

خوشه بندی بافت خاک در غرب مشهد و بررسی روابط فیزیکی هر خوشه

مهین اعتمادی فر^۱، ناصر حافظی مقدس^۲، غلامرضا لشکری پور^۱، آرش هاشم نژاد^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زمین شناسی

^۳ استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

^۴ کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، فارغ التحصیل دانشگاه فردوسی مشهد

Etamadifar.net7@gmail.com

چکیده

منطقه بررسی شده در غرب مشهد قرار دارد. با توجه به ساخت و ساز و سرمایه گذاری های کلان در این منطقه از مشهد در این راستا و نیز مسائلی مانند خطر پذیری این قسمت از شهر شناخت ساختگاه امری بسیار ضروری و اجتناب ناپذیر میباشد. برای انجام این خوشه بندی ابتدا اطلاعات ژئوتکنیکی از مناطق مختلف بخش غربی شهر مشهد جمع آوری گردیده است. برای دست یافتن به طبقه بندی با دقت مناسب، هر کدام از این روشها در نرم افزار MATLAB با معرفی تعداد زیادی کلاس آموزشی خاک مورد مقایسه قرار گرفت. پس از مقایسه طبقه بندی های مختلف با ارزیابی دقت آنها با تشکیل جدول ماتریس خطا بهترین طبقه بندی با دقت بالا انتخاب گردید. بر این اساس از روش تحلیل خوشه ای K میانگین به منظور طبقه بندی خاک و ارائه ویژگیهای فیزیکی مشابه هر طبقه استفاده شده است. بر اساس این روش خاکها در دو محدوده متفاوت از نظر عمق (۵-۰) در ۴ خوشه مختلف با بیشترین درجه شباهت به یکدیگر خوشه بندی شده است.

واژه های کلیدی: خوشه بندی، خاکهای غرب مشهد، خوشه بندی K میانگین، خوشه بندی سلسله مراتبی.

مقدمه

امروزه مطالعات ژئوتکنیکی جزء جدائی ناپذیر در هر پروژه عمرانی می باشد و از آنجائی که داشتن اطلاعات کافی در مورد اعماق مختلف خاک جزء با اطلاعات ژئوتکنیکی که از تعداد زیادی گمانه های حفر شده به دست می آید، مقدور نیست، تشکیل بانکهای اطلاعاتی یکی از بهترین روش ها برای جا نمایی داده های خام حاصل از این مطالعات میباشد. اطلاعات جای گرفته در این بانک های اطلاعاتی در وحله نخست داده های خامی هستند که از حفر تعدادی زیادی از گمانه ها بدست آمده اند. داده های موجود در این بانک ها اگرچه مقادیر زیادی از اطلاعات را در اختیار مهندسين طراح قرار میدهد اما سبب نوعی سردرگمی نیز خواهد شد. برای مثال بانک داده ای را در نظر بگیرید که چندین هزار داده خام را که حاصل فعالیت های چندین شرکت است را در خود جای داده باشد. برای حل این مشکل بی شک بهترین روش قرار دادن اطلاعات مشابه در طبقات شبیه یکدیگر میباشد که به اصطلاح آنرا خوشه بندی اطلاعات مینامند. (Webster and Burrough, 1972; Raynr, 1996). با توجه به اینکه حفر گمانه و انجام مطالعات لازم برای یک پروژه کوچک از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد و اغلب کارفرمایان از انجام این قسمت از پروژه امتناع می ورزند، لذا در این تحقیق سعی شده است که با استفاده از اطلاعات ۵۰ گمانه حفر شده در بخش غربی مشهد تقریب قابل قبولی از پارمترهای فیزیکی خاک مانند C و ϕ ارائه شود. که در ادامه می توان برای هر منطقه با توجه به خوشه سازی های صورت گرفته، پارامترهای مناسب ژئوتکنیکی را تخمین مناسبی زد و در اختیار مهندسين طراح قرار داد.

موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در غرب مشهد با مختصات طول ۵۹ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی واقع است.

مواد و روش کار

برای انجام این کار مجموعاً از ۳۶۰۰ داده مربوط به ۵۰ گمانه حفر شده در منطقه غرب مشهد پس از تشکیل بانک اطلاعاتی استفاده شده است. روش های آماری تحلیل داده ها تماماً توسط نرم افزار SPSS 18 و MATLAB انجام شده است. به کمک همین نرم افزار داده ها نرمال سازی شده اند تا از اثر گذاری مقادیر واریانس پراکنش داده ها جلوگیری گردد. همچنین برای کاهش حجم داده ها و تعیین مهمترین متغیرهای مؤثر در شکل گیری پدیده ها در این تحقیق از تحلیل عاملی استفاده شده است. این روش توسط کارل پیرسون و چارلز اسپیرمن برای اولین بار هنگام اندازه گیری هوش مصنوعی مطرح شد و برای تعیین تأثیرگذارترین متغیرها در زمانیکه تعداد متغیرهای مورد بررسی زیاد و روابط بین آنها ناشناخته باشد، استفاده می شود. بر اساس این روش و در این تحقیق متغیرها در عملهایی قرار گرفته اند به طوریکه از عامل اول به عاملهای بعدی درصد واریانس کاهش می یابد، از این رو متغیرهایی که در عاملهای اولی قرار می گیرند، تأثیرگذارترین هستند. برای انتخاب متغیرهای مناسب برای تحلیل عاملی نیز در این تحقیق از ماتریس همبستگی استفاده شده است. همچنین برای اطمینان از مناسب بودن داده ها برای تحلیل عاملی افزون بر حصول اطمینان از اینکه ماتریس همبستگی هایی که پایه تحلیل قرار گرفته اند در جامعه برابر صفر نیست، از آزمون کرویت بارتلت بر اساس فرمول زیر استفاده شده است.

$$\chi^2 = - \left(n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right) \ln |R| \quad (1)$$

که در آن n معرف تعداد آزمودنی ها، p تعداد متغیرها، R قدر مطلق دترمینان ماتریس همبستگی است. واضح است که این آماره دارای توزیع مربع کای (χ^2) با $0.5p(p-1)$ درجه آزادی است.

همچنین به کمک راه حل لیائو و ویتمن برای اصلاح عدد نفوذ استاندارد در رابطه با تأثیر تنش موثر استفاده شده است. در این راه حل، ضریب تعدیل لازم برای اصلاح عدد نفوذ استاندارد از رابطه زیر بدست می آید (Liao & Whitman, 1986):

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma}} \quad (2)$$

که در آن σ تنش سربار موثر بر حسب ton/ft^2 می باشد. در سیستم SI رابطه ۲ بصورت رابطه ۳ در می آید:

$$C_N = 9.78 \sqrt{\frac{1}{\sigma}} \quad (3)$$

که در آن σ تنش قائم موثر بر حسب KN/m^2 است. با توجه به این روابط هرچه تنش سربار موثر بیشتر باشد به نسبت عکس جذر آن باید عدد نفوذ استاندارد کاهش یابد.

تحلیل خوشه ای

اصطلاح تحلیل خوشه ای اولین بار توسط Tryon در سال ۱۹۳۹ برای روش های گروه بندی اشیائی که شبیه بودند مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه خوشه ای ابزار میانبر تحلیل داده ها است که هدف آن نظم دادن به اشیاء مختلف به گروه هایی که درجه ارتباط بین دو شیء اگر آنها به یک گروه تعلق داشته باشند حداکثر و در غیر این صورت حداقل است. به عبارت دیگر

تحلیل خوشه ای ساختار داده ها را بدون توضیح اینکه چه وجود دارد را نشان می دهد. البته این خوشه بندی زمانی صورت میگیرد که پراکندگی جامعه ای که نمونه از آن گرفته شده است زیاد باشد. در این حال شرط اساسی برای تشکیل خوشه ها این است که خوشه ها افزای از جامعه یا نمونه باشند. یعنی هر داده تنها در یک خوشه قرار گیرد و از طرفی اجتماع تمام خوشه ها برابر کل نمونه یا جامعه مورد نظر باشد. از اینرو هدف از خوشه بندی داده ها آن است که مشاهدات را به گروه های متجانس تقسیم کنیم، به طوری که مشاهدات هر گروه بیشترین شباهت و مشاهدات گروه های مختلف کمترین شباهت را با هم داشته باشند. در خوشه بندی مفاهیم فاصله و تشابه از مفاهیم اساسی میباشد. فاصله اندازه ای است که نشان می دهد دو مشاهده تا چه حد جدا از یکدیگرند. در حالی که تشابه شاخص نزدیکی آنها با یکدیگر است. در این تحقیق قبل از تحلیل، نخست یک مقیاس کمی را که بر پایه همخوانی (تشابه) بین مشاهده ها اندازه گرفته شده، انتخاب شده است. این شاخصها با توجه به الگوریتم تشکیل خوشه ها، ماهیت متغیرها (پیوسته، گسسته یا دو ارزشی) و مقیاس اندازه گیری انتخاب شده اند.

بحث

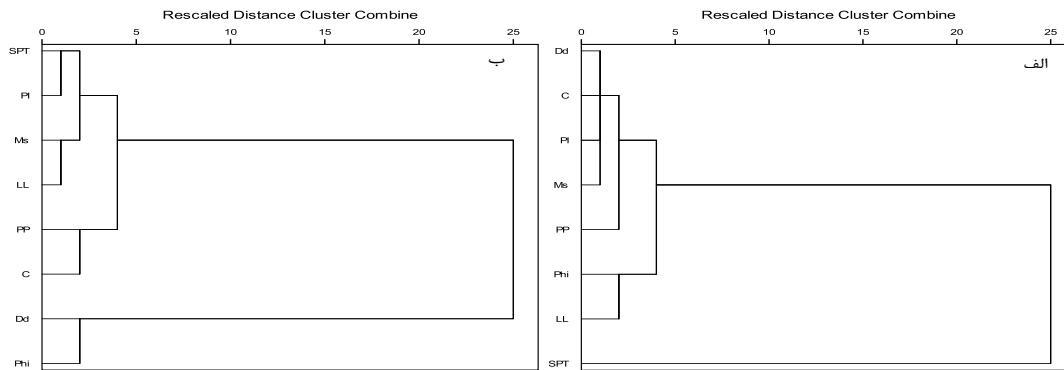
- الگوریتم خوشه بندی سلسله مراتبی

خوشه بندی سلسله مراتبی، این قابلیت را دارد که تعداد دسته های مناسب را بدون پیش فرض تعیین کرده، این طبقه بندی را در شرایط وجود متغیر های متعدد را در طبقه بندی انجام دهد. در چنین شرایطی که متغیر های زیادی در طبقه بندی وجود دارد و یا طبقه بندی در فضای چند بعدی انجام می شود و تقریباً از نحوه ی پراکندگی داده ها اطلاعی در دست نیست این روش می تواند بهترین گزینه برای طبقه بندی داده ها باشد (Swan and Sandilans, 1996). از آنجائیکه در این روش خوشه بندی توابع امتیاز دهنده امتیازی را برای عضویت هر مشاهده در هر خوشه به آن نسبت میدهند بنابر این برای هر مشاهده جدید با توجه به امتیازی که برای هر عضویت در هر خوشه کسب کرده است میتوان عضویت آنرا در یکی از خوشه ها مشخص کرد. با این حال امتیاز تعلق مشاهده جدید به هر گروه بیشتر باشد مشاهده را به آن خوشه نسبت میدهم. در ادامه مراحل الگوریتمیک ساخت خوشه نشان داده شده است. در این الگوریتم ورودی ها، روش مورد استفاده، روش اندازه گیری، نرمالایز شدگی داده ها و حداقلی، حداکثری و افزایشی خوشه سازی بوضوح قابل مشاهده میباشد. (*مربوط به کلاستر اول، **مربوط به کلاستر دوم)

```
PROXIMITIES SPT C Phi Ms. Dd PPLLPI
/MATRIX OUT ('C: \clus.tmp')
/VIEW=VARIABLE
/MEASURE=SEUCLID
/STANDARDIZE=NONE*
/STANDARDIZE=VARIABLE RESCALE **
CLUSTER
/MATRIX IN('C: \clus.tmp')
/METHOD={BAVERAGE} [Linkage]
/PLOT=[VICICLE DENDROGRAM [(0[8[1]])]
/PRINT=[CLUSTER({0,8})][1]]
```

در شکل ۱-الف نتایج تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی به روش پیوستگی میانگین بین گروهی برای کل داده های این تحقیق نشان داده شده است. با توجه به شکل در دورترین فاصله نسبت به سایر پارامتر ها مقدار SPT اضافه میگردد. قرار گیری متغیر SPT در دورترین فاصله نسبت به سایر پارامتر ها (با RDCC برابر ۲۵) کمی مشکوک میباشد. شاید نرم افزار در حین آنالیز داده ها این پارامتر را مثلاً به عنوان حاصل جمع سایر پارامتر ها در نظر میگیرد. چراکه مقدار این پارامتر بسیار بزرگتر از پارامتر هایی همچون چسبندگی، دانسیته خشک و سایر متغیر ها میباشد. از اینرو آنرا یک پارامتر وابسته در نظر میگیرد. حال آنکه با توجه به دانسته های ما

چنین فرضی غلط می باشد. برای اثبات این موضوع از نظر آماری میتوان از آنالیز رگرسیون چند متغیره به روش قدم به قدم (Stepwise) استفاده کرد. به کمک این روش مشخص میگردد اگر دندروگرام نشان داده شده در شکل ۱-الف صحیح باشد باید SPT پارامتری وابسته به سایر متغیرها باشد. حال آنکه نتایج بدست آمده از رگرسیون خطی چند متغیره نشان میدهد که هیستوگرام شکل ۱-الف اگرچه با توجه به نتایج حاصل از آزمایش های آزمایشگاهی ترسیم شده است، اشتباه می باشد. برای حل این مشکل داده ها استاندارد سازی شده اند. اینگونه مقادیر تمامی داده ها بین صفر تا یک قرار میگیرند. هیستوگرام ترسیم شده برای این داده ها در شکل ۱-ب نشان داده شده است. این شکل روابط صحیح میان متغیرها را نشان میدهد.



شکل ۱- دندروگرام ترسیم شده به روش پیوستگی میانگین بین گروهی برای متغیرهای مورد آزمایش در محدوده عمق ۰ تا ۵ متری، (الف: قبل از استاندارد سازی داده ها، ب: بعد از استاندارد سازی داده ها)

آنگونه که در شکل ۱-ب مشاهده میگردد ارتباطی معنی دار میان متغیرها برقرار گردیده است. برای مثال میزان چسبندگی با مقادیر رس موجود در نمونه خاک، حد روانی با میزان رطوبت موجود در خاک، زاویه اصطکاک داخلی با میزان دانسیته (که خود وابسته به نوع خاک می باشد) و عدد نفوذ استاندارد با مقادیر شاخص پلاستیسیته خاک در کمترین فواصل نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند. ارتباطی که هرگز در شکل ۱-الف مشاهده نمیشود.

الگوریتم خوشه بندی K میانگین

نتایج رگرسیون خطی مجموعه کل داده ها نشان میدهد که متغیرهای مورد بررسی با یکدیگر دارای رابطه معنی داری میباشند. اما حضور تمامی داده ها در کنار یکدیگر سبب شده تا مقدار R^2 کاهش یابد. برای مثال در این روش تحلیل، نمونه خاک ریز دانه که به طور طبیعی محدوده مقادیر SPT، کمتری نسبت به خاک درشت دانه دارد سبب افزایش خطا در این روش از تحلیل رگرسیونی شده است. برای حل این مشکل لازم است قبل از انجام رگرسیون خطی، برای بالا بردن دقت نتایج، نوعی جدا سازی در داده ها بوجود آورد. با توجه به اثر ریز دانه ها در خصوصیات خاک، در این تحقیق نمونه خاک های غرب مشهد بر اساس درصد ریز دانه ها جدا سازی شده اند. برای این منظور ماتریس داده های ژئوتکنیکی موجود، در نرم افزار MATLAB خوانده شده، ماتریس آماده و وارد الگوریتم K میانگین گردیده است. با توجه به این که فاصله ی اقلیدسی بین داده ها و مرکز خوشه تا چه حد نزدیک است، تفکیک در پارامترها و خوشه بندی داده ها صورت گرفته است. در نهایت ۴ خوشه برای خاکهای این منطقه ساخته شده است.

لازم بذکر است که الگوریتم K میانگین یک الگوریتم یادگیری بدون ناظر، در طبقه بندی داده‌های ورودی است. در

این روش نقاط به کلاس‌های مختلف بر اساس فاصله ذاتی خود از یکدیگر قرار می‌گیرد. در این الگوریتم فرض بر این است که از ویژگی‌های داده‌ها، تشکیل یک فضای برداری می‌دهند و تلاش می‌کند تا خوشه بندی بر روی آن‌ها صورت دهد. داده‌ها در اطراف مراکز هسته که از کمینه کردن اشیا می‌آید، خوشه بندی می‌شوند. به عبارت دیگر:

$$\mu_i \forall i = k \dots 1 \quad (4)$$

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - y_i)^2 \quad (5)$$

که در آن k تعداد خوشه‌ها ($S_i, i = 1, 2, \dots, k$) و μ_i مرکز خوشه یا نقطه وسطی نقاط است $X_j \in S_i$. در ادامه نتایج تحلیل خوشه ای برای مجموع داده ها ارائه گردیده است.

خوشه ۱: خاکهای دانه درشتی (شن و ماسه) که دارای مقادیر قابل توجهی از سیلت و رس میباشند اصلی ترین ویژگی نمونه های خاک قرار گرفته در این گروه میباشد. پایین ترین مقادیر آزمون SPT در ازای افزایش عمق عموماً در این خوشه دیده میشود (مقادیر کمتر از ۴۰). دلیل این امر را نیز میتوان به حضور مقادیر بالای رس و لای در این خاکهای این خوشه نسبت داد و از آنجائیکه مقادیر SPT عموماً از عدد ۴۰ کمتر میباشد از اینرو نشان دهنده حالت نیمه متراکم خاکهای این خوشه دارد. پایین ترین مقادیر دانسیته خشک عموماً در این خوشه دیده میشود (مقادیر کمتر از ۱/۹). این مورد را نیز میتوان در سست تا نیمه متراکم بودن خاکهای این خوشه دانست و با تقریب میتوان چگالی نسبی خاکهای این خوشه را در محدوده ۰/۱۵ تا ۰/۶۵ گزارش کرد. از خاکهای این خوشه میتوان به SP، GP، SP-SC، GP-GC و SP-SM اشاره کرد.

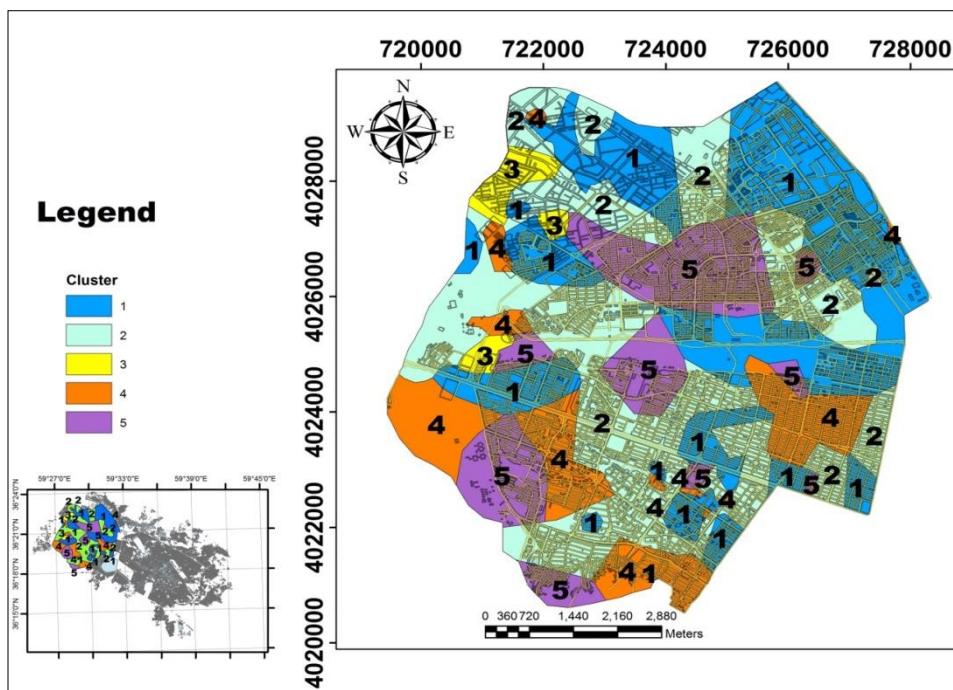
خوشه ۲: خاکهای دانه درشتی (شن و ماسه) که دارای مقادیر کمی از سیلت و رس میباشند اصلی ترین ویژگی نمونه های خاک قرار گرفته در این گروه میباشد. بالاترین مقادیر آزمون SPT در ازای افزایش عمق عموماً در این خوشه دیده میشود (مقادیر بیشتر از ۲۵). دلیل این امر را نیز میتوان به حضور مقادیر بالای دانه درشت در خاکهای این خوشه دانست. پوش گسیختگی نمونه خاکهای این خوشه از مرکز مختصات میگذرد یعنی در زمانی که تنش عمودی صفر است مقدار تنش برشی نیز صفر میباشد از اینرو نمونه خاکهای این خوشه را میتوان به عنوان مصالح بدون چسبندگی نامگذاری کرد. اما از آنجائیکه مقادیر SPT عموماً از عدد ۲۵ بیشتر میباشد از اینرو نشان دهنده حالت متراکم خاکهای این خوشه دارد. همین تراکم میتواند مقداری چسبندگی را برای خاکهای این خوشه سبب گردد. بصورت تجربی میتوان مقادیر چگالی نسبی این خوشه را در محدوده ۰/۸ گزارش کرد از اینرو خاکهای این گروه دانسیته خشک بالایی دارند. به هم پیوستگی خوب شبکه ی تخلخل و حضور کم سیمان بین دانه ای در خاکهای این خوشه میتواند تراوایی بالایی را در این نمونه ها بوجود آورد. از خاکهای این گروه میتوان به SW، GW، GW-GC، GW-GM و SW-SM اشاره کرد.

خوشه ۳: به نسبت دو خوشه قبلی میزان رس و لای در خاکهای این خوشه افزایش میابد. همین موضوع سبب میگردد ویژگیهای فیزیکی در این خوشه کمی ناهمگونی را از خود نشان دهد. برای مثال خاکهای این خوشه دارای مقادیر بالای چسبندگی میباشد ولی مقادیر متوسطی از زاویه اصطکاک داخلی میباشند که میتوان آنرا به حضور ذرات ریز و درشت در خاکهای این خوشه نسبت داد. بنابراین محتمل است که رس و لای با خاصیت خمیری کم از نظر ویژگیهای فیزیکی همچون زاویه اصطکاک داخلی و مقادیر آزمون SPT خود را به شن و ماسه رسانیده باشد و این تنها زمانی محتمل به نظر میرسد که این نوع از خاک متراکم باشد. همچنین حد روانی و

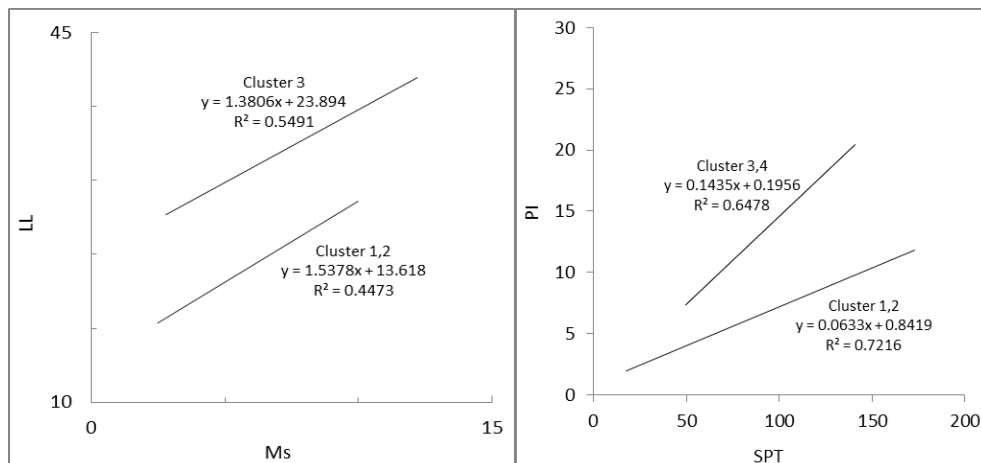
شاخص خمیری برای خاک های این خوشه بیشتر در محدوده خاکهای CL-ML قرار دارد. از خاکهای این خوشه میتوان به SC-SM و GC-GM اشاره کرد.

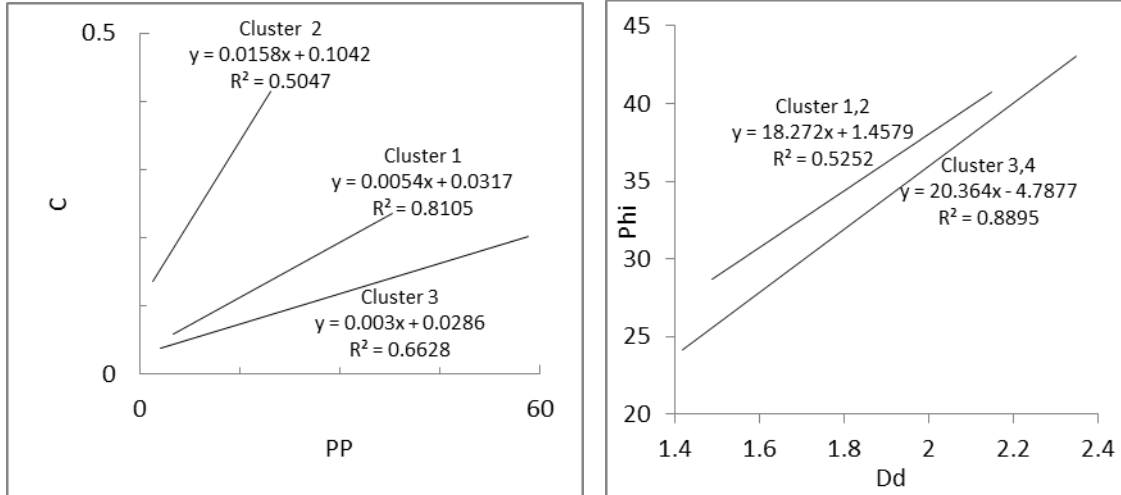
خوشه ۴: خاکهای این خوشه شباهت زیادی به خاکهای خوشه ۳ دارند و تنها تفاوت در شدت یکدست بودن نوع خاک میباشد. همین یکدستی بیشتر سبب گردیده تا خاکهای این خوشه نسبت به خوشه قبلی دارای مقادیر بالاتری از SPT و زاویه اصطکاک داخلی را دارا باشند. از خاکهای این گروه میتوان به SC، SM، GC و GM اشاره کرد.

نتایج خوشه بندی K میانگین در شکل ۳ نشان داده شده است. لازم بذکر است که در این شکل، خوشه هایی که نتایج تقریباً یکسانی دارند با یکدیگر ادغام شده اند. همچنین خوشه هایی که فاقد مقادیر معنا دار در شکل نشان داده نشده اند. نتایج گویای آن است که با انجام خوشه سازی مقدار ضریب R^2 افزایش یافته است.



شکل ۳- نقشه بافت خاک بر اساس خوشه سازی های صورت گرفته در این تحقیق (توجه: شماره ۵ مربوط به مناطق فاقد اطلاعات میباشد)





شکل ۳- رگرسیون خطی میان تعدادی از مهمترین پارامترهای فیزیکی خاکهای غرب مشهد به تفکیک خوشه های مختلف

نتیجه گیری

بانک اطلاعاتی مورد استفاده استفاده برای این تحقیق شامل تعداد ۱۸۰ گمانه حفر شده در منطقه غرب مشهد میباشد. از مجموع این ۱۸۰ گمانه تعداد ۳۶۰۰ مجموعه داده با متغیرهای معرفی شده در متن مقاله بدست آمده است. نتایج بررسی های آماری بر روی این جامعه پراکنده از داده ها نشان میدهد اگرچه انتخاب مجموعه های ۱۰۶۳ عضوی در بسیاری از جوامع آماری دارای توزیع نرمال تنها شرط لازم برای معنا دار بودن نتایج بررسی ها میباشد، اما در مورد آنچه که در این تحقیق نشان داده شد این فرضیه کاملاً اشتباه میباشد. چراکه نوع خاک میتواند خود بصورت یک متغیر تاثیر گذار، نتایج را به شدت تغییر دهد. از اینرو یا میبایستی برای هر نوع خاک یک تحلیل آماری جداگانه انجام داد که عملاً غیر ممکن میباشد یا با روشی خاکهای با عملکرد فیزیکی یکسان را در کنار یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داد. روش انتخابی دوم در این تحقیق سبب شد علاوه بر آنچه که ویژگیهای اختصاصی را برای هر خوشه که در متن به آن اشاره شده است را سبب گردد، نتایج عمومی زیر را نیز مشخص سازد:

- قرار گیری خاکهای مختلف در یک گروه نشان دهنده تغییرات شدید در رسوب گذاری منطقه میباشد. از آنجائیکه این منطقه جزء حوضه آبریز کشف رود و قسمتی از حوضه قره قوم میباشد، این موضوع غیر منطقی به نظر نمیرسد.
- بیش از ۸۰ درصد نمونه های مورد بررسی در این تحقیق مقادیر رس و لای کمتر از ۱۰ درصد دارند که این خود نشان دهنده پراکنش بودن محیط رسوبگذاری دارد. ناچیز بودن مقدار رس و لای سبب گردیده است در خوشه سازی، مقادیر این متغیر تاثیر چندانی از خود نشان ندهد.
- پارامتری که سهم بیشتری در قرار گیری خاکها در گروه های مشابه یکدیگر دارد اندازه دانه و جورشدگی میباشد و این میتواند به معنی مشابه بودن جنس رسوبات باشد.



- از آنجائیکه مقادیر SPT عمدتاً به اندازه دانه ها وابسته است یعنی با افزایش اندازه دانه ها مقادیر این پارامتر نیز افزایش میابد لذا خاکهای این منطقه از مشهد خاکهای سست تا نیمه متراکم میباشند. توضیح بیشتر آنکه سختی خاک خود میتواند فارق از اندازه دانه ها بر روی SPT اثر گذار باشد، موضوعی که خیلی در مورد خاکهای این منطقه مشاهده نمیشود.

منابع

- 1 - Eldeiry A., Garcia L. A.,2009. Comparison of Regression Kriging and Co-Kriging Techniques to Estimate Soil Salinity Using Landsat Images. Presented at the 29 th Annual Hydrology Days, Fort Collins, CO, March 25 -27 ,2009.
- 2- Eldeiry, A.2008, Garcia, L. A.,2008 . Spatial Modeling of Soil Salinity Using Remote Sensing, GIS, and Field Data, VDM Verlag, Saarbruken, Germany.
- 3- Raynr , J.H. (1996) Classification of solis by Numerical Methods. J.Soil Sci 17,79-92
- 4- Swan. A.R.H. & Sandilans, M.(1996), Introduction to Geological Data Analysis, Blackwell Science, London.
- 5- Webster , R.&. Burrough, P.A (1972) computer- based soil mapping of small areas from sample data. Soil Sci,23,210-234.