقاومت متوسط تا بالا این مصالح است. همچنین به دلیل اینکه در عمق‌های مختلف، تمام پارامترهای مهندسی برای شن و ماسه به تفکیک وجود نداشتند، مقدار میانگین برخی پارامترهای ژئوتکنیکی شن و ماسه با یگدیگر بررسی و تغییرات آنها نسبت به عمق بررسی می‌شود. بر همین اساس مشخص شد تغییر معنا داری نسبت به عمق (افزایش یا کاهشی) در هیچکدام از این پارامترها وجود ندارد. خواص ژئوتکنیکی شن و ماسه رودخانه‌ای در عمق‌های مختلف در جدول ۴ (مقادیر میانگین) ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی لایه‌های شن و ماسه رودخانه زاینده رود.

طبقه بندی یونیفاید	رطوبت (%)	نسبت پوکی	تخلخل (%)	دانسیته اشباع (g/cm^3)	دانسیته طبیعی (g/cm^3)	دانسیته خشک (g/cm^3)	خصوصیات فیزیکی لایه‌ها	
GM, GW-GM, GC,GP	0.4-25.6 Aver:12.9	0.21-0.72 Aver:0.43	17-42 Aver: 29	2.12-2.39 Aver:2.28	1.80-2.33 Aver:2.10	1.56-2.16 Aver:1.91	شن	رودخانه ای
SC,SC-SM,SP, SP-SM, SW, SW-SM	1.3-32.3 Aver:11.79	0.21-0.51 Aver:0.34	-	2.08-2.37 Aver:2.27	1.77-2.3 Aver:2.07	1.54-2.19 Aver: 1.91	ماسه	

جدول ۲- نفوذپذیری آزمایشگاهی و صحرایی لایه‌های شن و ماسه رودخانه زاینده رود.

نفوذپذیری صحرائی (بار افتان) (Cm/s)	نفوذپذیری صحرائی (بار ثابت) (Cm/s)	میزان نفوذ پذیری لایه‌ها	
$1.1*10^{-6}$- $2*10^{-1}$ Aver:$1.5*10^{-2}$	$3.5*10^{-6}$- $2*10^{-1}$ Aver:$4.4*10^{-2}$	شن	رودخانه ای
$1*10^{-5}$ - $4*10^{-2}$ Aver:$4.3*10^{-3}$	$2.1*10^{-6}$- $2.8*10^{-2}$ Aver:$7*10^{-3}$	ماسه	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- خواص مقاومتی و تغییر شکل پذیری لایه‌های شن و ماسه رودخانه زاینده رود در اصفهان بر اساس آزمایش‌های برجا.

آزمایش پرسیومتری	آزمایش بارگذاری صفحه ای		آزمایش برش مستقیم برجا			خصوصیات مقاومتی / لایه ها	
مدول الاستیسیته (Kg/cm^2)	ظرفیت باربری مجاز (Kg/cm^2)	مدول الاستیسیته (Kg/cm^2)	زوایه اصطکاک داخلی (درجه)	چسبندگی (Kg/cm^2)	SPT		
-	6-12 Aver:9.33	228-914 Aver:477	32-45 Aver:38.9	0.03-0.36 Aver:0.18	14-60 Aver:52	شن	رودخانه ای
329-400 Aver:366	5.6-12 Aver:7.68	157-850 Aver:397.22	34.22-38.80 Aver: 37.2	Aver:0.23 0.14-0.36	6-60 Aver:42	ماسه	

جدول ۴- خواص ژئوتکنیکی شن و ماسه رودخانه زاینده رود در عمق‌های مختلف.

نفوذ استاندارد	چسبندگی (Kg/cm^2)	اصطکاک داخلی	رطوبت (%)	نسبت پوکی	تخلخل (%)	دانسیته طبیعی (g/cm3)	دانسیته خشک (g/cm^3)	خصوصیات ژئوتکنیکی عمق لایه (متر)
48	0.14	35.5	18.65	0.553	41.9	2.08	1.765	**5**
42	0.11	33.5	7.44	0.45	28.5	2.03	1.95	**10**
60	0.03	35.3	16.55	-	-	1.99	1.89	**20**
48	0.031	34	14.85	-	34	2.07	1.879	**30**

۹- نتیجه‌گیری

در این مطالعه ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی نهشته‌های درشت‌دانه (شن و ماسه) قدیمی رودخانه زاینده رود بررسی و گسترش زیرسطحی این نهشته‌ها در عمق‌های مختلف مشخص شده است. در همین راستا ضمن بررسی زمین‌شناسی سطی وزیرسطحی این مصالح، نقشه‌هایی از محدوده تقریبی گسترش آنها در عمق‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متری ارائه شد و خواص ژئوتکنیکی این مصالح با استفاده از آزمایش‌های برجا و آزمایشگاهی مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته است. نتایج این پژوهش می‌تواند یک دید مناسب و کلی از وضعیت زمین‌شناسی و ژئوتکنیک این مصالح در شهر اصفهان، به مهندسان طراح پروژه‌ها بدهد. با توجه به هزینه بالا و زمان‌بر بودن حفاری‌ها و آزمایش‌های ژئوتکنیک، می‌توان برای انتخاب سریع خواص مهندسی شن و ماسه رودخانه‌ای و انجام طراحی های اولیه در پروژه‌های کوچک مقیاس، از خواص ژئوتکنیکی ارائه شده در این مطالعه، برای این مصالح در شهر اصفهان استفاده کرد. با استفاده از نقشه‌های محدوده گسترش شن و ماسه رودخانه‌ای در اعماق مختلف، می‌توان مخاطرات احتمالی زمین‌شناسی زیرسطحی را در مراحل اولیه مطالعات پروژه‌های عمرانی پیش‌بینی کرد و قبل از اجرای پروژه، تمهیدات لازم برای پایدارسازی، پمپاژ آب در صورت نیاز و آمادگی لازم برای مقابله با مشکلات احتمالی حفاری در این مصالح را فراهم کرد.

نتایج به دست آمده در این پژوهش به شرح زیر است:

بر اساس بررسی‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی، مصالح شن و ماسه‌های رودخانه‌ای دارای گرویت و گرد شدگی متوسط تا بالا هستند. جنس مصالح رودخانه‌ای متنوع و شامل ذرات آهکی، آندزیتی و دگرگونی است. نام این مصالح، بر اساس طبقه‌بندی یونیفاید برای مصالح شنی GC,GC-GM,GC-GP,GM,GP,GP-GC,GP-GM,GW,GW-GC,GW-GM و برای مصالح ماسه‌ای SP,SP-SC,SP-SM,SW,SW-SC,SW-SM,SC,SC-SM,SM است.

بررسی مقادیر میانگین برخی پارامترهای ژئوتکنیکی مصالح شن و ماسه رودخانه زاینده رود برای اعماق مختلف، نشان می‌دهد تغییر معنا داری، نسبت به افزایش یا کاهشی عمق، در دانسیته خشک، طبیعی، تخلخل، نسبت پوکی، حدود آتربرگ، چسبندگی، اصطکاک داخلی و نفوذ استاندارد وجود ندارد.

بر اساس نقشه‌های تهیه شده از محدوده تقریبی گسترش نهشته‌های درشت دانه رودخانه زاینده رود، مشخص شده است این مصالح علاوه بر مسیر فعلی رودخانه، در جاهای دیگر شهر و حتی در فواصل خیلی دور و شمال شهر، در عمق حدود ۲۰ تا ۳۰ متری نیز گسترش دارند، به عبارت دیگر رودخانه زاینده رود در گذشته در مسیرهای دیگری غیر از مسیر فعلی، بوده است. با افزایش عمق، رسوبات درشت دانه رودخانه، از جنوب به سمت شمال و شمال شرق شهر گسترش می یابد و در مسیرها، اعماق و موقعیت‌های مختلف وجود دارند. مسیر رودخانه در گذشته در سمت شمال و شمال غربی شهر بوده است و به تدریج و با رسوب‌گذاری به سمت جنوب شهر و موقعیت فعلی آمده است.

تغییرات مسیر رودخانه و عرض آن به‌صورت گسترده در عمق‌های مختلف، می‌تواند بیانگر تغییر زیاد رژیم رودخانه و بار رسوبی آن، در اثر تغییر

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط آب و هوایی و اقلیم در گذشته باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت به دلیل تغییرات شدید آب و هوایی در گذشته، دبی رودخانه زاینده رود به‌صورت قابل توجه افزایش یافته و به تبع آن تراز سطح آب در محل مصب (سطح اساس) رودخانه زاینده رود (گاوخونی) بالا رفته و باعث ایجاد دریاچه‌ای بزرگ و گسترش آن تا نزدیکی شهر اصفهان شده است. این امر منجر به افزایش رسوب‌گذاری و بالا آمدن تراز بستر رودخانه و جابه‌جایی آن، از تراز های پایین‌تر در شمال شهر به ترازهای بالاتر در جنوب، در محدوده شهر اصفهان شده است.

کتابنگاری

آقانباتی، س. ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافی معدن کشور، ۵۸۶ ص.

داودی، ا.، شبانیان بروجنی، ن. و داودیان دهکردی، ع.، ۱۳۹۴- تحلیل ویژگی‌های رسوب‌شناسی پادگانه های آبرفتی رودخانه زاینده رود و تعیین منشأ آنها، مجله پژوهش‌های فرسایش محیطی، دوره ۱۸، شماره ۲، صص. ۶۷ تا ۸۴.

سلطانی کوپائی، س.،۱۳۸۲- بررسی محدوده اصفهان از نظر نوع محیط رسوبی و تغییرات مسیر زاینده رود در آن، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۴.

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک، ۱۳۷۶-گزارش مطالعات ژئوتکنیک پل زیر گذر خواجو، ۳۷ ص.

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک، ۱۳۹۶-گزارش تحقیقات و مطالعات مکانیک خاک مخزن ۱۰۰۰ متر مکعبی شماره ۳ ناژوان، ۵۸ ص.

شرکت مهندسین مشاور آروین آژند، ۱۳۹۳-گزارش مطالعات ژئوتکنیک مجتمع تجاری در خیابان فردوسی، ۷۶ ص.

شرکت مهندسین مشاور آزمونه فولاد، ۱۳۹۴-گزارش مطالعات ژئوتکنیک مجتمع یادمان همدانیان (بافناز)، جلد۱، ۱۱۰ ص.

شرکت مهندسین مشاور زمین فن آوران، ۱۳۸۵- گزارش شرایط ژئوتکنیکی ایستگاه‌های سی و سه پل تا ایستگاه آزادی (طرح خط ۱ قطار شهری اصفهان)، ۳۰ ص.

شرکت مهندسین مشاور زمین فن آوران، ۱۳۹۶- گزارش نهایی مطالعات ژئوتکنیکی و نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی و صحرایی طرح خط ۳ قطار شهری اصفهان، ۱۱۵ ص.

عبداللهی، م. ر.، جعفریان، م. ب.، گودرزی، غ.، پیرهادی، غ. ر. و پرتوآذر، ه.، ۱۳۹۳الف- نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰ اصفهان (III NE 6355)، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

عبداللهی، م. ر.، جعفریان، م. ب.، گودرزی، غ.، پیرهادی، غ. ر. و پرتوآذر، ه.، ۱۳۹۳ب- نقشه نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰ جنوب اصفهان (III SE 6355)، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

عبداللهی، م. ر.، جعفریان، م. ب.، گودرزی، غ.، پیرهادی، غ. ر. و پرتوآذر، ه.،۱۳۹۳ج- نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰ خمینی شهر (IIII NW 6355)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

عبداللهی، م. ر.، جعفریان، م. ب.، گودرزی، غ.، پیرهادی، غ. ر. و پرتوآذر، ه.،۱۳۹۳د- نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰ فلاورجان (IIII SW 6355)، ، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

قضاوی، م. و شاهمندی، ع.، ۱۳۹۳الف- گزارش نهایی مطالعات ژئوتکنیک خط ۲ (طرح خط ۲ قطار شهری اصفهان)، جلد ۱، ۵۲۸ ص.

قضاوی، م. و شاهمندی، ع.، ۱۳۹۳ب- گزارش نهایی مطالعات ژئوتکنیک خط ۲ (طرح خط ۲ قطار شهری اصفهان)، جلد ۲، ۱۶۷ص.

کیانی، ط.، رامشت، م. ح.، ملکی، ا. و صفاکیش، ف.، ۱۳۹۴- بررسی تغییر اقلیم حوضه گاوخونی در فاز پایانی کواترنر، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۸، شماره ۲، صص. ۲۱۳ تا ۲۲۹.

References

Anbazhagan, P., Parihar, A. and Rashmi, H. N., 2012- Review of correlations between SPT N and shear modulus: A new correlation applicable to any region. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, v. 36, p. 52-69. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2012.01.005.

BakhshandehAmnieh, H., Zamzam, M. S. and Mozdianfard, M. R., 2016- Geological Hazards analysis in Urban Tunneling by EPB Machine (Case study: Tehran subway line 7 tunnel). International Journal of Mining and Geo-Engineering, v. 50(1), p. 23-36.https://doi.org/10.22059/IJMGE.2016.57306.

Barlow, J. P. and Cavers, D. S., 2016- The Role of Geotechnical Investigation for Directionally Drilled River Crossings. In 1996 1st International Pipeline Conference (pp. 1229-1235). American Society of Mechanical Engineers Digital Collection. https://doi.org/10.1115/IPC1996-1936.

Daniels, J. M., 2003- Floodplain aggradation and pedogenesis in a semiarid environment. Geomorphology, v. 56(3), p. 225-242. https://doi.org/10.1016/S0169-555X(03)00153-3.

Dassargues, A., Biver, P. and Monjoie, A., 1991- Geotechnical properties of the quaternary sediments in Shanghai. Engineering Geology, v. 31(1), p. 71-90. https://doi.org/10.1016/0013-7952(91)90058-S.

Delgado, J., Alfaro, P., Andreu, J. M., Cuenca, A., Doménech, C., Estévez, A. and Yébenes, A., 2003- Engineering-geological model of the Segura River flood plain (SE Spain): a case study for engineering planning. Engineering Geology, v. 68(3), p. 171-187. https://doi.org/10.1016/S0013-7952(02)00226-0.

FarashiS. and Ajalloeian, R., 2012- Engineering geological mapping at east of Isfahan city using GIS, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 6(1), p. 165-172.http://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2012/January/165-172.pdf.

Ismail, M. A. M., Majid, T. A., Goh, C. O., Lim, S. P. and Tan, C. G., 2019- Geological assessment for tunnel excavation under river with shallow overburden using surface site investigation data and electrical resistivity tomography. Measurement, v. 144, p. 260-274. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.05.025.

Kudmetha, K. K. and Dey, A., 2013- Uncertainty in Predicting Bearing Capacity of Piles in Sand Using SPT Data. In Proceedings of the International Symposium on Engineering under Uncertainty: Safety Assessment and Management (ISEUSAM-2012) (pp. 1315-1329). Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-0757-3_92.

www.SID.ir

Archive of SID

Lee, C., Kim, K. S., Woo, W. and Lee, W., 2014- Soil Stiffness Gauge (SSG) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) tests for estimating engineering properties of weathered sandy soils in Korea. Engineering Geology, v. 169, p. 91-99. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2013.11.010.

Meisina, C., 2006- Engineering geological mapping for urban areas of the OltrepoPavese plain (Northern Italy). In Proceedings of the 10th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG), Nottingham, UK (pp. 6-10).

Orhan, A. and Tosun, H., 2010- Visualization of geotechnical data by means of geographic information system: a case study in Eskisehir city (NW Turkey). Environmental Earth Sciences, v. 61(3), p.455-465. https://doi.org/10.1007/s12665-009-0357-1.

Razmyar, A. and Eslami, A., 2017- Geotechnical characterization of soils in the eastern and western areas of tehran. Engineering, Technology and Applied Science Research, v. 7(4), p. 1802-1810.https://www.etasr.com/index.php/ETASR/article/view/1200.

Rowe, P. W., 1972- The relevance of soil fabric to site investigation practice. 12 Rankine Lecture, Geotechnique, v. 22 (2), p. 195-300. https://doi.org/10.1680/geot.1972.22.2.195.

Selley, R. C., 2004- Ancient sedimentary Enviroments: And Their Sub-surface Diagnosis. Routledge, 4 th, 318 P.

Teme, S. N. C. and Ubong, E., 2008- An evaluation of the geotechnical characteristics of the abutments of a proposed bridge across a 400-meter river channel in the lower niger delta, Nigeria. International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering.https://scholarsmine.mst.edu/icchge/6icchge/session08c/1/.

Valverde-Palacios, I., Valverde-Espinosa, I., Irigaray, C. and Chacón, J., 2014- Geotechnical map of Holocene alluvial soil deposits in the metropolitan area of Granada (Spain): a GIS approach. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, v. 73(1), p. 177-192. https://doi.org/10.1007/s10064-013-0540-1.

Youdeowei, P. O. and Nwankwoala, H. O., 2011- Studies on sub-soil characteristics of sand deposits in some parts of Bayelsa State, Eastern Niger Delta, Nigeria. Journal of Soil Science and Environmental Management, v. 2(2), p. 34-38 http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380033184_Youdeowei%20and%20Nwankwoala.pdf.

www.SID.ir

Archive of SID

Scientific Quarterly Journal, GEOSCIENCES, Vol. 30, No.117, Autumn 2020

The subsurface development and geological and geotechnical characteristics of coarse-grained sediments of Zayandeh Rood river in Isfahan city

M. Mohammadi[1], S. Fatemi Aghda[2*], M, Talkhablou[3] and A. Choshomi[4]

[1]Ph.D. Student, Department of Applied Geology, Faculty of Earth Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

[2]Professor, Department of Applied Geology, Faculty of Earth Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

[3]Assistant Professor, Department of Applied Geology, Faculty of Earth Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

[4]Associate Professor, School of Geology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

Received: 2019 November 23 Accepted: 2020 May 18

Abstract

Description and Understanding the sedimentary environment helps a lot in the initial estimation of the engineering properties of materials and planning of geotechnical studies. Most of the quaternary sediments (coarse and fine grained) of the Isfahan city were deposited by the Zayandehroodriver.Understanding the geotechnical characteristics and subsurface development of these sediments are essential in the old sedimentary environment for a couple of reasons. Firstly, it is difficult to determine the geotechnical characteristics of coarse-grained sediments and there is uncertainty in the subsurface development of these sediments at distant locations from the Zayandehroodriver. Secondly, it is development of construction and the necessity of digging underground spaces Therefore, in this study, using the geotechnical data of 384 boreholes, maps of the approximate range of coarse-grained sediments of the Zayandehrood River were prepared at depths of 5, 10, 20 and 30 m and their geotechnical characteristics were statistical analyzed by the results of laboratory and insitu tests. The results show that the geotechnical characteristics of coarse-grained sediments do not change significantly with the change of depth and the approximate range of subsurface expansion of this river has been in the past in places other than the present river route.

Keywords: old coarse-grained deposits, Zayandehrood river, geotechnical properties, laboratory and in situ tests, river sedimentary environment

For Persian Version see pages 231 to 242

*Corresponding author: M. FatemiAghda; E-mail: fatemi@khu.ac.ir

Created with www.SID.ir
nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional