فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال سیزدهم، شماره ۴۸، پاییز ۹۸

اثرات زیست محیطی انباشت خاکهای حاصل از حفاری تونلهای متروی اصفهان در منطقه گردنه زینل (شرق اصفهان)

علی رادهوش[۱] و عبدالحسین کنگازیان[۲*]

۱- دانش آموخته گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان
۲- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان

چکیده

این تحقیق به اثرات زیست محیطی انباشت خاکهای تونلهای متروی اصفهان در گردنه‌زینل (شرق اصفهان) می‌پردازد. اطلاعات آن از آزمایش دانه‌بندی و تعیین درصد کربن آلی نمونه خاکهای طبیعی منطقه، انباشت‌شده و تازه‌حفاری‌شده گردآوری گردید. بخشی نیز از اندازه‌گیری مختصات جغرافیایی و ارتفاع محل نمونه خاکهای انباشت‌شده و طبیعی و بررسی سابقه اقلیمی منطقه بدست آمد. مقایسه معیارهای مرکزی و معیارهای یکنواختی نمونه خاکهای ذکر شده نشان داد که بین معیارهای‌ذکر شده مربوط به خاکهای تازه‌حفاری‌شده با خاکهای طبیعی تفاوت زیاد و بین معیارهای ذکر شده مربوط به خاکهای انباشت‌شده با خاکهای طبیعی همسانی زیادی وجود دارد. نتایج گویای ایجاد اختلاف ارتفاع نسبی بر اثر انباشت خاکهای حفاری در منطقه است که باعث برهم خوردن تعادل بین فرآیندهای مرفوژنیک و پدوژنیک گشته به طوری که بر اثر آن و نیز دفن شدن خاکهای طبیعی فرآیندهای پدوژنیک برای آنها متوقف شده است. ویژگیهای دانه‌بندی خاکهای مترو، نفوذپذیری آنها را افزایش داده و فعالیت فرآیندهای پدوژنیک را در آنها (نسبت به خاکهای طبیعی دفن نشده) سرعت بخشیده است. جهت وزش باد بیشینه در منطقه نشان می‌دهد که جهت وزش باد در منطقه به سمت شرق است و درنتیجه انباشت خاکها درمنطقه نمی تواند باعث افزایش میزان گرد و غبار درشهر اصفهان شود.

واژگان کلیدی: حفاری تونل مترو، فرآینده های پدوزنیک، فرآیندهای مرفوژنیک، زمین شناسی زیست محیطی، گردنه زینل.

مقدمه

در سالهای اخیر اجرای طرحهای مترو در شهرهای پر جمعیت ایران شتاب فزآینده ای به خود گرفته است. از مهمترین مسائلی که در حین ساخت تونل های مربوط به این طرحها بوجود می آید، می توان به فرونشست در اثر حفر تونل، نشت مواد در حین حفاری به بیرون از تونل و ایجاد تغییر شکل سازه های سطحی (مانند ساختمانها، پل ها، خیابان ها، معابر و اماکن باستان و فرهنگی) اشاره کرد. در زمینه ی مسائل ذکرشده تحقیقات زیادی انجام شده است که از جمله می توان به مطالعات ، (عنبری ،۱۳۹۳)،(هاتف و همکاران ،۱۳۹۳)،(باغبان گل پسند و همکاران،۱۳۹۲)، (حمیدی و همکاران ،۱۳۸۹)، (کریمی و عبدی پور،۱۳۸۹)، (عبدی پور و همکاران ،۱۳۸۹)و (پاکباز و حیدری زاده ،۱۳۸۷) اشاره نمود. اما نکته ای که مجهول مانده و کمتر به آن پرداخته شده است مربوط به خاکها ی تولید شده از حفاری تونل ها و معبرهای مرتبط با قطار شهری و مسائل زیست محیطی مرتبط با آنهاست که تحقیقات کمی در مورد آن صورت گرفته است (به عنوان مثال می توان از آمیغ و مهدوی عادلی، ۱۳۹۲؛ دانشیان و همکاران، ۱۳۹۲؛ بخشنده امینه و همکاران، ۱۳۹۲ و Shimazu 1997 نام برد). این تحقیق قصد دارد با مد نظر قرار دادن خاکهای حاصل از حفر تونل های قطار شهری اصفهان به مسائل زمین شناسی زیست محیطی مرتبط با آن بپردازد. در واقع این تحقیق تغییراتی که بر اثر انباشت این حاکها در منطقه انباشت در شرق اصفهان (گردنه زینل) به وجود می آید را مورد بررسی و تحلیل قرار داده است. این تغییرات عبارتند از:

۱) به هم خوردن تعادل بین فرآیندهای مرفوژنیک و فرآیندهای پدوژنیک ، افزایش ماده ی تسهیل کننده حفاری (فوم) در منطقه، ۲) تغییر در میزان منشأ ذرات ریز و افزایش ریز گرد ها. با توجه به اینکه برخی از اصطلاحات علمی مفاهیم متعددی را شامل می شوند ذکر مفهوم چند اصطلاح درمقدمه این مقاله ضروری است. اصطلاح خاک از اصطلاحاتی است که تعاریف زیادی برای آن نموده اند علت این امر را دیدگاه و نگرش متخصصان به خاک دانسته اند (بیاتی خطیبی و کرمی، ۱۳۹۰). اما در این تحقیق این اصطلاح با دو نگرش تعریف شده است نگرش اول نگرشی است که مهندسان برای توصیف تمامی مواد منفصل دانسته اند. نگرش دوم میز مفهوم کشاورزی آن است که مهندسین خاک با تاکید بر بعد بیولوژیک آن تعریف نموده اند (Birkeland, 1999). منظور از فرآیندهای مرفوژنیک فرآیندهایی است بیرونی و طبیعی که با ایجاد رسوب، جابجایی و انباشت آنها باعث شکل دهی سطح زمین می شود. منظور از فرآیندهای پدوژنیک فرآیندهایی هستند که سبب تشکیل خاک با مفهوم کشاورزی آن می گردد. به نظر (بیاتی خطیبی و کرمی ،۱۳۹۰) تغییر در میزان ایجاد رسوب (یا خاک به مفهوم مهندسی آن) از سنگها، تغییر در شدت خروج آنها و تغییر در میزان انباشت و تجمع آنها در یک ناحیه (چه به صورت طبیعی و چه به صورت مصنوعی) بر سرعت تشکیل خاک (به مفهوم کشاورزی آن) و نیز ضخامت آن به شدت تاثیر می گذارد.

روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا اطلاعات مربوط به منطقه انباشت خاکهای حاصل از حفاری متروی اصفهان (گردنه زینل در شرق اصفهان) از نقشه ی زمین شناسی منطقه (Zahedi & samadian, 1978) و عکس ماهواره ای آن (گوگل ارث ۲۰۱۵) و سایت سازمان هواشناسی (۱۳۹۵) اقتباس گردید.سپس تعداد ۳۰ نمونه از خاکهای تازه حفاری شده از تونل در حال احداث مسیر دروازه دولت اصفهان ، ۳۰ نمونه از خاکهای انباشت شده در منطقه انباشت و ۳۰ نمونه نیز از خاکهای طبیعی همان منطقه (به عنوان نمونه های شاهد) برداشت (نمونه برداری خوشه ای تصادفی؛ عبدالله زاده و عبدالله زاده ۱۳۷۸) و با استفاده از سری الکهای استاندارد سری ASTM (افلاکی ۱۳۷۶) در آزمایشگاه رسوب شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) دانه بندی شدند. موقعیت جغرافیای و ارتفاع نقاط برداشت نمونه خاکهای انباشت شده و طبیعی نیز با کمک دستگاه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS) تعیین گردید. ۷ نمونه از خاکهای تازه حفاری شده و ۸ نمونه از خاکهای انباشته شده به طور تصادفی انتخاب و جهت تعیین درصد کربن آلی به روش تیتراسیون بی کربنات پتاسیم به آزمایشگاه شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) ارسال شدند. نتایج این آزمایش به عنوان شاخصی برای تعیین درصد مواد تسهیل کننده حفاری (فوم) باقی مانده در خاکها در نظر گرفته شد. اطلاعات مربوط به وزش بیشینه باد و جهت آن در طی سالهای میلادی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ از پورتال سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۴) دریافت گردید. سپس جهات وزش بر اساس جدول شماره ۱ رتبه بندی و فراوانی سنجی شد. تجزیه و تحلیل یافته ها نیز بر اساس نتایج حاصل از محاسبات آماری صورت پذیرفت. این محاسبات شامل تعیین معیارهای مرکزی، معیارهای یکنواختی است که همگی پس ار ترسیم نمودارهای هیستوگرام و منحنی های تجمعی نمونه ها به روش ترسیمی (موسوی حرمی، ۱۳۶۷) محاسبه شدند.

موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه ی مورد پژوهش

منطقه ی مورد پزوهش در این تحقیق منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان می باشد (شکل ۱). بنا به نوشته سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان (۱۳۹۴) این منطقه که در حدود ۱۲ کیلومتری شرق شهر اصفهان قرار دارد از سال ۱۳۸۱ برای ساماندهی دفع نخاله های ساختمانی شهر اصفهان در نظر گرفته شده است. این منطقه از سمت شهرستان خوراسگان به طرف

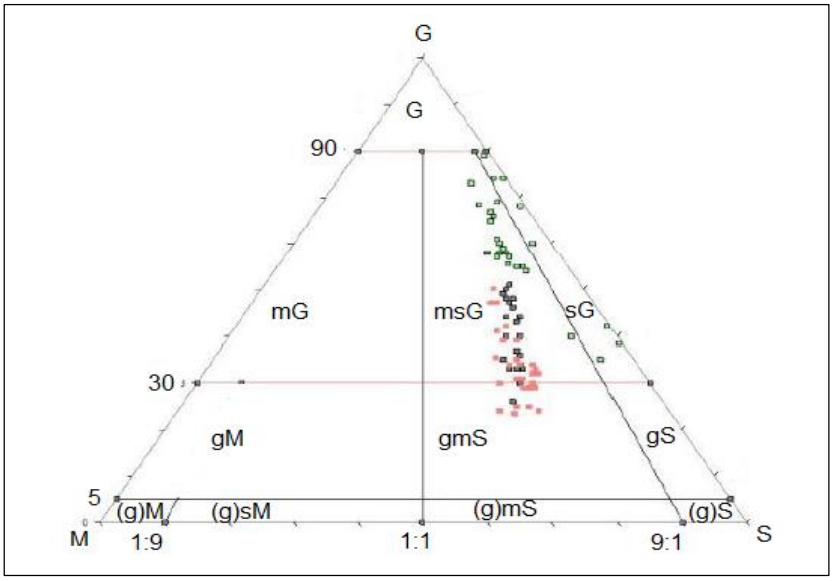
شرق و بالاتر از دهستان پینارت واقع است. ارتفاعات اطراف این منطقه را سنگ نهشته های مربوط به کرتاسه بالایی تشکیل میدهند. خود منطقه نیز از رسوبات آبرفتی کواترنری تشکیل شده است (Zahedi & samadian, 1978).

بحث و نتایج

چنانچه قبلا ذکر گردید اطلاعات مورد نیاز از سه دسته نمونه (خوشه) فراهم گردید. نمونه های دسته اول مستقیما از خاکهای تازه حفاری شده از تونل مترو واقع در میدان امام حسین اصفهان، نمونه های دسته دوم از خاکهای از قبل انباشته شده در منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان، و نمونه های دسته سوم از خاکهای طبیعی این منطقه به صورت تصادفی برداشت شده است. نتایج حاصل از دانه بندی این خاکها نشان می دهد که خاکهای تازه حفاری شده را می توان بر اساس طبقه بندی Folk (1981) گراول ماسه ای (sG) و عمدتا گراول ماسه ای گلی (smG)، خاکهای انباشته شده را عمدتا گراول ماسه ای گلی (smG)و بعضا ماسه گلی گراولی (gmS) و خاکهای طبیعی منطقه را عمدتا گراول ماسه ای گلی (smG)و بعضا ماسه ی گلی گراولی (gmS) نامگذاری نمود. شکل ۲ جایگاه نمونه خاکهای مذکور در مثلث نامگذاری Folk (1981) و نسبت درصد گراول، ماسه و گل هر کدام از نمونه ها را نشان می دهد.

جدول ۱- رتبه بندی هشت درجه ای جهت وزش باد

جهت جغرافیایی	رتبه	درجه وزش
شمال	۱	۲۲/۵-۳۳۷/۵
شمال شرق	۲	۶۷/۵-۲۲/۵
شرق	۳	۱۱۲/۵-۶۷/۵
جنوب شرق	۴	۱۵۷/۵-۱۱۲/۵
جنوب	۵	۲۰۲/۵-۱۵۷/۵
جنوب غرب	۶	۲۴۷/۵-۲۰۲/۵
غرب	۷	۲۹۲/۵-۲۴۷/۵
شمال غرب	۸	۳۳۷/۵-۲۹۲/۵



شکل ۱- جایگاه نمونه خاکهای مورد مطالعه در مثلث نامگذاری Folk (1981).

معیارهای مرکزی

از جمله اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق تعیین آماره های مرکزی نمونه ها و مقایسه آنها بوده است. آماره های مرکزی شامل میانگین و میانه به روش ترسیمی و با استفاده از اطلاعات حاصل از دانه بندی نمونه ها حاصل شده است.

نتایج بدست آمده نشان می دهند که میانه ی ترسیمی نمونه خاکهای تازه حفاری شده از ۸/۹- تا ۱/۵+ فی در تغییر است. بر اساس مقیاس ونت ورث (Selly, 2000) عمده نمونه خاکهای تازه حفاری شده میانه ای در محدوده گرانول دارند (جدول ۲). میانه نمونه خاکهای انباشته شده از ۱/۲- تا ۰/۰۵+ فی در نوسان است. جدول ۲ نشان می دهد که میانه عمده این نمونه ها در محدوده ماسه بسیار درشت قرار دارد. نمونه خاکهای طبیعی نیز میانه ای در محدوده ی ۱/۱- تا ۰/۰۹+ فی دارند و اکثریت آنها نیز میانه ای در محدوده ماسه بسیار درشت دارند (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میزان میانه ترسیمی نمونه خاکهای مورد مطالعه بر اساس مقیاس ونت ورث (Selly, 2000) و درصد فراوانی آنها

ماسه درشت٪	ماسه بسیار درشت٪	گرانول٪	پبل٪	کابل٪	نوع نمونه خاک
	۱۰	۵۶/۷	۲۳/۳	۱۰	تازه حفاری شده
۶/۶۷	۸۳/۳۳	۱۰			انباشته شده
۶/۶۷	۸۰	۳/۳۳			طبیعی

میانگین ترسیمی نمونه خاکهای تازه حقاری شده از ۸/۲۶- تا ۱- فی در تغییر است. بر اساس مقیاس ونت ورث (Selly, 2000) میانگین ترسیمی اکثریت این نمونه خاکها در محدوده گرانول قرار می گیرد. میانگین ترسیمی نمونه خاکهای انباشته شده از ۰/۸- تا ۰/۹ فی می باشد و میانگین ترسیمی اکثر آنها در محدوده ماسه بسیار درشت قرار دارد. نمونه خاکهای طبیعی نیز میانگین ترسیمی در محدوده ی ۱/۲۶- تا ۱/۲ فی دارند. نتایج نشان می دهد که میانگین ترسیمی بیشتر آنها در محدوده ی گرانول است (جدول ۳).

جدول۳-مقایسه میزان میانگین ترسیمی نمونه خاکهای مورد مطالعه بر اساس مقیاس ونت ورث (Selly, 2000) و درصد فراوانی آنها

ماسه درشت٪	ماسه بسیار درشت٪	گرانول٪	پبل٪	کابل٪	نوع نمونه خاک
	۳/۴۳	۵۰	۴۰	۶/۶۷	تازه حفاری شده
۳۰	۷۰				انباشته شده
		۵۰	۴۰	۱۰	طبیعی

معیارهای یکنواختی

آماره های مربوط به یکنواختی نمونه خاکها به روش ترسیمی (Folk, 1981) بدست آمده است. آماره های مذکور شامل جورشدگی و کج شدگی می باشد. نتایج حاصل از دانه بندی نمونه خاکهای تازه حفاری شده نشان می دهند که میزان کج شدگی این خاکها همگی منفی است و میزان آن بین ۰/۴۶- تا ۰/۰۳- فی در تغییر است. بر اساس نظر Folk (1981) کج شدگی این خاکها از "بی نهایت کج شده به سمت دانه های درشت" تا "تقریبا متقارن" در تغییر است. با این وجود اکثر نمونه خاکهای تازه حفاری شده در محدوده "کج شده به سمت دانه های درشت" می باشند. کج شدگی نمونه خاکهای انباشت شده از ۰/۰۱ تا ۰/۰۲۶ فی در تغییر است. بر اساس نظر Folk (1981) کج شدگی این خاکها از "تقریبا متقارن "تا "کج شده به سمت دانه های ریز" می باشد. به طوری که اکثریت نمونه

ها در محدوده "تقریبا متقارن" قرار دارند. همچنین میزان کج شدگی نمونه خاکهای طبیعی منطقه گردنه زینل از۰/۰۶- تا ۰/۰۲۸+ فی در نوسان است. بیشتر این نمونه خاکها در محدوده "تقریبا متقارن" می باشند (جدول ۴).

جدول۴- مقایسه میزان کج شدگی ترسیمی (Folk, 1981) نمونه خاکهای مورد مطالعه با یکدیگر و درصد فراوانی آنها

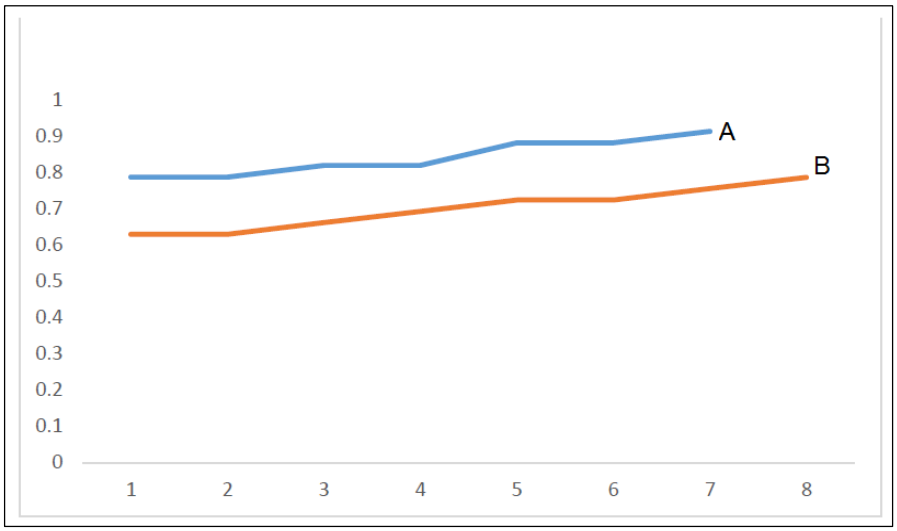
کج شده به سمت دانه های ریز	تقریبا متقارن	کج شده به سمت دانه های درشت	بی نهایت کج شده به سمت دانه های درشت	نوع نمونه خاک
	۴۰	۴۶/۶۷	۱۳/۳۳	تازه حفاری شده
۴۳/۳	۵۶/۷			انباشته شده
۳۶/۶۷	۶۳/۳۳			طبیعی

محاسبات نشان می دهد که جورشدگی ترسیمی نمونه خاکهای تازه حفاری شده از ۳/۰۸ فی تا ۷/۷۲ فی در تغییر است. بنا به نظر Folk (1981) جورشدگی این خاکها در محدوده ی "بسیار بد" تا "بی نهایت بد" است. جورشدگی عمده نمونه های این خاکها در محدوه ی "بسیار بد" قرار دارد. جورشدگی ترسیمی نمونه خاکهای انباشت شده از۲/۹۷ تا ۳/۹۷ فی در نوسان است. بنا به نظر Folk (1981) جورشدگی این خاکها در محدوده ی "بسیار بد" قرار دارند. یعنی جورشدگی ۱۰۰ درصد نمونه های این خاکها در این محدوده قرار دارند. همچنین جورشدگی ترسیمی نمونه خاکهای طبیعی منطقه انباشت از ۲/۷۷ تا ۴/۳۴ فی می باشد که بر اساس طبقه بندی Folk (1981) در محدوده ی "بسیار بد" تا "بی نهایت بد" قرار می گیرند. اکثر نمونه های این نوع خاکها در محدوده ی "بسیار بد" قرار دارند (جدول ۵).

جدول۵- مقایسه میزان جورشدگی ترسیمی (Folk, 1981) نمونه خاکهای مورد مطالعه با یکدیگر و درصد فراوانی آنها

بسیار بد	بی نهایت بد	نوع نمونه خاک
۴۶/۶۷	۵۳/۳۳	تازه حفاری شده
۱۰۰		انباشته شده
۹۳/۳۳	۶/۶۷	طبیعی

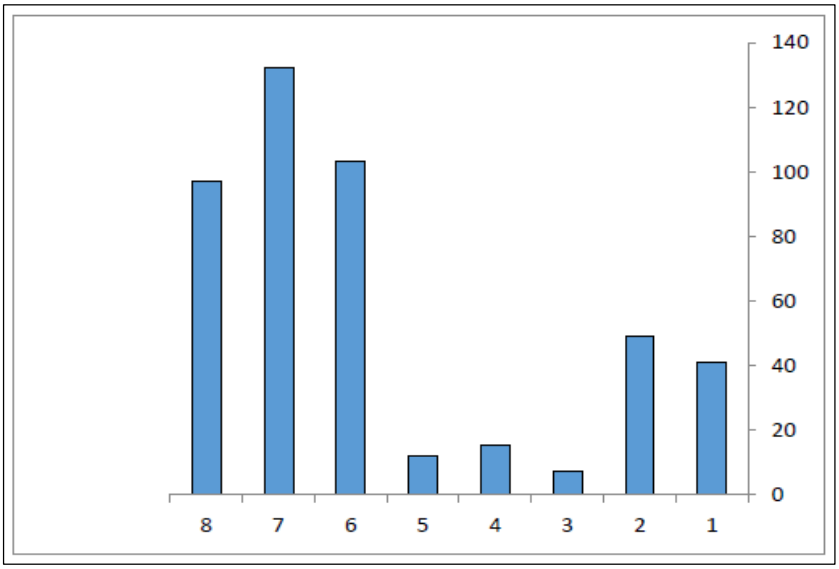
نتایج حاصل از آزمایش مواد آلی: استفاده از مواد آلی تسهیل کننده حفاری یا همان فوم در حفاری تونل های مترو امری عادی محسوب می شود (احمدی عدلی و محاجی علیلو، ۱۳۸۷؛ حاجی علیلوی بناب و ثابت عمل، ۱۳۸۸). این مواد می توانند در خاکهای حاصل از حفاری باقی مانده و باعث برهم زدن تعادلات شیمیایی خاکها در محیط انباشت گردد (فولادی فرد، ۱۳۹۲). بنابراین سنجش میزان این مواد و نحوه ی تغییرات آن در خاکهای تازه حفاری شده و خاکهای انباشته شده اهمیت دارد. به همین خاطر در این تحقیق میزان مواد آلی تعداد ۷ نمونه ی تصادفی از خاکهای تازه حفاری شده و ۸ نمونه ی تصادفی از خاکهای انباشته شده تعیین گردید. نتایج حاصل از آنالیز نشان می دهد که در نمونه خاکهای تازه حفاری شده میانگین مواد آلی ۰/۸۴ درصد و میزان این مواد در خاکهای انباشته شده ۰/۷ درصد است. میزان این مواد آلی در نمونه های مورد آزمایش به صورت صعودی منظم و در شکل ۳ به نمایش گذارده شده است.



شکل ۲- نمودار فراوانی مواد آلی در نمونه خاکهای تازه حفاری شده (نمودار A) و نمونه خاکهای انباشت شده (نمودار B). محور عمودی درصد مواد آلی و محور افقی شماره ترتیبی نمونه ها را نشان می دهند.

نتایج حاصل از بررسی جهت وزش بیشینه باد

اطلاعات مربوط به جهت وزش بیشینه باد مربوط به سالهای ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ از پورتال سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۴) استخراج گردید. رتبه بندی این اطلاعات نشان می دهد که عمده جهت وزش بیشینه باد در منطقه شرق اصفهان رتبه ۷ دارند و این به این مفهوم است که جهت وزش عمده بیشینه ی بادها از سمت غرب است (جدول ۱). شکل ۴ نمودار فراوانی رتبه های بدست آمده می باشد. همچنانکه از این نموردار مشخص می شود رتبه های ۶ (جنوب غرب) و رتبه ۸ (شمال غرب) نیز فراوانی قابل توجهی دارند.



شکل ۳- فراوانی جهت وزش بیشینه باد در ایستگاه شرق اصفهان از سال ۱۹۶۷ تا ۲۰۱۴ (اقتباس از سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۴).

نتایج مربوط به توپوگرافی خاکهای منطقه گردنه زینل (شرق اصفهان)

چنانچه ذکر شد نمونه خاکها در منطقه گردنه زینل هم از خاکهای انباشته شده (شکل ۵) و هم از خاکهای طبیعی (به روش خوشه ای تصادفی) برداشت شد. موقعیت جغرافیایی و ارتفاع این نمونه ها توسط دستگاه موقعیت یاب ماهواره ای تعیین و در جداول ۶ و ۷ ثبت شده است. پردازش این اطلاعات توسط نرم افزار سورفر و ترسیم نقشه توپوگرافی خاکهای منطقه (شکل ۶، در این نقشه ارتفاعات سنگی منطقه به حساب نیامده است) نشان می دهد که خاکهای انباشت شده به طور نسبی توپوگرافی بالاتری را نسبت به خاکهای طبیعی منطقه انباشت یافته اند.

بحث و نتایج

از دیدگاه زمین شناسی محیط زیست و ژئومرفولوژی محیط زیست هر عملیاتی که باعث شود تعادل بین فعالیتهای مورفوژنز و پدوژنز در یک منطقه ازبین برود عملیاتی مخاطره آمیز محسوب می شود (بیاتی خطیبی و کرمی، ۱۳۹۰؛ عباسی کلو و همکاران، ۱۳۹۳؛ Panizza, 1996). به همین خاطر در اینجا سعی خواهد شد که با تجزیه و تحلیل یافته های آزمایشگاهی، صحرایی و کتابخانه ای نمونه خاکلهای مورد آزمایش دراین تحقیق برهم خورد ن یا برجای ماندن این تعادل در منطقه گردنه زینل و علت آن توضیح داده شود. در این رابطه نتایج مربوط به نمونه خاکهای طبیعی منطقه انباشت (منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان) به عنوان اطلاعات شاهد مطرح می گردد. **تجزیه و تحلیل یافته های دانه بندی**

از جمله تغییراتی که می تواند در به هم خورد تعادل ذکر شده موثر باشد تغییر در میزان نفوذپذیری خاکهای یک منطقه است. افزایش نفوذ پذیری عمدتا باعث افزایش شدت فرآیندهای پدوژنز (جلالیان، ۱۳۷۴) و کاهش آن باعث افزایش فرآیندهای مورفوژنزو افزایش رواناب و سیلاب می گردد (علیزاده منصوری، ۱۳۹۴؛ فرزانه و گزنچیان، ۱۳۹۰). از طرف دیگر نفوذپذیری نیز خود تحت کنترل عوامل متعدد به خصوص ویژگیهای دانه بندی خاکها می باشد .مقایسه نتایج دانه بندی خاکهای تازه حفاری شده و خاکهای انباشته شده با خاکهای طبیعی منطقه انباشت نشان می دهد که:

درصد گل در نمونه خاکهای طبیعی منطقه گردنه زینل بیشتر و در نمونه خاکهای تازه حفاری شده کمتر است. هرچند درصد گل در خاکهای انباشته شده نیز نسبت به خاکهای طبیعی منطقه کمتر است ولی با این وجود میزان گل آنها نسبت به خاکهای تازه حفاری شده بیشتر می باشد. نمودار شکل ۶ که با منظم نمودن اطلاعات به صورت صعودی ترسیم شده مربوط به توزیع فراوانی گل در نمونه خاکها به دست آمده است.

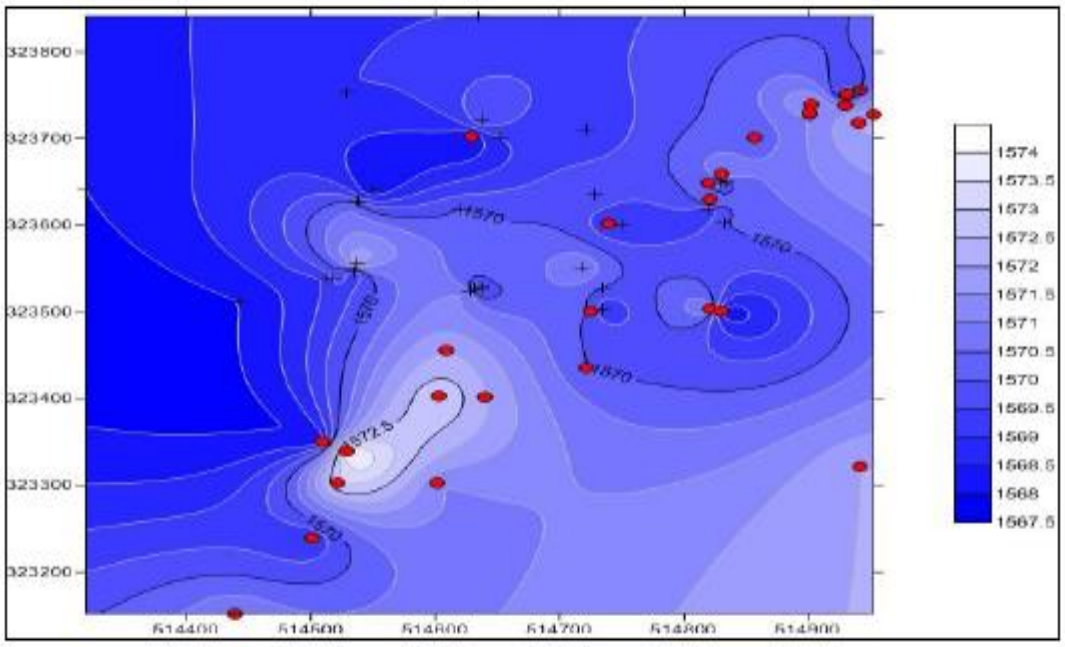
شکل ۴- تخلیه خاکهای حاصل از حفاری مترو (به همراه نخاله های ساختمانی) درمنطقه گردنه زینل، شرق اصفهان(اقتباس از سازمان پسماند شهرداری اصفهان ۱۳۹۴)

جدول۶- موقعیت جغرافیایی و ارتفاع نمونه خاکهای انباشت شده در منطقه گردنه زینل (ارتفاع برحسب متر از سطح مبنا)

شماره نمونه	مختصات	ارتفاع برداشت	شماره نمونه	مختصات	ارتفاع برداشت	شماره نمونه	مختصات	ارتفاع برداشت
۱	۵۱,۴۹′,۴۱,۳ ″N ۳۲,۳۷′,۵۶,۳۱″E	۱۵۷۰	۱۱	۵۱,۴۶′,۲۹,۸.″N ۳۲,۳۷′,۲,۱″E	۱۵۶۸	۲۱	۵۱,۴۸′,۳۰,۱ ″N ۳۲,۳۵′,۱,۸″E	۱۵۶۸
۲	۵۱,۴۸′,۲۱,۳ ″N ۳۲,۳۵′,۳,۳۲″E	۱۵۷۱	۱۲	۵۱,۴۹′,۳۱,۶ ″N ۳۲,۳۷′,۵۱,۷″E	۱۵۶۹	۲۲	۵۱,۴۷′,۲۵,۲ ″N ۳۲,۳۵′,۱,۳″E	۱۵۷۰
۳	۵۱,۴۶′,۴۰,۳ ″N ۳۲,۳۴′,۲,۳۱″E	۱۵۷۲	۱۳	۵۱,۴۷′,۳۹,۶ ″N ۳۲,۳۶′,۲,۸″E	۱۵۶۹	۲۳	۵۱,۴۸′,۲۱,۱ ″N ۳۲,۳۶′,۳۰,۳″E	۱۵۷۱
۴	۵۱,۴۶′,۳,۲ ″N ۳۲,۳۴′,۳,۲۵″E	۱۵۷۳	۱۴	۵۱,۴۸′,۳۰,۶ ″N ۳۲,۳۶′,۵۹,۱″E	۱۵۷۱	۲۴	۵۱,۴۸′,۱۹,۵ ″N ۳۲,۳۶′,۴۸,۲″E	۱۵۷۰
۵	۵۱,۴۵′,۲۸,۳ ″N ۳۲,۲۳′,۳۹,۳۲″E	۱۵۷۴	۱۵	۵۱,۴۹′,۲,۳ ″N ۳۲,۳۷′,۴۰,۳″E	۱۵۷۲	۲۵	۵۱,۴۹′,۳۰,۳ ″N ۳۲,۳۷′,۳۸,۲″E	۱۵۷۱
۶	۵۱,۴۵′,۱,۲۶ ″N ۳۲,۳۲′,۳۹,۷″E	۱۵۶۹	۱۶	۵۱,۴۶′,۲,۳ ″N ۳۲,۳۳′,۲,۸″E	۱۵۷۱	۲۶	۵۱,۴۹′,۱,۳ ″N ۳۲,۳۷′,۳۰,۳″E	۱۵۷۱
۷	۵۱,۴۴′,۳۹,۱ ″N ۳۲,۳۱′,۵۲,۶″E	۱۵۷۱	۱۷	۵۱,۴۵′,۲۱,۳ ″N ۳۲,۳۳′,۲,۸″E	۱۵۷۳	۲۷	۵۱,۴۴′,۳۹,۱ ″N ۳۲,۳۱′,۵۲,۶″E	۱۵۷۱
۸	۵۱,۴۹′,۴۱,۳۰ ″N ۳۲,۳۳′,۲۱,۸″E	۱۵۷۲	۱۸	۵۱,۴۹′,۱,۱ ″N ۳۲,۳۷′,۲۸,۶″E	۱۵۷۱	۲۸	۵۱,۴۹′,۵۲,۳ ″N ۳۲,۳۷′,۲۸,۳″E	۱۵۷۲
۹	۵۱,۴۷′,۲۱,۷ ″N ۳۲,۳۴′,۳۵,۳″E	۱۵۷۰	۱۹	۵۱,۴۶′,۹,۱ ″N ۳۲,۳۴′,۵۶,۳″E	۱۵۷۲	۲۹	۵۱,۴۹′,۴۰,۲ ″N ۳۲,۳۷′,۱۸,۳″E	۱۵۷۲
۱۰	۵۱,۴۹′,۳۱,۶ ″N ۳۲,۳۷′,۵۰,۲″E	۱۵۶۹	۲۰	۵۱,۴۵′,۹,۷ ″N ۳۲,۳۳′,۵۰,۱″E	۱۵۶۸	۳۰	۵۱,۴۸′,۵۷,۳ ″N ۳۲,۳۷′,۱,۸″E	۱۵۷۰

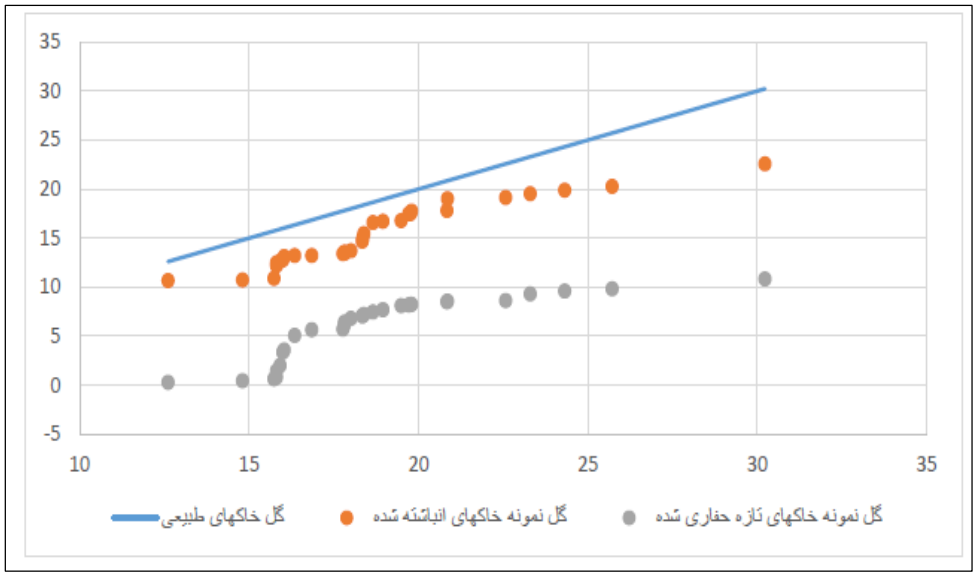
جدول۷- موقعیت جغرافیایی و ارتفاع نمونه خاکهای طبیعی منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان (ارتفاع برحسب متر از سطح مبنا)

شماره نمونه	مختصات	ارتفاع برداشت	شماره نمونه	مختصات	ارتفاع برداشت	شماره نمونه	مختصات	ارتفاع برداشت
۱	۵۱,۴۳′,۱۹,۶ "N ۳۲,۳۶′,۴۱,۳۱"E	۱۵۶۸	۱۱	۵۱,۴۵′,۱۲,۷."N ۳۲,۳۵′,۴۰,۳"E	۱۵۶۹	۲۱	۵۱,۴۵′,۲۸,۳ "N ۳۲,۳۷′,۵۲,۶"E	۱۵۶۹
۲	۵۱,۴۵′,۱۸,۳ "N ۳۲,۳۵′,۴۰,۲"E	۱۵۷۰	۱۲	۵۱,۴۶′,۳۷,۶ "N ۳۲,۳۷′,۲۱,۴"E	۱۵۷۰	۲۲	۵۱,۴۶′,۳۱,۶ "N ۳۲,۳۵′,۲۷,۶"E	۱۵۶۹
۳	۵۱,۴۸′,۱۹,۶ "N ۳۲,۳۴′,۲,۳۱"E	۱۵۶۹	۱۳	۵۱,۴۵′,۳۸,۳ "N ۳۲,۳۶′,۲۷,۶"E	۱۵۷۰	۲۳	۵۱,۴۵′,۳۶,۶ "N ۳۲,۳۶′,۳۰,۳"E	۱۵۷۱
۴	۵۱,۴۷′,۱۸,۳ "N ۳۲,۳۵′,۵۲,۳"E	۱۵۷۱	۱۴	۵۱,۴۶′,۲۸,۴ "N ۳۲,۳۵′,۲۴,۶"E	۱۵۷۱	۲۴	۵۱,۴۶′,۳۷,۲ "N ۳۲,۳۵′,۲۶,۴"E	۱۵۶۹
۵	۵۱,۴۶′,۱۹,۳ "N ۳۲,۳۶′,۱۹,۱"E	۱۵۷۰	۱۵	۵۱,۴۵′,۳۷,۴ "N ۳۲,۳۵′,۵۶,۹"E	۱۵۷۲	۲۵	۵۱,۴۵′,۳۸,۳ "N ۳۲,۳۶′,۲۸,۳"E	۱۵۶۹
۶	۵۱,۴۷′,۲۱,۳ "N ۳۲,۳۷′,۱۱,۱"E	۱۵۶۹	۱۶	۵۱,۴۸′,۳۴,۶ "N ۳۲,۳۶′,۵۰,۳"E	۱۵۷۰	۲۶	۵۱,۴۶′,۳۸,۱ "N ۳۲,۳۵′,۲۹,۴"E	۱۵۷۰
۷	۵۱,۴۶′,۵۲,۳ "N ۳۲,۳۷′,۱,۳"E	۱۵۶۹	۱۷	۵۱,۴۴′,۳۹,۱ "N ۳۲,۳۱′,۵۲,۶"E	۱۵۶۹	۲۷	۵۱,۴۷′,۵۰,۳ "N ۳۲,۳۶′,۱,۸"E	۱۵۶۹
۸	۵۱,۴۵′,۵۰,۳ "N ۳۲,۳۶′,۴۱,۳"E	۱۵۶۸	۱۸	۵۱,۴۷۹′,۳۵,۳ "N ۳۲,۳۵′,۲۸,۳"E	۱۵۷۰	۲۸	۵۱,۴۸′,۳۲,۹ "N ۳۲,۳۶′,۲,۸"E	۱۵۷۰
۹	۵۱,۴۴′,۴۲,۸ "N ۳۲,۳۵′,۱۱,۳"E	۱۵۶۸	۱۹	۵۱,۴۷′,۲۸,۴ "N ۳۲,۳۶′,۳۵,۴"E	۱۵۷۰	۲۹	۵۱,۴۷′,۳۴,۳ "N ۳۲,۳۵′,۳,۶"E	۱۵۶۹
۱۰	۵۱,۴۵′,۳۵,۷ "N ۳۲,۳۵′,۴۷,۴"E	۱۵۶۹	۲۰	۵۱,۴۶′,۳۵,۳ "N ۳۲,۳۸′,۴۱,۳"E	۱۵۶۹	۳۰	۵۱,۴۸′,۲۹,۴ "N ۳۲,۳۶′,۴۸,۴"E	۱۵۶۹



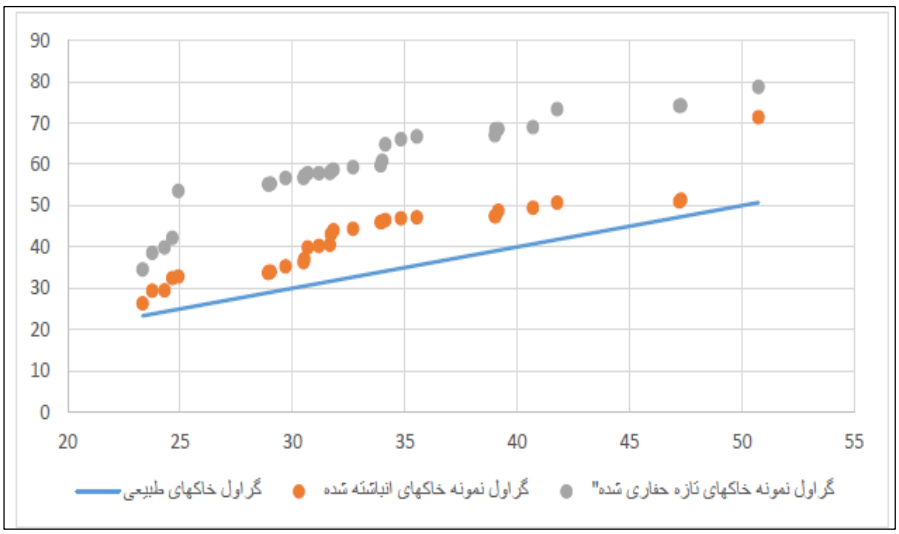
شکل ۵- نقشه توپوگرافی خاکهای منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان. نقاط قرمز مکان برداشت نمونه خاکهای طبیعی و نقاط + مکان برداشت نمونه خاکهای انباشت شده می باشد.محور افقی و عمودی مختصات جغرافیایی براساس تقسیم بندی UTM رانشان می دهد. ارتفاع بر اساس متر از سطح مبنا آورده شده است.

در این نمودار برای انجام مقایسه بهتر فراوانی گل نمونه خاکهای طبیعی (شاهد) به صورت خط ممتد رسم شده است. از آنجا که تولید ذرات گلی و افزایش آنها حاصل عملکرد فرآیندهای پدوژنیک می باشد (سینگر و مانس، ۱۳۷۰) می توان دریافت که انباشت خاکهای تازه حفاری شده با گل کمتر باعث برهم خوردن تعادل و از بین رفتن اثرات فرآیندهای پدوژنیک گردیده است. مقایسه بین درصد گراول در نمونه خاکهای تازه حفاری شده و خاکهای انباشته شده با خاکهای طبیعی منطقه انباشت (نمودار شکل ۷) نیز نشان می دهد که خاکهای تازه حفاری شده درصد گراول بیشتری نسبت به خاکهای طبیعی و خاکهای انباشته شده دارند و از این نظر خاکهای انباشته شده (هر چند گراول در آنها نیز زیاد است ولی) همسانی بیشتری با خاکهای طبیعی منطقه دارند. از این مقایسه نیز می توان همان نتیجه را گرفت. به هر حال با وجود به عقب برگردانده شدن اثرات فرآیندهای پدوژنیک بر اثر انباشت خاکهای حاصل از حفاری مترو در منطقه، فراونی گراول و کمبود گل در نمونه خاکهای تازه حفاری شده باعث شده است که انباشت آنها در منطقه باعث از سرگیری مجدد و افزایش فرآیند های پدوژنز گردد زیرا تفاوتهای ذکر شده نفوذپذیری را افزایش داده است. وجود ارتباط بین قطر ذرات و میزان نفوذپذیری امری بدیهی است و به همین دلیل محققین زیادی فرمولهای آزمایشگاهی و یا تجربی برای محاسبه ی میزان نفوذپذیری خاکها، رسوبات و سنگها بر این مبنا ارائه نموده اند (Cheng,c.,Chen,x.,2007). به طور کلی در تمامی فرمولهای ارائه شده رابطه مستقیمی بین افزایش نفوذپذیری و افزایش قطر ذرات خاک در نظر گرفته شده است (لشکری پور و همکاران ۱۳۹۲؛ اصلمند و همکاران، ۱۳۹۳). از طرفی از دیدگاه علم آمار (عبدالله زاده و عبدالله زاده ۱۳۸۲)



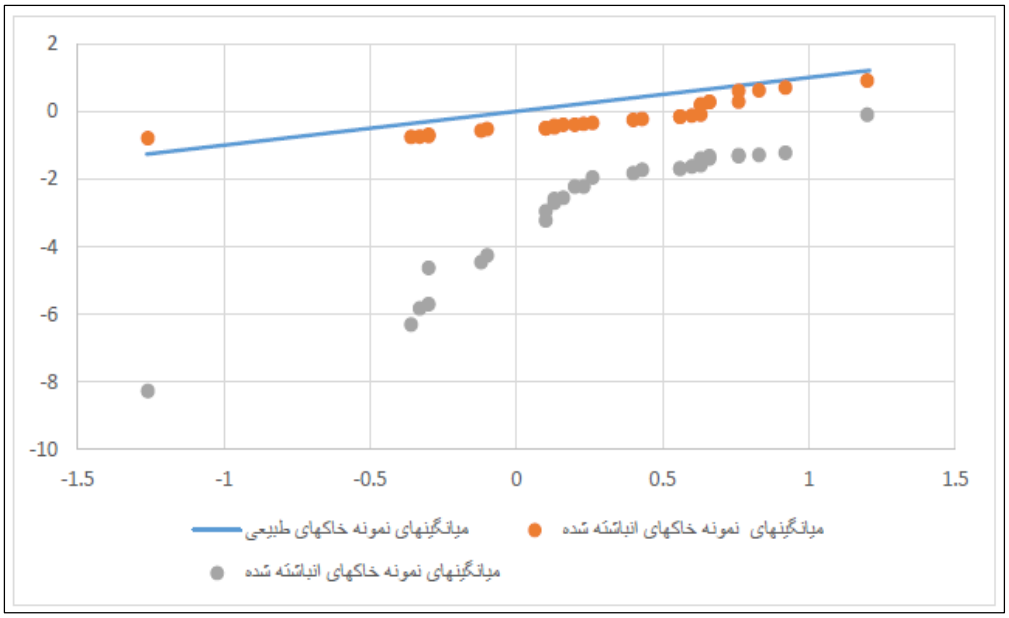
شکل ۵- نمودار فراوانی گل در نمونه خاکهای تازه حفاری شده و نمونه خاکهای انباشت شده و مقایسه آنها با فراوانی گل در خاکهای طبیعی منطقه. محور عمودی درصد فراوانی گل و محور افقی شماره ترتیبی نمونه ها را نشان می دهند. نمونه ها بر اساس میزان گل به صورت صعودی مرتب شده اند و سپس نمودار آنها ترسیم شده است.

معیارهای مرکزی بخصوص میانگین و میانه معرف خوبی برای قطر نسبی ذرات خاک محسوب می شوند. بنابر این می توان دریافت هر گونه تغییری در میزان میانگین و یا میانه قطر ذرات خاک که بر اثر انباشت خاکهای حاصل از حفاری بر منطقه انباشت تحمیل شود بر میزان نفوذپذیری آن تاثیر گذار است. مقایسه بین نمونه خاکهای تازه حفاری شده و خاکهای انباشته شده با خاکهای طبیعی منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان نشان می دهد که نمونه های مربوط به خاکهای تازه حفاری شده میانگینها و میانه های منفی تری از خود نشان می دهند که نشان از بزرگتر بودن و گراولی بودن میانگین قطر آنها نسبت به نمونه های مربوط به خاکهای طبیعی منطقه است. در این راستا بین میانگین اندازه ذرات نمونه های مربوط به هرسه نوع خاک مورد آزمایش نیز مقایسه به عمل آمد. نتایج حاصل از این مقایسه در نمودار همسانی شکل ۸ پس از تنظیم صعودی اطلاعات ترسیم شده است. این مقایسه نیز نشان می دهد که میانگین نمونه های خاکهای تازه حفاری شده از دو نوع دیگر منفی تر (درشت تر) است و خاکهای طبیعی منطقه میانگین ریزتری دارند. همچنین بین پراکندگی میانگین نمونه های خاکهای انباشته شده با میانگین نمونه های خاکهای طبیعی منطقه همسانی بیشتری وجود دارد. بنابر این می توان همان نتایجی را که در مورد تفاوت در فراوانی گل و گراول توضیح داده شده در این مورد نیز نتیجه گرفت و تایید نمود که این تفاوتها سبب افزایش نفوذپذیری در منطقه و به هم خوردن تعادل بین فرآیندهای مورفوژنیک – پدوژنیک گشته است. افزایش میزان گل و کاهش میزان گراول در خاکهایی که مدت زمانی از انباشته شدن آنها می گذرد (خاکهای انباشته شده) این نتیجه گیری را تایید می نماید.



شکل ۶- نمودار فراوانی گراول در نمونه خاکهای تازه حفاری شده و نمونه خاکهای انباشت شده و مقایسه آنها با فراوانی گراول در خاکهای طبیعی منطقه. محور عمودی درصد فراوانی گراول و محور افقی شماره ترتیبی نمونه ها را نشان می دهند. نمونه ها بر اساس میزان گراول به صورت صعودی مرتب شده اند و سپس نمودار آنها ترسیم شده است.

وجود ارتباط بین قطر ذرات و میزان نفوذپذیری امری بدیهی است و به همین دلیل محققین زیادی فرمولهای آزمایشگاهی و یا تجربی برای محاسبه ی میزان نفوذپذیری خاکها، رسوبات و سنگها بر این مبنا ارائه نموده اند (Cheng,c., Chen,x.,2007). به طور کلی در تمامی فرمولهای ارائه شده رابطه مستقیمی بین افزایش نفوذپذیری و افزایش قطر ذرات خاک در نظر گرفته شده است (لشکری پور و همکاران ۱۳۹۲؛ اصلمند و همکاران، ۱۳۹۳). از طرفی از دیدگاه علم آمار (عبدالله زاده و عبدالله زاده ۱۳۸۲) معیارهای مرکزی بخصوص میانگین و میانه معرف خوبی برای قطر نسبی ذرات خاک محسوب می شوند. بنابر این می توان دریافت هر گونه تغییری در میزان میانگین و یا میانه قطر ذرات خاک که بر اثر انباشت خاکهای حاصل از حفاری بر منطقه انباشت تحمیل شود بر میزان نفوذپذیری آن تاثیر گذار است. مقایسه بین نمونه خاکهای تازه حفاری شده و خاکهای انباشته شده با خاکهای طبیعی منطقه گردنه زینل در شرق اصفهان نشان می دهد که نمونه های مربوط به خاکهای تازه حفاری شده میانگینها و میانه های منفی تری از خود نشان می دهند که نشان از بزرگتر بودن و گراولی بودن میانگین قطر آنها نسبت به نمونه های مربوط به خاکهای طبیعی منطقه است. در این راستا بین میانگین اندازه ذرات نمونه های مربوط به هرسه نوع خاک مورد آزمایش نیز مقایسه به عمل آمد. نتایج حاصل از این مقایسه در نمودار همسانی شکل ۸ پس از تنظیم صعودی اطلاعات ترسیم شده است. این مقایسه نیز نشان می دهد که میانگین نمونه های خاکهای تازه حفاری شده از دو نوع دیگر منفی تر (درشت تر) است و خاکهای طبیعی منطقه میانگین ریزتری دارند. همچنین بین پراکندگی میانگین نمونه های خاکهای انباشته شده با میانگین نمونه های خاکهای طبیعی منطقه همسانی بیشتری وجود دارد. بنابر این می توان همان نتایجی را که در مورد تفاوت در فراوانی گل و گراول توضیح داده شده در این مورد نیز نتیجه گرفت و تایید نمود که این تفاوتها سبب افزایش نفوذپذیری در منطقه و به هم خوردن تعادل بین فرآیندهای مورفوژنیک – پدوژنیک گشته است.



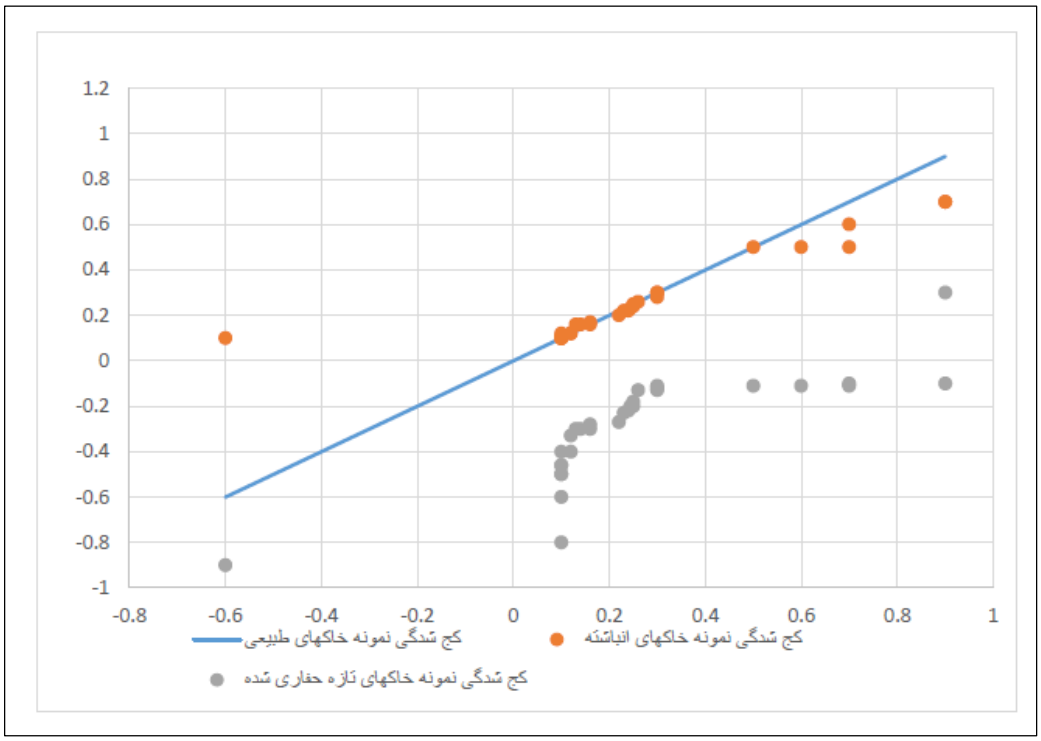
شکل ۷- نمودار تغییرات میانگین در نمونه خاکهای تازه حفاری شده، نمونه خاکهای انباشت شده و خاکهای طبیعی (محور عمودی) در مقابل تغییرات میانگین در خاکهای طبیعی (محور افقی) منطقه. محور عمودی و افقی میزان میانگین بر اساس واحد فی را نشان می دهند.

تغییر در میزان جورشدگی نیز می تواند بر میزان نفوذپذیری (Cheel,2005؛ احمد، ۱۳۸۹) و به هم خوردن تعادل بین فرایندهای مورفوژنیک و پدوژنیک موثر باشد. چنانچه جدول ۴ نشان می دهد هیچکدام از خاکهای مورد مطالعه جورشدگی خوبی ندارند و همگی در محدوده بسیار بد تا بی نهایت بد قرار دارند. بنابر این از این نظر تغییری که بتواند تعادلی بین فرایندهای مورفوژنیک – پدوژنیک را برهم بزند ایجاد نشده است.کج شدگی نیز می تواند بر میزان نفوذپذیری اثرگذار باشد (حجازی و محمودی، ۱۳۹۶). مقایسه بین کج شدگی نمونه خاکهای تازه حفاری شده و خاکهای انباشته شده با خاکهای طبیعی منطقه در شکل ۹ نشان داده شده است. این مقایسه نشان می دهد که خاکهای انباشته شده نسبت به خاکهای تازه حفاری شده با خاکهای طبیعی منطقه مشابهت بیشتری دارند. لذا می توان نتیجه گرفت که خاکهای تازه حفاری شده می تواند باعث افزایش نفوذپذیری و در نتیجه برهم خوردن تعادل مورفوژنیکی/ پدوژنیکی در منطقه شوند.

در عین حال از این نظ خاکهای انباشته شده قبلی مخاطره زیست محیطی بوجود نیاورده اند.

نتیجه گیری نهای از یافته های دانه بندی:

برای مقایسه و نتیجه گیری واضح تر از اطلاعات دانه بندی (میزان گراول و گل)، آماره های مرکزی (میانگین و میانه) و آماره های یکنواحتی (جورشدگی و کج شدگی) نمونه خاکهای سه گانه مورد مطالعه در یک دید از ترسیم نمودار شبه عنکبوتی استفاده گردید. برای رسم این نمودار میانگینی از تمامی اطلاعات ذکر شده برای هر کدام از انواع خاکهای مورد مطالعه محاسبه شد. سپس این میانگینها به ترتیب بر میانگین همان اطلاعات مربوط به خاکهای طبیعی منطقه (خاک شاهد) تقسیم گردید و بر اساس نتایج بدست آمده نمودار شکل ۱۰ ترسیم شد. این نمودار به خوبی شباهت بسیار زیاد خاکهای انباشته شده را با خاکهای طبیعی منطقه گرنه زینل نشان می دهد. از ایجاد این تشابه می توان نتیجه گرفت که مرور زمان و افزایش عملکرد فرآیندهای پدوژنیک و نیز فروپاشی گراولهای کاذب در خاکهای انباشت شده باعث ایجاد این شباهت گردیده اند.



شکل ۸- نمودار تغییرات کج شدگی در نمونه خاکهای تازه حفاری شده، نمونه خاکهای انباشت شده و خاکهای طبیعی (محور عمودی) در مقابل تغییرات میانگین در خاکهای طبیعی (محور افقی) منطقه. محور عمودی و افقی میزان کج شدگی بر اساس واحد فی را نشان می دهند.

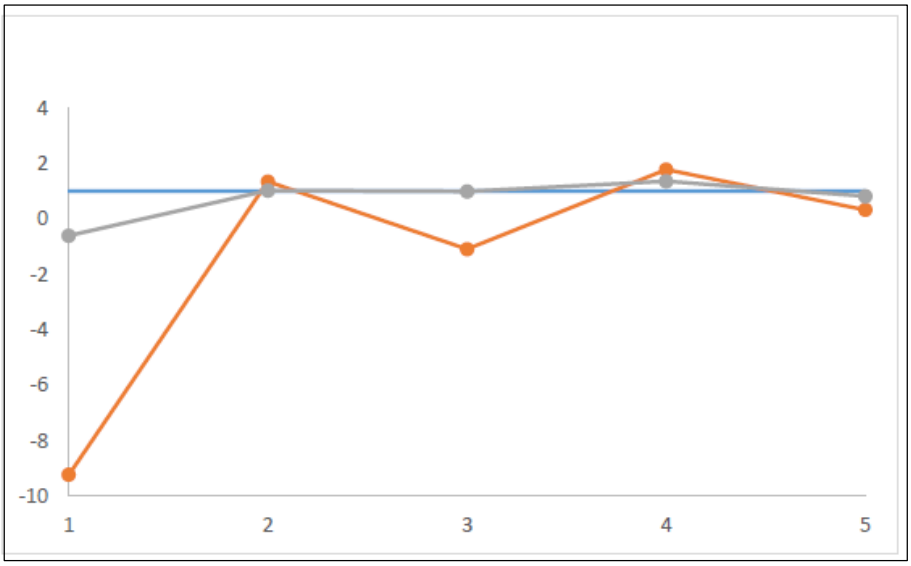
تجزیه و تحلیل یافته های مربوط به مواد تسهیل کننده حفاری (آلی) در نمونه خاکها

شکل ۳ نشان داد که میزان مواد تسهیل کننده ای که در نمونه خاکهای تازه حفاری شده باقی مانده است از میزان این مواد در نمونه خاکهای انباشته شده بیشتر است. چنانچه میزان فوم اولیه بکار گرفته شده در تمام زمانها حفاری بکسان فرض گردد و چنانچه میزان مواد آلی طبیعی موجود در خاکهای منطقه حفاری نیز ناچیز قلمداد شود می توان نتیجه گرفت که پایین بودن میزان فوم در خاکهای انباشته (که مدت زیادی از زمان انباشته شدن آنها گذشته است) نسبت به خاکهای تازه حفاری شده حاصل عمل نفوذ آب و شستشوی طبیعی این خاکها در اثر بارندگی است. نتایجی که از تجزیه و تحلیل خصوصیات دانه بندی خاکها بدست آمد نیز نفوذپذیری بیشتر خاکهای تازه حفاری شده و انباشته را تایید می نماید که خود می تواند در نفوذ و شستشوی خاک موثر باشد.

تجزیه و تحلیل یافته های مربوط به جهت وزش باد بیشینه در منطقه:

یافته های حاصل از بررسی اطلاعات مربوط به جهت وزش باد بیشینه در ایستگاه هواشناسی شرق اصفهان نشان داد که جهت وزش بیشینه باد به ترتیب به طرف شرق، جنوب شرق و شمال شرق است (شکل ۴). مهمترین اثر وزش باد تولید گرد و غبار و ریز گرد است که از جابجایی ذرات در حد سیلت و رس (گل) و در مواردی ماسه حاصل می شود. با این وجود یافته های این تحقیق نشان می دهد که انباشت خاکهای حاصل از

حفاری متروی اصفهان در منطقه گردنه زینل باعث کاهش این اثر شده است زیرا: اولا خاکهای حاصل از حفاری ذرات گلی کمتری دارند (جداول ۱ و ۲)، ثانیا این خاکها عمدتا گراولی محسوب می شوند (شکل ۱) و توسط باد جابجا نمی شوند، ثالثا جهت وزش باد به سمت محدوده خارج از شهر اصفهان است لذا خطرات زیست محیطی حاصل از تولید ریزگرد برای این شهر ایجاد نمی شود.



شکل ۹- نمودار شبه عنکبوتی برای مقایسه ویژگیهای دانه بندی خاک تازه حفاری شده (نمودار قرمی) و خاک انباشت شده (نمودار سیاه) با خاک طبیعی (نمودار آبی) منطقه گردنه زینل. نقاط شماره۱ برروی محور افقی معرف میانگین درصد گراول شماره ۲ معرف میانگین درصد گل، شماره ۳ میانگین میانگین ذرات، شماره ۴ میانگین کج شدگی و نقطه ۵ معرف میانگین جورشدگی خاکها می باشند.

تجزیه و تحلیل یافته های مربوط به تغییرات توپوگرافی در منطقه:

بررسی یافته های توپوگرافی منطقه نشان می دهد که به طور عمده خاکهای انباشت شده در منطقه تا حدودی باعث تغییر توپوگرافی منطقه شده است. نقشه توپوگرافی خاکهای منطقه مورد پژوهش (شکل ۶) نشان می دهد که خاکهای انباشت شده باعث ایجاد ارتفاعات نسبی بیشتری از خاکهای طبیعی در منطقه گردنه زینل شده اند (شکل ۵). این امر به تدریج سبب تغییرات شیب درمنطقه می گردد. تغییر شیب نیز به نوبه خود تغییر در میزان و مسیر روانابهای منطقه را به دنبال خواهد داشت. این تغییرات در نهایت باعث می شود تا تعادل موجود بین فرآیندهای مورفوزنیک و پدوژنیک به نفع فرایندهای مورفوژنیک به هم بخورد. علاوه بر این، دپو کردن خاکهای حاصل از حفاری بر روی خاکهای طبیعی و خاکهای انباشته قبلی منطقه سبب می شود که زمان برای پیشرفت فرآیندهای پدوژنیک از دست برود و عملیات خاکزایی کند شده و یا دوباره از سر گرفته شود.

منابع

-**احمد، ط.، (۱۳۸۹).** "مهندسی مخازن هیدروکربوری". ترجمه:قاسمی، ص.، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ۶۴۰ص.

-**احمدی عدلی، م.، حاجی علیلو، م.، (۱۳۸۷).** "تاثیر اصلاح فیزیکی خاکهای بستر شهر تبریز با فوم جهت بهینه کردن حفاری های مکانیزه مترو". چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه تهران،

-**بخشنده امینه، ح.، زمزم، م.ص.، موسوی، ا.، طریق ازلی، ص.، (۱۳۹۲).** "انتخاب مناسب ترین مجموعه بهسازی خاک در حفاری مکانیزه تونل خط ۷ متروی تهران". نشریه مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی، شماره ۲۱، ص، ۱۴۵-۱۵۴

-**بیاتی خطیبی، م.، کرمی، ف، (۱۳۹۰).** "ژئومرفولوژی خاک. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه (سمت)"، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، تهران، ۶۲۰ ص.

-**پاکباز, م.س.، حیدری زاده، ی.، (۱۳۸۷).** "بررسی نشست خاک در اثر حفر تونل شهری اهواز". چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه تهران،

-**حجازی، س.ا.، محمودی، ش.، (۱۳۹۶).** "بررسی ویژگ یهای بافتی رسوبات تپه های ماسه ای شرق شهرستان جاسک". فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۱، ص ۱۱۹-۱۲۹

-**حمیدی، ا.، سلیمی، ن، یزدانجو، و.، (۱۳۸۹).** "بررسی اثر شن دانه ها بر مقاومت برشی خاک های ماسه ای".. نشریه زمین شناسی مهندسی، جلد ۴ شماره ۲، ص ۹۴۳-۹۵۴

-**سینگرم، ج.، مانس، د.ن.، (۱۳۷۰).** "خاک شناخت". مترجم: حق نیا، ع.، انتشارات دانشگاه فرودسی مشهد، ۶۳۰ ص.

-**عبدالله زاده، ک.، عبدالله زاده، ی.، (۱۳۸۲).** "مفاهیم کاربردی آمار و احتمالات". انتشارات آییژ، تهران، ۳۵۶ ص.

-**عبدی پور, ل.، (۱۳۸۹).** "بررسی ارزیابی اثرات ریسک زیست محیطی برای خط یک مترو اهواز"، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست،

- **علیزاده منصوری، م.، (۱۳۹۴).** "بررسی تاثیر نفوذپذیری خاک بر میزان رواناب و حجم سیلاب مطالعه موردی حوضه رودخانه کوهزن"، دومین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، ترکیه - استانبول، موسسه سرآمدهمایش کارین،

-**عنبری، م.، (۱۳۹۳).** "بررسی اثرات زمین شناسی زیست محیطی مترو تبریز". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، تبریز

- **فرزانه، ح.، و گزنچیان، ع.، (۱۳۹۰).** "بررسی اثر پخش سیلاب بر روند نفوذپذیری خاک و عمق رسوب در حوزه کلاته سادات سبزوار". مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۵، شماره ۱۷،ص ۱-۵

-**فولادی فرد، ر.، (۱۳۹۲).** "بررسی اثرات گل کنده های حفاری بر محیط زیست و بسترزی های دریایی". فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۶، ص ۱۹-۲۶.

-**کریمی, ف. عبدی پور، ل.، (۱۳۸۹).** "ارزیابی ریسک زیست محیطی ناشی از فعالیتهای خط یک مترو اهواز و ارائه راهکارهای مدیریتی در خصوص آن".،چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست

-**هاتف، ن.، کولانی، ا.، ستار، م.، (۱۳۹۳).** "بررسی اثرات زیست محیطی حفاری تونلها، مطالعه موردی تونل سعدی شهر شیراز". اولین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی، تهران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده عمران دانشگاه شهید رجایی

-**Birkeland, P.W**., (1999). "Soils and Geomorphology". Oxford University Press, 430 p.

- **Cheel,R.J**., (2005). "Introduction to clostic sedimentology". Prentice Hall Inc., NewJersey,134pp.

- **Cheng,c., Chen,x.**, (2007). "Evolution of Methods for Determination of Hydraulic properties in an Aquifer Aquitard system Hydrologically conncted to River". Hydrology journal,.v.15, p669-678

-**Craig, R.F.**, (1983). "Soil Mechanics. Springer", 419 p. DOI: 10.1007/978-1-4899-3474-1

-**Folk, R.L.**, (1981). "Petrology of Sedimentary Rocks". Hemphill Publishing Company, 182 p

-**Fulladifard, R.**, 2013. "Effect of Drilling Cutting Discharge on Marine Environment and Benthic Foraminifera". Jurnal Managment System, No. 26, pp. 19-26.

-**Panizza, M.**, (1996). "Environmental Geomorphology. Environmental Geomorphology". Elsevier Science, 267 p.

-**Shimazu A**. (1997). "Use of Excavated Excess soils in Earth works Japan". Kyushu University, Japan, Page 1-12.

-**Zahedi, M., samadian, M**., (1978). "Explontory text of Isfahan Quadrangie Map 1:250,000". Geological Survey of iran.

-**Selly, R. C**., (2000). "Applied Sedimetology". Academic press, New york, 523 pp

Environmental Impact of the Accumulation of Tunnel Excavated Soils of Isfahan Subway in Zaynel area (east of Isfahan)

Ali Radhoosh[1] &Abdolhosein Kangazian[2*]

1- Graduate of the Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan
2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan

Abstract

This research has examined the changes that have been made as a result of accumulating the Isfahan subway tunnel excavated soils in the Zeinel area (at the east of Isfahan). The samples of the tunnel fresh excavated soils, of the accumulated soils, and of the natural soils in disposal area were taken, randomly. All the samples were sieved and to determine the percentage of drilling foam material, organic carbon percentage of some of them were analised. Elevation and geographic location of the sampling sites were also determined. the directions and speeds of strong winds that have blown in the east of Isfahan was obtained and ranked. Comparison of the granulometry analysis results of the mentioned soils showed that there are great differences between the mentioned criteria of the freshly excavated soils with natural soils and there are afew diffrences between the mentioned criteria of the accumulated soils with natural soils. These differences increase the permeability in the region and reduce the balance between the morphogenic-pedogenic processes.The topographic findings show that mainly accumulating soils in the region have somehow changed the topography of the area that will cause disruption the balance between the morphogenic and pedogenic processes and increase morphogenic processes. Also, the strong winds don't blow toward Isfahan, consequently the environmental hazards will not be created.

Keywords: Metro Tunnel Drilling, Pedogenic Processes, Morphogenic Processes, Environmental Geology, Zainel area.