Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.10, Issue 30, Winter 2022

# Identify the similar geomorphological units to apply the same management based on desertification intensity (case study Sistan and Baluchestan province, Saravan)

**Farhad Zolfaghari**[1*], **Shima Sepahi**[2]

1. *Corresponding Author*, Assisstant Professor of Higher Education Complex of Saravan, Iran.
2. Msc student of Higher Education Complex of Saravan, Iran.

**Article Info**

**Article type:**
Research Article

**Article history:**
**Received:** 16 September 2020
**Revised:** 24 December 2020
**Accepted:** 24 May 2021

**Keywords**:
Geomorphological units,
Cluster analysis,
Desert Management.

**ABSTRACT**

After desertification mapping for proper management is very important to recognize the similar work units. Because, the two geomorphological units or two work units that have the same desertification intensity classes, do not necessarily require the same management. In this study, to identify the similar work units that need the same management, at first the intensity of desertification was evaluated according to 4 important criteria in the region (climate, soil, vegetation, and wind erosion) based on the IMDPA model and then classified and identified the similar work units using Cluster analysis method. The results of desertification intensity based on the IMDPA model showed that there are two classes of extreme and medium with the areas about 59.32 and 40.68 percent respectively. This is while the results of cluster analysis showed that all geomorphological units are classified in six different clusters. According to the results, two work units with the same desertification intensity are not necessarily in the same cluster, and work units with the same intensity are in different clusters. Therefore it can be said using the clustering method with desertification models to identify similar units for planning and implementation of management programs will have well efficiency.

**Cite this article:** Zolfaghari, F., Sepahi, S. (2022). Identify the similar geomorphological units to apply the same management based on desertification intensity (case study Sistan and Baluchestan province, Saravan). Journal of Natural Environmental Hazards, 10(30), 167-182. DOI: 10.22111/jneh.2021.35785.1701

© Farhad Zolfaghari. Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2021.35785.1701

* Corresponding Author Email: f.zolfaghari@ut.ac.ir

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۰، شماره ۳۰، زمستان ۱۴۰۰

# شناسایی واحدهای ژئومورفولوژی مشابه جهت اعمال مدیریت یکسان بر اساس شدت بیابانزائی (مطالعه موردی سیستان و بلوچستان– سراوان)

فرهاد ذوالفقاری[1*]، شیما سپاهی[2]

۱. استادیار مجتمع آموزش عالی سراوان (نویسنده مسئول)
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان. مجتمع آموزش عالی سراوان

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۹/۰۶/۲۶

**تاریخ ویرایش:** ۱۳۹۹/۱۰/۰۴

**تاریخ پذیرش :** ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

**واژه‌های کلیدی:**
کلیدواژه،
کلیدواژه،
کلیدواژه،
کلیدواژه
کلیدواژه.

**چکیده**

برای اجرای مدیریت صحیح پس از تهیه نقشه بیابان‌زایی شناخت واحدهای مشابه بسیار ضروری است. چرا که دو واحد ژئومورفولوژیک یا دو واحد کاری که از نظر شدت بیابان‌زایی یکسان می باشند، الزاماً مدیریت یکسانی نیاز ندارند. در این مطالعه برای شناسایی واحدهای مشابه که مدیریت یکسانی نیاز دارند ابتدا شدت بیابان‌زایی با توجه به ۴ معیار مهم اثر گزار در منطقه (معیارهای اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی) بر اساس مدل IMDPA مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس با کمک روش تجزیه خوشه‌ای واحدهای مشابه شناسایی و طبقه بندی گردید. نتایج حاصل از ارزیابی مدل بیابان‌زایی نشان داد که ۵۹/۳۲ درصد از کل مساحت واحدهای کاری در کلاس شدید و ۴۰/۶۸ درصد مساحت مناطق مورد مطالعه در کلاس متوسط از نظر شدت بیابان‌زایی قرار گرفته است. همچنین نتایج حاصل از تجزیه خوشه ای برای شناسائی واحدهای مشابه نشان داد که کل واحدهای ژئومورفولوژیکی در شش خوشه متفاوت قرار گرفته است. بر اساس نتایج مشاهده شد که الزاماً دو واحد کاری که شدت بیابان‌زایی یکسانی دارند در یک خوشه قرار ندارند و واحدهای کاری با شدت یکسان در خوشه های متفاوتی قرار می گیرند. لذا می توان گفت که استفاده از روش خوشه بندی به همراه مدل های بیابان‌زایی جهت شناسایی واحدهای مشابه برای برنامه ریزی و اجرای برنامه های مدیریتی از کارائی مناسبی برخوردار می باشد*.

**استناد**: ذوالفقاری, فرهاد, سپاهی, شیما. (۱۴۰۰). شناسایی واحدهای ژئومورفولوژی مشابه جهت اعمال مدیریت یکسان بر اساس شدت بیابانزائی (مطالعه موردی سیستان و بلوچستان- سراوان). مخاطرات محیط طبیعی, ۱۰(۳۰)، ۱۸۲-۱۶۷. DOI: 10.22111/jneh.2021.35785.1701

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© فرهاد ذوالفقاری*، شیما سپاهی.

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم شیما سپاهی به راهنمایی آقای دکتر فرهاد ذوالفقاری می باشد که در مجتمع آموزش عالی سراوان انجام شده است.

*- فرهاد ذوالفقاری (نویسنده مسئول) Email: f.zolfaghari@ut.ac.ir

**مقدمه**

امروزه در خصوص کنترل و مدیریت مناطق بیابانی مطالعات فراوانی صورت گرفته و با توجه به شرایط مناطق مختلف جغرافیایی مدلهای ارزیابی و تهیه نقشه های بیابان‌زایی ارایه گردیده است. اما آنچه که کمتر به آن توجه شده است اجرای مدیریت صحیح پس از تهیه نقشه بیابان‌زایی مناطق مختلف می‌باشد، چرا که بعضاً مشاهده می شود که دو رخساره ژئومورفولوژی یا دو واحد کاری که از نظر کلاس بیابان‌زایی یکسان می‌باشند، اما مدیریت و بیابان‌زدایی هر کدام شیوه خاص خود را می‌طلبد. آنالیز خوشه ای می تواند رویشگاهها و عوامل کیفی مورد بررسی در مکانهای مرتعی را بصورت دقیق تجزیه و تحلیل کند و پارامترهای کیفی را که موجب جدایی مکانی می شود را مشخص نماید (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۳). تجزیه خوشه ای یکی از تکنیک های چند متغیره می باشد که در گام اول هدف آن گروه‌بندی افراد یا مواد بر اساس صفات آنها می باشد، سپس افراد با صفات مشابه را با زبان ریاضی در یک خوشه قرار می‌دهد (ارقامی و بزرگ‌نیا،۱۳۷۰). در تجزیه خوشه ای افراد داخل یک خوشه بیشترین شباهت و یکنواختی را دارند و بین خوشه ها حداکثر تفاوت و غیر یکنواختی وجود دارد (Romesburg., 1999). در گروه‌بندی موفقیت آمیز می توان انتظار داشت که اجزاء یا افراد داخل خوشه در صورت ترسیم نمودار از لحاظ صفات مورد مطالعه به هم نزدیکترند و خوشه های دورتر متفاوت خواهند بود (مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). برای طبقه بندی تیمارها در یک گروه مشابه از تجزیه و تحلیل خوشه ای استفاده می گردد (Dai et al,. 2014). اجرای عملیات یکسان در واحدهای کاری همگن ناشی از تجزیه کلاستر می تواند باعث صرفه جویی در وقت و برنامه ریزی عملیات اجرایی بیابان‌زدایی، همچنین صرفه جویی در هزینه های اجرایی و پرسنلی گردد (Zolfaghari et al, 2019). همچنین استفاده از تجزیه خوشه ای دارای کارایی مطلوبی در خصوص گروهبندی واحدهای کاری همگن می باشد (ذوالفقاری و سپاهی، ۱۳۹۹). بطور کلی از میان روش‌های متنوع گروه‌بندی، روش مبتنی بر فاصله که در این روش ماتریس فاصله به عنوان ورودی جهت ارزیابی با یک الگوریتم گروه‌بندی خاص استفاده می‌شود، بیشتر کاربرد دارد و نتایج به شکل گرافیکی بصورت شجره‌ای یا دندروگرام مشخص می شود (Johnson and Wichern,. 1998). از روش‌های معمول مورد استفاده در ارزیابی می‌توان بطور خلاصه به موارد دو روش یو پی جی ام [1] (Sneath and Sokal,. 1973) و روش وارد[2] که بیشترین کاربرد را دارند اشاره نمود.

یک خوشه زمانی مورد قبول است که یک یا چند گروه از افراد متفاوت، فاصله درون خوشه ای آنها کمتر از میانگین کل فاصله باشد و فاصله بین دو خوشه از فاصله درون خوشه ای آنها بیشتر باشد. برای محاسبه درجه همانندی روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که برخی از آنها عبارتند از: فاصله اقلیدسی، فاصله همبستگی، فاصله همینگ، فاصله کوسینوسی و فاصله جاکارد. در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه درجه همانندی (تشابه) از فاصلهٔ اقلیدسی استفاده میشود. در مواردی که مقیاس اندازه‌گیری متغیرها متفاوت و دارای دامنه‌های مختلفی باشند استفاده از فاصله اقلیدسی استاندارد شده توصیه می‌شود (Yau et al.,1989). پس از اندازه گیری درجه همانندی باید شیوه‌ای برای ادغام اقلامی که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند بکار برد (مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). در روش وارد گروه‌های r و s در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش واریانس ناشی از ادغام آنها نسبت به ادغام هر یک از آنها با دیگر گروه‌ها

1 . Unweigthed Paired Group Method
2 . Ward’s Minimum Variance method

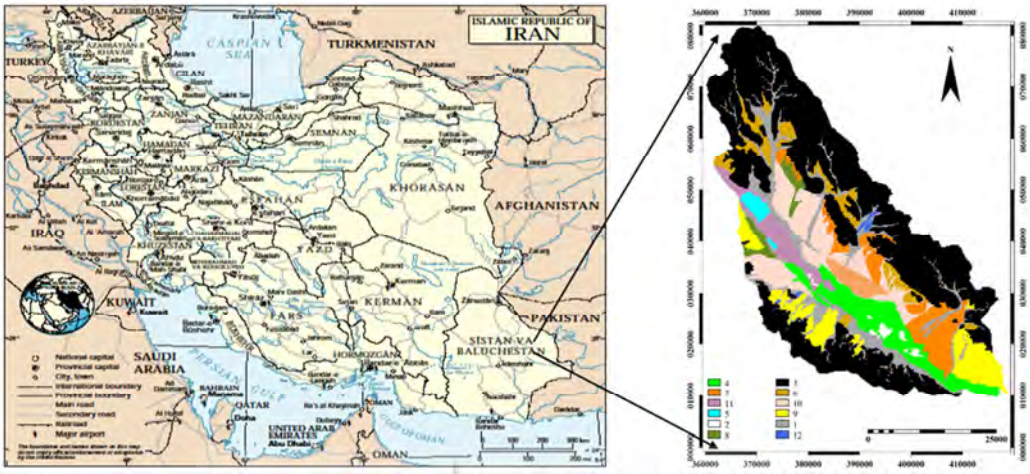
کمینه باشد (منصورفر، ۱۳۹۶). در مطالعات اقلیم شناختی عمدتاً از روش ادغام وارد استفاده می‌شود. زیرا در اینصورت میزان واریانس درون گروهی به حداقل و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد. تجزیه‌ای خوشه‌ای افراد[1] یا تجزیه خوشه‌ای نوع Q برای گروه‌بندی افراد به کار می‌رود (پورمیدانی و میرزایی ندوشن،۱۳۸۳). در واقع تجزیه خوشه‌ای نوع Q به منظور اندازه‌گیری و تعیین فواصل تشابه افراد مورد مطالعه، تعیین دوری و نزدیکی افراد (Peeters et al.,1989). ضریب اقلیدسی فاصله واحدهای کاری را مشخص می‌نماید، هر چه این فاصله بیشتر باشد، تصمیمات مدیریتی بیابان‌زدایی در واحدهای کاری از تنوع بیشتری برخوردار خواهد بود. این روش به خصوص در مواردی که منطقه دارای وسعت زیادی بوده و از لحاظ ژئومورفولوژیکی به واحدهای کاری متنوعی تقسیم می‌شود، می تواند بسیار مفید واقع گردد. زیرا به جای آنکه وقت و هزینه زیادی صرف اعمال راهکارهای بیابان‌زدایی در تک تک واحدهای کاری شود، برای رخساره‌های موجود در یک خوشه روش‌های مشابه اعمال شده و نهایتاً به نتایج منطقی‌تری دست می‌یابیم. در این روش هر چه تعداد واحدهای کاری مورد مطالعه بیشتر باشد، نتایج مفیدتری حاصل می‌گردد. در این مورد برخی از محققان (Campos et al., 2007; Cunha et al., 2005; Sanchez et al., 2005; Teramoto et al., 2001) از سطوح ژئومرفولوژی برای بدست آوردن خطوط تمایز ویژه مابین مناطق، استفاده کردند. نتایج تحقیقات آنها گروه‌بندی مناطقی بود با تشابه و یا تفاوت زیاد. واحدهای ژئومرفولوژی در حقیقت تقسیم بندی زمین است با محدوده‌های ژئومورفیک که در زمان و مکان مشخص انجام شود. (Daniels et al., 1971; Ruhe., 1956).

## داده ها و روش ها

### منطقه مورد مطالعه

دشت مرادآباد در ۲۵ کیلومتری شهرستان سراوان قرار دارد. حد شمالی آن شهرستان سراوان و از جنوب به محدوده زابلی و آبادیهای رحمان و سیب و از شرق به آبادی آپاتان و از غرب به آبادیهای پسکوه و سیاهدک محدود می‌گردد. این دشت در محدوده ۶۱ درجه ۳۶ دقیقه ۲۹ ثانیه تا ۶۲ درجه و ۱۱ دقیقه و ۴۴ ثانیه طول شرقی و محدوده ۲۷ درجه و ۱۱ دقیقه و ۵۸ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۵۰ دقیقه و ۱۴ ثانیه عرض شمالی واقع گردیده است (شکل ۱). میانگین بارش سالانه نزدیک ترین ایستگاه سینوپتیک منطقه که شهرستان سراوان می باشد ۱۰۷ میلی متر و متوسط دمای سالانه هوا ۲۲/۰۵ درجه سانتیگراد می باشد.

1 . Q-cluster Analysis

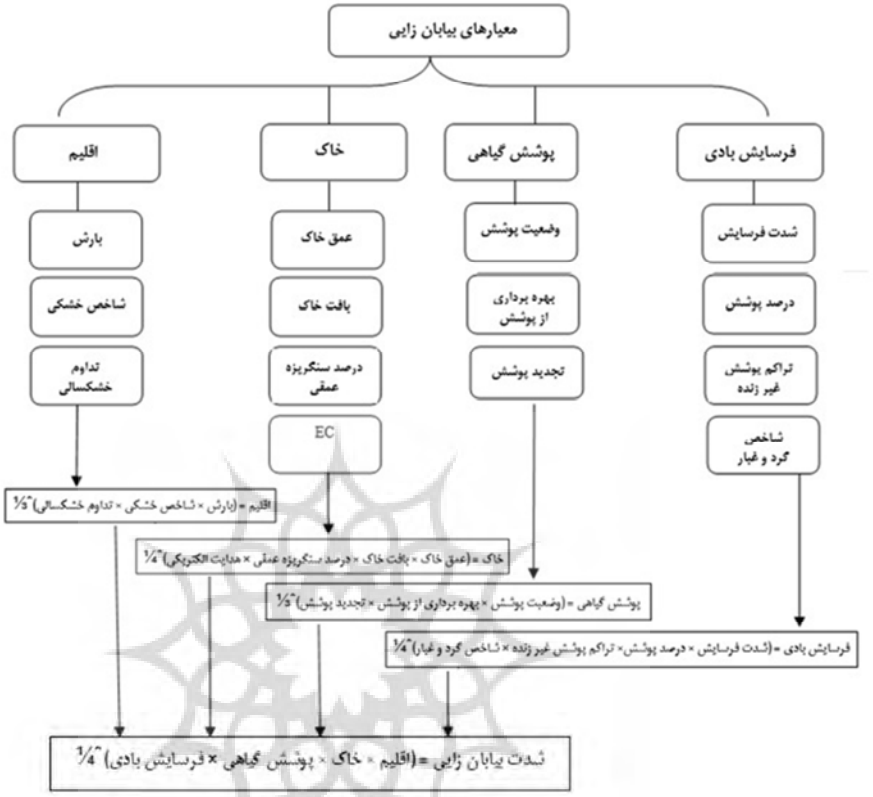



**شکل ۱:** موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان.

## روش تحقیق

در این تحقیق، ۲۱ رخساره ژئومورفولوژی به عنوان واحد کاری با توجه به نقشه‌های پایه منطقه تعیین گردید. در هریک از رخساره های ژئومورفولوژیکی چهار معیار اصلی (اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی) مؤثر در بیابان‌زایی منطقه بهمراه شاخص های مربوطه جهت تعیین شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل ایرانی بیابان‌زایی برآورد شده است ( ذوالفقاری و خسروی، ۱۳۹۵). شاخص های مربوط به هر یک از معیارهای مذکور انتخاب و برای هر شاخص بر اساس مدل یک لایه اطلاعاتی در محیط Arc GIS ساخته شد. لایه اطلاعاتی مربوط به هر معیار بر اساس میانگین هندسی لایه های شاخص مربوط به هر معیار محاسبه و در نهایت نقشه شدت بیابان زائی کل بر اساس میانگین هندسی لایه های اطلاعاتی چهار معیار مورد مطالعه بدست آمد. روش محاسبه و همچنین معیارها و شاخص های مورد مطالعه در این پژوهش بصورت خلاصه در شکل (۲) نشان داده شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

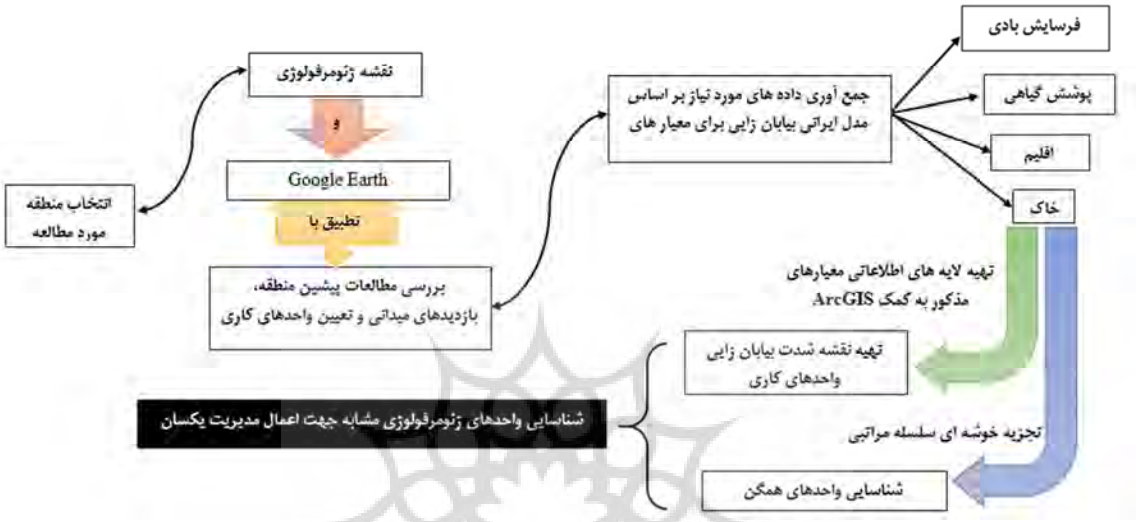



**شکل ۲: معیارها و شاخص های مورد بررسی و روش محاسبه هر یک از لایه های اطلاعاتی بر اساس مدل ایرانی بیابان زائی**

پس از برآورد شدت بیابان‌زایی در هر یک از رخساره های ژئومورفولوژیکی مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نوع کیو[1] طبقه بندی رخساره های ژئومورفولوژیکی صورت گرفته است. برای تعیین فاصله بین واحدهای کاری (ضریب تشابه)، فاصله اقلیدسی[2] و برای ادغام خوشه ها بر اساس معیارهای مورد مطالعه، از روش ادغام وارد[3] استفاده گردید، که نتایج آنها به صورت دندروگرام نمایش داده شده است. با بررسی نتایج حاصل از خوشه بندی واحدهای کاری بر اساس شاخص های مورد مطالعه در مناطق مورد مطالعه، می‌توان دسته‌هایی را تعیین نمود که واحدهای کاری موجود در یک دسته، از نظر تأثیر معیارهای مورد مطالعه در بیابان‌زایی، تشابه بیشتری داشته باشند (Zolfaghari et al, 2019). همچنین تعیین و معرفی واحدهای کاری با فاصله اقلیدسی (گروه‌بندی) بیشتر و تشابه کمتر، می‌تواند در اجرای برنامه‌های بیابان‌زدایی آینده منطقه بهره‌وری بیشتری را در پی داشته باشد. خط برش دندروگرام از جایی زده می‌شود که از نظر محقق بیشترین فاصله بین گروه‌ها وجود دارد و گروه‌بندی مناسبتری بدست می‌آید (Albuquerque, 2005, Barroso; Artes, 2003, Sneath; Sokal, 1973). خط برش پایین‌تر از

1 . Q Cluster
2 . Square Euclidean Distance
3 . Ward’s Minimum Variance method

میانگین فاصله اقلیدسی انتخاب گردید (سلطانی، ۱۳۸۰). محاسبات آماری فوق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. و خروجی نقشه ها با استفاده از نرم افزار Arc GIS ایجاد شد. کلیه مراحل اجرای پژوهش در شکل (۳) بصورت گرافیکی نشان داده شده است.

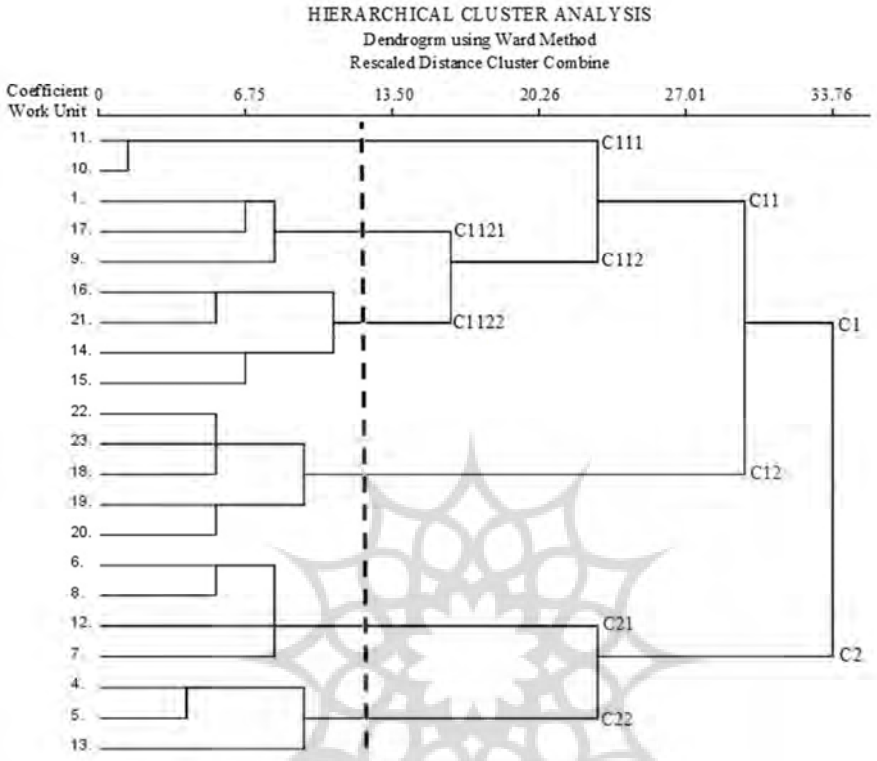



**شکل ۳: خلاصه گرافیکی مراحل انجام تحقیق**

## یافته‌های تحقیق

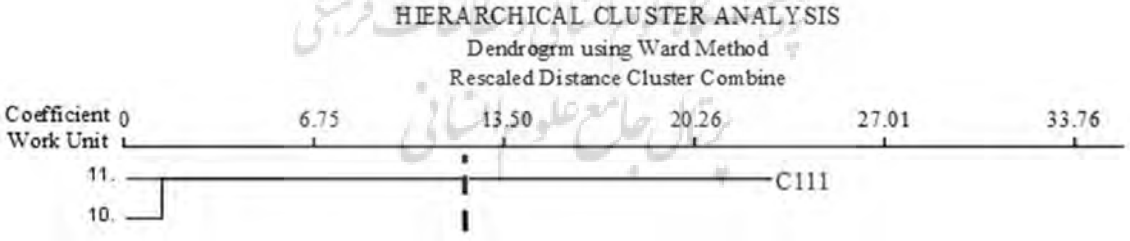
نتایج حاصل از تجزیه خوشه ای نشان داد که، واحدهای کاری بر اساس چهار معیار اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی، به شش گروه (خوشه) تقسیم می‌گردند. چنین تحقیقی در خصوص گروه‌بندی وضعیت ظاهری خاک نیز صورت گرفته است (Hudson, 1992). شکل (۴) دندروگرام مربوط به کلیه واحدهای کاری انتخابی بر اساس چهار معیار اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی را نشان می‌دهد. محور افقی نشان دهنده فاصله اقلیدسی بین واحدهای کاری است.

با توجه به شکل شماره (۴) کلیه واحدهای کاری مورد مطالعه از لحاظ معیارهای مورد بررسی در گروه‌های C111 ، C12 ، C1121، C21، C1122 و C22 قرار می‌گیرند (برش از جایی است که بیشترین فاصله بین گروهها وجود دارد که در شکل بوسیله خط چین عمودی نشان داده شده است). خوشه C111 دو واحد کاری؛ خوشه C12 پنج واحد کاری؛ خوشه C21 چهار واحد کاری، خوشه C1121 سه واحد کاری، خوشه C1122 چهار واحد کاری و خوشه C22 سه واحد کاری را شامل می‌گردند.




**شکل ۴: دندروگرام مربوط به کلیه واحدهای کاری انتخابی بر اساس چهار معیار اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی**

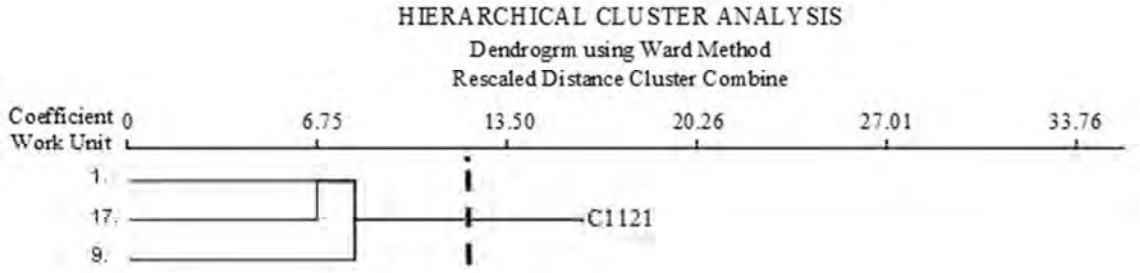
خوشه اول (C111) متشکل از دو واحد کاری، شامل رخساره های ۱۱ و ۱۰ می باشد (شکل ۵).




**شکل ۵: دندروگرام مربوط به اولین خوشه در تقسیم بندی واحدهای کاری انتخابی**

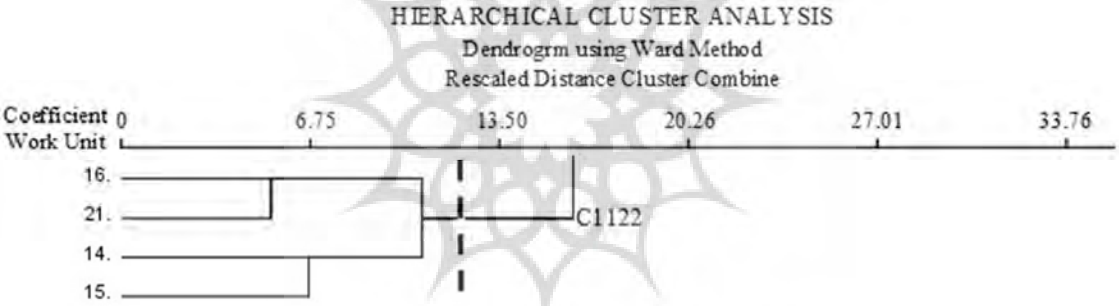
رخساره ۱۰، مربوط به واحد ژئومورفولوژی دشت ریگی ریزدانه یا منطقه برداشت فرسایش بادی همراه با پوشش گیاهی ضعیف کمتر از ۳ درصد است. و رخساره ۱۱، رخساره تپه های ماسه ای یا ارگ می باشد که در هر دوی این رخساره ها درصد کم پوشش گیاهی به چشم می خورد و بیشترین تأثیر را در شدت بیابان‌زایی این رخساره ها را معیار پوشش گیاهی داشته است.

خوشه دوم (C1121) متشکل از سه واحد ژئومورفولوژی بوده که شامل رخساره های ۱ ، ۹ و ۱۷ می باشد (شکل ۶).



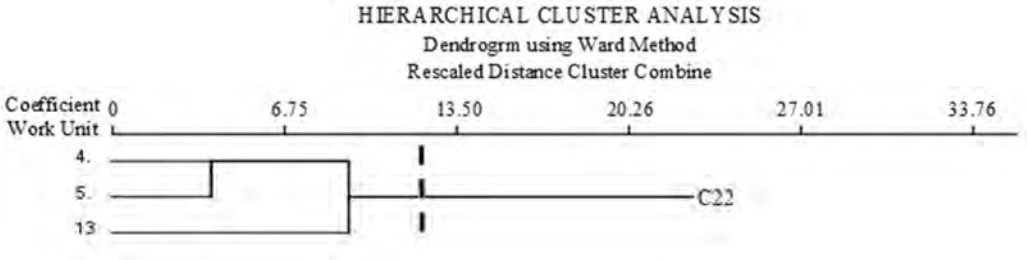

**شکل ۶: دندروگرام مربوط به دومین خوشه در تقسیم بندی واحدهای کاری انتخابی**

رخساره ۱، واحد ژئومورفولوژی مسیل خشک‌رود و یا به عبارتی مسیل‌های با فرسایش آبی و بادی می باشد. رخساره ۹ واحد کاری مربوط به دشت ریگی و رخساره شماره ۱۷ شامل واحد ژئومورفولوژیک تپه ها و پهنه‌های ماسه ای فعال می باشد. خوشه سوم (C1122) متشکل از چهار واحد کاری، شامل رخساره های ۱۴ ، ۱۵، ۱۶ و ۲۱ می باشد (شکل ۷).



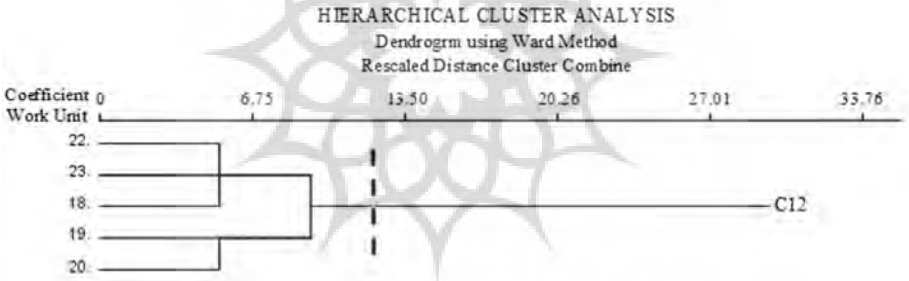

**شکل ۷: دندروگرام مربوط به سومین خوشه در تقسیم بندی واحدهای کاری انتخابی**

رخساره شماره ۱۴، واحد کاری اراضی کشاورزی بوده با ۱۲ درصد پوشش گیاهی و بدلیل وجود درصد بسیار خوبی از تراکم پوشش غیر زنده در سطح خاک میزان فرسایش بادی کمی دارد. رخساره ۱۵، شامل واحد کاری سیلتی-ماسه ای با کاربری نخل دیم، رخساره شماره ۱۶، شامل واحد کاری بستر رودخانه تلخاب و روتک با پوشش گیاهی پراکنده و رخساره۲۱، شامل واحد کاری آبراهه‌ها و مسیل‌ها می‌باشد که شرایط پوشش گیاهی تقریباً یکسان و آثار فرسایش بادی در این واحدها کمتر به چشم می خورد. خوشه چهارم (C22)، رخساره های ۴، ۵ و ۱۳ را به خود اختصاص داده است (شکل ۸).




**شکل ۸: دندروگرام مربوط به چهارمین خوشه در تقسیم بندی واحدهای کاری انتخابی**

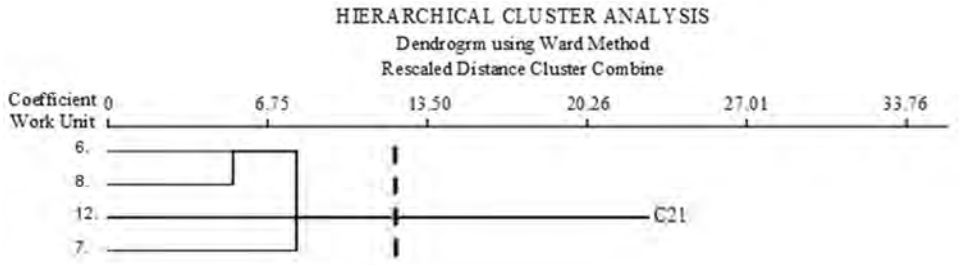
رخساره شماره ۴، واحد کاری اراضی کشاورزی بهمراه درختان نخل پراکنده بوده با ۱۰ درصد پوشش گیاهی و بدلیل وجود درصد بسیار خوبی از تراکم پوشش غیر زنده در سطح خاک میزان فرسایش بادی کمی دارد. رخساره ۵، شامل واحد کاری پخش سیلاب و رخساره شماره ۱۳، شامل واحد کاری جنگل‌های دست کاشت با پوشش گیاهی پراکنده می باشد. خوشه پنجم (C12) متشکل از پنج واحدکاری، شامل رخساره های ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۲۳ می باشد (شکل ۹).




**شکل ۹: دندروگرام مربوط به پنجمین خوشه در تقسیم بندی واحدهای کاری انتخابی**

رخساره شماره ۱۸، شامل واحد کاری اراضی سیلتی-ماسه ای با پوشش پراکنده شورپسند است. رخساره ۱۹، شامل واحد کاری آبرفت‌های بادبزنی شکل و با سنگریزه سطحی کم و شوری زیاد و حساس به فرسایش بادی است. رخساره شماره ۲۰، شامل کفه رسی همراه با تپه های ماسه‌ای بارخانی می باشد. رخساره شماره ۲۲ شامل واحد کاری تراس های قدیمی و رخساره شماره ۲۳ شامل واحد کاری اراضی شوره زار می باشد.

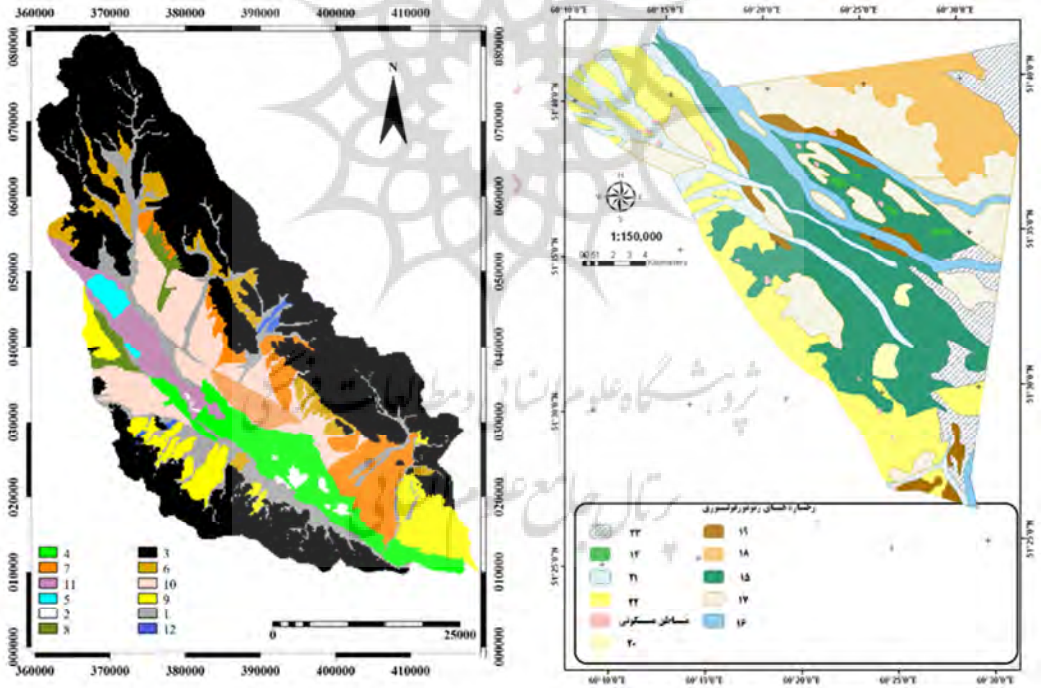
خوشه ششم (C21) متشکل از چهار واحدکاری، شامل رخساره های ۶، ۷، ۸ و ۱۲ می باشد (شکل ۱۰).




**شکل ۱۰: دندروگرام مربوط به ششمین خوشه در تقسیم بندی واحدهای کاری انتخابی**

در این خوشه رخساره شماره ۶ شامل واحد کاری دشت ریگی با بیرون زدگی سنگی، رخساره شماره ۷ شامل واحد کاری مخروط افکنه های فعال (دلتا)، رخساره شماره ۸ شامل واحد کاری فرسایش آبراهه ای و رخساره شماره ۱۲ شامل واحد کاری واریزه می باشد.

پراکنش واحدهای ژئومورفولوژیک مورد مطالعه در شکل (۱۱) نشان داده شده است.




**شکل ۱۱: نقشه پراکنش واحدهای ژئومورفولوژیک در مناطق روتک (سمت راست) و دشت مراد آباد (سمت چپ)**

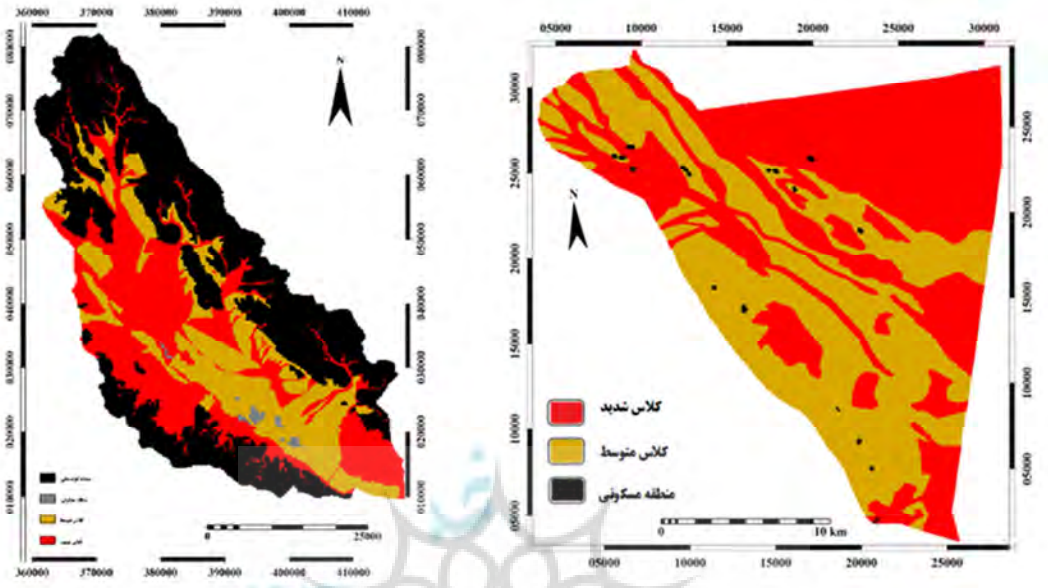
## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تعیین شدت بیابان‌زایی در هریک از واحدهای ژئومورفولوژی مورد مطالعه بر اساس چهار معیار اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی در جدول (۱) نشان داده شده است.

**جدول ۱: ارزیابی شدت بیابان‌زایی هریک از واحدهای ژئومورفولوژی و خوشه بندی آنها**

| شماره رخساره | میانگین هندسی هر معیار | | | | | کلاس بیابان زائی | شماره خوشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | اقلیم | خاک | فرسایش بادی | پوشش گیاهی | شدت بیابان زائی | | |
| ۱ | ۲/۷۱ | ۲/۲۳ | ۲/۹۵ | ۳/۲۸ | ۲/۷۷ | شدید | C1121 |
| ۴ | ۲/۷۱ | ۱/۷۸ | ۲/۰۹ | ۱/۵۴ | ۱/۹۹ | متوسط | C22 |
| ۵ | ۲/۷۱ | ۱/۷۹ | ۲/۰۰ | ۱/۹۵ | ۲/۰۹ | متوسط | C22 |
| ۶ | ۲/۷۱ | ۲/۴۵ | ۱/۹۲ | ۳/۱۰ | ۲/۵۰ | متوسط | C21 |
| ۷ | ۲/۷۱ | ۲/۳۰ | ۲/۲۱ | ۲/۹۰ | ۲/۵۱ | متوسط | C21 |
| ۸ | ۲/۷۱ | ۲/۰۶ | ۲/۲۱ | ۲/۷۸ | ۲/۴۲ | متوسط | C21 |
| ۹ | ۲/۷۱ | ۲/۱۳ | ۲/۶۳ | ۳/۵۸ | ۲/۷۲ | شدید | C1121 |
| ۱۰ | ۲/۷۱ | ۲/۸۶ | ۳/۴۰ | ۳/۸۵ | ۳/۱۷ | شدید | C111 |
| ۱۱ | ۲/۷۱ | ۲/۸۶ | ۳/۳۴ | ۳/۸۱ | ۳/۱۵ | شدید | C111 |
| ۱۲ | ۲/۷۱ | ۲/۶۵ | ۲/۰۶ | ۳/۰۷ | ۲/۶۰ | شدید | C21 |
| ۱۳ | ۲/۷۱ | ۲/۲۹ | ۲/۳۰ | ۲/۴۹ | ۲/۴۴ | متوسط | C22 |
| ۱۴ | ۳/۲۲ | ۲/۲۶ | ۲/۹۷ | ۱/۵۴ | ۲/۴۰ | متوسط | C1122 |
| ۱۵ | ۳/۲۲ | ۲/۱۶ | ۲/۷۲ | ۲/۵۳ | ۲/۶۳ | متوسط | C1122 |
| ۱۶ | ۳/۲۲ | ۲/۸۸ | ۲/۹۸ | ۲/۳۹ | ۲/۸۵ | شدید | C1122 |
| ۱۷ | ۳/۲۲ | ۲/۳۵ | ۳/۲۵ | ۳/۱۲ | ۲/۹۶ | شدید | C1121 |
| ۱۸ | ۳/۲۲ | ۲/۴۰ | ۲/۵۸ | ۳/۱۶ | ۲/۸۲ | شدید | C12 |
| ۱۹ | ۳/۲۲ | ۲/۴۰ | ۳/۲۳ | ۲/۹۸ | ۲/۹۴ | شدید | C12 |
| ۲۰ | ۳/۲۲ | ۱/۷۶ | ۳/۱۳ | ۳/۱۸ | ۲/۷۴ | شدید | C12 |
| ۲۱ | ۳/۲۲ | ۲/۹۹ | ۲/۸۶ | ۲/۷۵ | ۲/۹۵ | شدید | C1122 |
| ۲۲ | ۳/۲۲ | ۲/۱۷ | ۲/۶۰ | ۲/۴۹ | ۲/۵۹ | متوسط | C12 |
| ۲۳ | ۳/۲۲ | ۲/۰۰ | ۲/۹۵ | ۲/۸۱ | ۲/۷۰ | شدید | C12 |

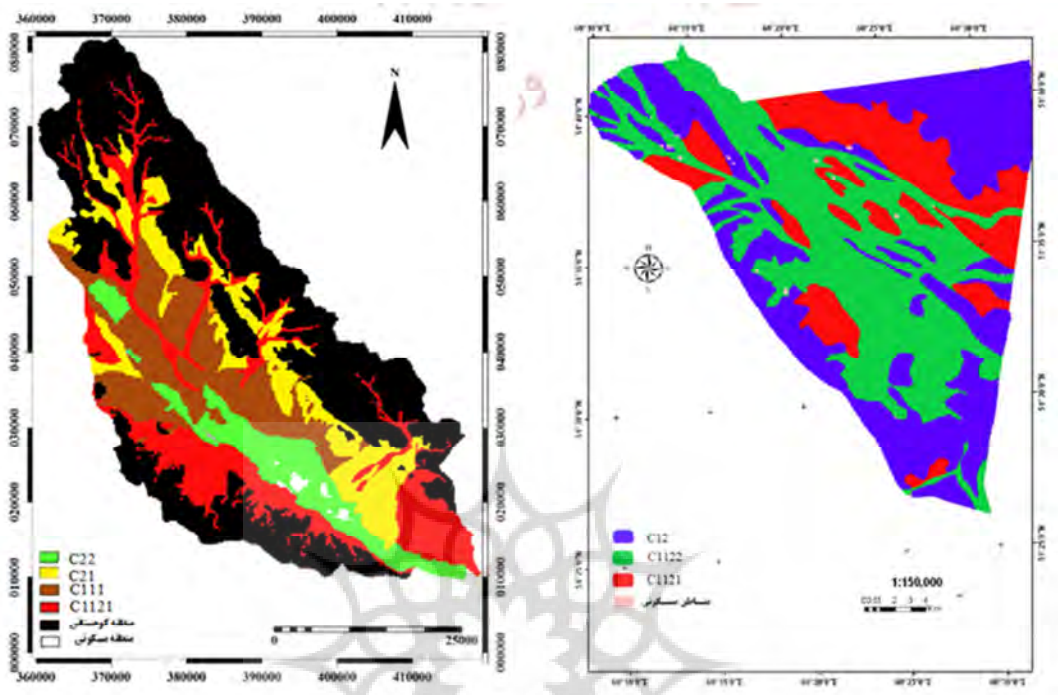
بر اساس نتایج حاصل از بررسی مدل IMDPA در دو منطقه مورد مطالعه ۵۹/۳۲ درصد از کل مساحت واحدهای کاری در کلاس شدید شدت بیابان‌زایی قرار داشت و ۴۰/۶۸ درصد مساحت مناطق مورد مطالعه در کلاس متوسط از نظر شدت بیابان‌زایی قرار گرفته است که نقشه پراکنش شدت بیابان‌زایی در دو منطقه مورد مطاله در شکل (۱۲) نشان داده شده است.




**شکل ۱۲: نقشه شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA در مناطق روتک (سمت راست) و دشت مراد آباد (سمت چپ )**

همچنین نتایج حاصل از خوشه بندی واحدهای مشابه کاری نشان داده شده در شکل (۱۳) نشان داد که ۱۷/۱۲ درصد از مساحت کل مناطق مورد مطالعه در خوشه C21، ۲۹/۱۸ درصد در خوشه C1121، ۲۰ درصد خوشه C111، ۱۱/۶۲ درصد در خوشه C22، ۱۱/۸۴ درصد در خوشه C1122 و ۱۰/۲۳ درصد از کل مساحت مناطق مورد مطالعه در خوشه C12 قرار گرفته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ۱۳: نقشه خوشه بندی واحدهای کاری در مناطق روتک (سمت راست) و دشت مراد آباد (سمت چپ )**

و این در حالی است که بر اساس مدل بیابان‌زایی کل منطقه در دو کلاس شدید و متوسط قرار گرفته بود و در صورت استفاده از مدل خوشه بندی برای شناخت واحدهای کاری یا رخساره های ژئومورفولوژیکی مشابه این واحدها در شش خوشه متفاوت قرار خواهند گرفت.

## نتیجه گیری

در این پژوهش کل منطقه مورد مطالعه در دو کلاس شدید و متوسط از لحاظ شدت بیابان قرار گرفتند در صورتی که بر اساس معیارهای و شاخص های همان مدل در تجزیه کلاستر واحدهای کاری در ۶ خوشه متفاوت قرار گرفتند و دو واحد کاری با شدت متفاوت بیابان‌زایی در یک خوشه قرار گرفتند که نشان می دهد دو واحد کاری با کلاس شدت بیابان‌زایی یکسان الزاماً یک نوع مدیریت را نمی طلبد و شرایط متفاوتی خواهند داشت. و واحدهای کاری که در یک خوشه قرار گرفته اند به دلیل تشابه زیاد می تواند در روند تصمیم گیریهای مدیریتی جهت اجرای عملیات بیابان‌زدایی که دارای شرایط یکسان می باشند برنامه‌های یکسانی را در نظر گرفت.

همانطور که در بررسی خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای مشاهده شد در هر خوشه تعدادی از واحدهای کاری قرار گرفتند که از لحاظ خصوصیات مختلفی همچون نوع خاک و نوع پوشش گیاهی مشابه بوده اما الزاماً یکسان نمی باشند. وبستر و الیور (۱۹۹۰) کارایی تجزیه کلاستر را در خصوص آزمون و تمایز کلاس های سطوح ژئومرفولوژیکی و

خصوصیات خاک در برزیل تأیید نمودند. واحدهای کاری قرار گرفته در خوشه‌های نزدیک به هم نسبت به واحدهای کاری قرار گرفته در خوشه‌های دورتر دارای تشابه بیشتری هستند.

مطابق با نظر دیگر محققان (Fu et al., 2004) تجزیه و تحلیل چند متغیره می تواند تمایزات جزئی درون یک گروه تا تفاوتهای بزرگ بین گروهها را مشخص نماید. بر اساس نظریه آدام و همکاران (۱۹۹۲) تجزیه کلاستر در مطالعات خاک به منظور سازماندهی درجه تشابه بسیار مناسب است و به همین دلیل برای دستیابی به اهداف طبقه بندی نیز از آن استفاده می شود. تجزیه کلاستر در مطالعات ژئومرفولوژی جزئیات بیشتری از ارتباط خصوصیات مهم خاک را نشان می دهد که در تقسیم بندی واحدهای کاری در سطح زمین قابل برآورد نمی باشد ( Young and Hammer., 2000). میلتون و همکاران در ۲۰۱۲ خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک سه منطقه که از لحاظ خصوصیات ژئومرفولوژیکی متفاوت بودند را با تجزیه‌های چند متغیره بررسی نمودند و نتایج حاصل از تجزیه کلاستر گروهبندی مناطق را طبق الگوی اولیه تأیید نمود.

از نتایج این گروهبندی میتوان برای تعیین محدوده گروه‌های ژئومرفولوژی بر اساس خصوصیات متفاوت خاک (Borujeni et al., 2009) و یا کاهش اشتباهات گروهبندی در برنامه ریزی و نحوه اجرای پروژه های مدیریتی مناطق بیابانی استفاده نمود (Minasny; Mcbratney, 2007). بدین ترتیب عملیات اجرایی بیابان‌زدایی در واحدهای کاری قرار گرفته در یک خوشه می تواند به طور یکسان انجام شود. اجرای عملیات یکسان در واحدهای کاری همگن ناشی از تجزیه کلاستر می تواند باعث صرفه جویی در وقت و برنامه ریزی عملیات اجرایی بیابان‌زدایی، همچنین صرفه جویی در هزینه های اجرایی و پرسنلی گردد (zolfaghari et al, 2019). لذا می توان عنوان نمود که استفاده از تجزیه خوشه ای دارای کارایی مطلوبی در خصوص گروهبندی واحدهای کاری همگن می باشد و در کنار مدلهای ارزیابی شدت بیابان‌زایی برای ارایه روش های مدیریتی مناسب از قابلیت مطلوبی برخوردار خواهد بود.

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات و همراهی جناب اقای مهندس عباس کفاش کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان و همچنین مهندس محمد رفیع دهقان کارشناس ارشد و ریاست محترم اداره منابع طبیعی شهرستان سراوان به دلیل همراهی و کمک های بی شائبه شان تشکر و قدردانی می گردد.

## منابع

ارقامی ناصر رضا، بزرگ‌نیا ابوالقاسم (۱۳۷۰)، مقدمه ای بر آمار چند متغیره کاربردی (ترجمه)، انتشارت آستان قدس رضوی، موسسه چاپ و انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی، چاپ اول، ۴۲۰صفحه.

پورمیدانی عباس، میرزایی ندوشن حسین (۱۳۸۳)، بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه کلاستر (خوشه ای) ژنوتیپهای مختلف تاغ، تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، شماره ۱ دوره ۱۲ صفحه ۱۵-۱.

سلطانی افشین (۱۳۹۲)، کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه های آماری (برای رشته های کشاورزی)، انتشارات جهاد دانشگاهی (دانشگاه فردوسی مشهد)، نوبت چاپ ششم، ۱۸۴ صفحه.

ذوالفقاری فرهاد، سپاهی شیما، شناسایی واحدهای همگن مناطق بیابانی به روش تجزیه کلاستر، پنجمین همایش بین المللی افق های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست - ایران، تهران - ۱۸ مهر ۱۳۹۹.

ذوالفقاری فرهاد، خسروی حسن (۱۳۹۵). ارزیابی شدت بیابان زائی منطقه سراوان با استفاده از مدل IMDPA، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان)، دوره ۲۷ شماره ۲ پیاپی ۶۲ صفحه ۸۷- ۱۰۱.

ذوالفقاری فرهاد، شهریاری علیرضا، فخیره اکبر، راشکی علیرضا، نوری سهیلا، خسروی حسن (۱۳۹۰)، ارزیابی شدت بیابان زائی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA، فصلنامه پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، شماره ۲ پیاپی ۹۱ صفحه ۹۷-۱۰۷.

کفاش عباس، روحی مقدم عین اله، افشاری اعظم، ذوالفقاری فرهاد (۱۳۹۷)، بررسی میزان تأثیر معیارهای اقلیم، پوشش گیاهی، فرسایش بادی و خاک در ارزیابی پتانسیل بیابان زائی به استفاده از GIS (مطالعه موردی: مرادآباد سراوان)، مجله پژوهش های نوین علوم جغرافیایی، معماری و شهر سازی، سال دوم شماره ۱۴ صفحه ۱۵- ۲۹.

کریمیان وحید، وهابی محمد رضا، فضیلتی محمد، ترکش اصفهانی، مصطفی (۱۳۹۳)، طبقه بندی رویشگاه های گل ماهور ( Verbascum songaricum schrenk) در زاگرس مرکزی ایران با استفاده از آنالیز خوشه ای، مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، سال سوم شماره چهارم صفحه ۲۱-۳۴.

مقدم محمد، محمدی سید ابوالقاسم، آقایی سربرزه مصطفی (۱۳۸۸). آشنایی با روش های آماری چند متغیره (ترجمه). ناشر پریور. نوبت چاپ اول. ۲۸۰ صفحه.

منصورفر، کریم (۱۳۹۶). روشهای پیشرفته آماری همراه با برنامه های کامپیوتری. انتشارات دنشگاه تهران. نوبت چاپ پنجم. ص ۴۸۰.

Adams, M. B.; Turner, R. S.; Schmoyer, D. D., (1992), Evaluation of direct delayed response project soil sampling classes: Northeastern United States, Soil Science Society of America Journal, v 56, n 1, p. 177-187.

Albuquerque, M. A., (2005), Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis). 62 f. Dissertação (Mestrado em Biometria) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.

Barroso, L. P.; ARTES, R., (2003), Análise de Multivariada. Lavras: UFLA, 157 p.

Borujeni, I. E. et al., (2009) The effect of survey density on the results of geopedological approach in soil mapping: A case study in the Borujen region, Central Iran. Catena, v. 79, p. 18-26.

Campos, M. C. C. et al., (2007), Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 3, p. 519-529.

Cunha, P. et al., (2005), Superfícies geomórficas e atributos de Latossolos em uma seqüência arenítico-basaltica da região de Jaboticabal (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 1, p. 81-90.

Daniels, R. B.; Gamble, E. F.; Cady, J. G., (1971), The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Advances in Agronomy, v. 23, p. 51-87.

Dai, Zh.; Li, R.; Muhammad, N.; Brookes, Ph.; Wang, H.; Xu., (2014), Principle Component and Hierarchical Cluster Analysis of Soil Properties following Biochar Incorporation, Soil Science Society of America Journal, Vol 78, n 1, p. 205-213. doi.org/10.2136/sssaj2013.05.0199.

Fu, B. J. et al., (2004), Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. Plant and Soil, v. 261, n.1/2, p. 47-54.

Hudson, B. D., (1992), The soil survey as a paradigm-based science. Soil Science Society American Journal, v.56, n.4, p.836-841.

Johnsone, R. R & D.W.Wichern., (1998), Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall Int. Hnc.

Milton César Costa campos, josé marques júnior, zigomar menezes de souza, diego silva siqueirae gener., (2012), Discrimination of geomorphic surfaces with multivariate analysis of soil attributes in sandstone - basalt lithosequence. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 3, p. 429-438, jul-set.

Minasny, B.; Mcbratney, A. B., (2007), Incorporating taxonomic distance into spatial prediction and digital mapping of soil classes. Geoderma, v. 142, n. 3/4, p. 285-293.

Peeters, J .P & J.A. Martinelli., (1989), Hierarchical clustering analysis as a tool to manage variation in germplasm collection. Theor. Appl.Genet.78:42-48.

Romesburg, H., (1999), Cluster analysis for researchers. Cip89, pp: 244-253.

Ruhe, R., (1956), Geomorphic surfaces and the nature of soils. Soil Science, v 82, n 6, pp. 441-445.

Sanchez, R. B. et al., (2005), Variabilidade espacial de propriedades de Latossolo e da produção de café em diferentes uperfícies geomórficas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v 9, n 4,pp. 489-495.

Sneath, H. A.; Sokal, R. R., (1973), Numeral taxonomy, San Francisco, Freeman. 573 p.

Teramoto, E. R.; Lepsch, I. F.; Vidal-Torrado., (2001), Relações solo, superfície geomórfica e substrato geológico na microbacia do ribeirão Marins (Piracicaba-SP). Scientia Agricola, v 58, n 2, pp. 361-371.

Webster, R.; Oliver, M. A., (1990), Statistical methods in soil and land resource survey. Spatial Information Systems. New York: Oxford University Press, 316 p.
Yau, S. K. J, G. Ortiz- ferrara & J. P. srivastava., (1989), Cluster analysis of bread wheat lines grown in diverse rain fed environments. Rachis 8(2), pp: 31-35.
Young, F. J.; Hammer, R. D., (2000), Defining geographic soil bodies by landscape position, soil taxonomy, and cluster analysis. Soil Science Society of America Journal, v 64, pp. 989-998.
Zolfaghari F, Khosravi H, Shahriyari A, Jabbari M, Abolhasani A., (2019), Hierarchical cluster analysis to identify the homogeneous desertification management units. PLoS ONE 14 (12): e0226355. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0226355.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

## References

## References (in Persian)

Arghami, N, R. Bozorgniya, A. (1991). Introduction of Applied multivariate statistics. Astan Ghodse Razavi press.1st ed 420p. [In Persian]

Kaffash, A. Ruhimoghadam, A, A. Afshari, A. Zolfaghari, F. (2018). Evaluation of the effect of climate, vegetation, wind, and soil erosion criteria on the assessment of desertification potential using GIS (Case study: Moradabad Saravan). Journal of Geographical New Studies, Architecture, and Urbanism. n 2, vol 14, pp 15-29. [In Persian]

Karimian, V. Vahabi, M. R. Fazilati, M. Torkesh Esfahani, M. (2014). Classification the Rangeland Habitat of Verbascum songaricum Schrenk Using Cluster Analysis Method. Desert Ecosystem Engineering Journal. n 4, Vol 3, pp 21-34. [In Persian]

Mansourfar, K. (2017). Advanced Statistical methods: using applied software. Tehran university press. 5nd 480p. [In Persian]

Moghadam, M. Mohamadi, S, A. Aghaei Sarbarze, M. (2009). Multivariate statistical methods: a primer, 1st ed. Parivar Press .280 p. [In Persian]

Pour Meidani, A. Mirzaie Nodoushan, H. (2004).Investigation of genetic variation and Cluster analysis in different Haloxylon genotypes. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research Vol. 12 No. 1, PP 1-17. [In Persian]

Soltani, A. (2013). Application of SAS in statistical analysis. Jahade Daneshgahi Mashhad press. 6nd ed, 184p. [In Persian]

Zolfaghari, F. Sepahi, Sh. Identification of homogeneous desert units by cluster analysis.The 5th international conference on the new horizons in the agricultural sciences, natural resources and environment, 8 October 2020. [In Persian]

Zolfaghari, F. Shahriyari, A. Fakhireh, A. Rashki, A. R. Noori, S. and Khosravi, H. (2011). Assessment of desertification potential using IMDPA model in Sistan plain. Watershed Management Research, 9, pp 97-107. [In Persian]

Zolfaghari, F. Khosravi, H. (2016). Assessment of desertification severity using IMDPA model in Saravan region. Geography and Environmental Planning (University of Isfahan), n 2, vol 27, pp 87-101. [In Persian]

### References (in English)

Adams, M. B.; Turner, R. S.; Schmoyer, D. D., (1992), Evaluation of direct delayed response project soil sampling classes: the Northeastern United States, Soil Science Society of America Journal, v 56, n 1, p. 177-187.

Albuquerque, M. A., (2005), Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis). 62 f. Dissertação (Mestrado em Biometria) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.

Barroso, L. P.; ARTES, R., (2003), Análise de Multivariada. Lavras: UFLA, 157 p.

Borujeni, I. E. et al., (2009) The effect of survey density on the results of geopedological approach in soil mapping: A case study in the Borujen region, Central Iran. Catena, v. 79, p. 18-26.

Campos, M. C. C. et al., (2007), Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 3, p. 519-529.

Cunha, P. et al., (2005), Superfícies geomórficas e atributos de Latossolos em uma seqüência arenítico-basaltica da região de Jaboticabal (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 1, p. 81-90.

Daniels, R. B.; Gamble, E. F.; Cady, J. G., (1971), The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Advances in Agronomy, v. 23, p. 51-87.

Dai, Zh.; Li, R.; Muhammad, N.; Brookes, Ph.; Wang, H.; Xu., (2014), Principle Component and Hierarchical Cluster Analysis of Soil Properties following Biochar Incorporation, Soil Science Society of America Journal, Vol 78, n 1, p. 205-213. doi.org/10.2136/sssaj2013.05.0199.

Fu, B. J. et al., (2004), Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. Plant and Soil, v. 261, n.1/2, p. 47-54.

Hudson, B. D., (1992), The soil survey as a paradigm-based science. Soil Science Society American Journal, v.56, n.4, p.836-841.

Johnsone, R. R & D.W.Wichern., (1998), Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall Int. Hnc.

Milton César Costa campos, josé marques júnior, zigomar menezes de souza, diego silva siqueirae gener., (2012), Discrimination of geomorphic surfaces with multivariate analysis of soil attributes in sandstone - basalt lithosequence. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 3, p. 429-438, jul-set.

Minasny, B.; Mcbratney, A. B., (2007), Incorporating taxonomic distance into spatial prediction and digital mapping of soil classes. Geoderma, v. 142, n. 3/4, p. 285-293.

Peeters, J .P & J.A. Martinelli., (1989), Hierarchical clustering analysis as a tool to manage variation in germplasm collection. Theor. Appl.Genet.78:42-48.

Romesburg, H., (1999), Cluster analysis for researchers. Cip89, pp: 244-253.

Ruhe, R., (1956), Geomorphic surfaces and the nature of soils. Soil Science, v 82, n 6, pp. 441-445.

Sanchez, R. B. et al., (2005), Variabilidade espacial de propriedades de Latossolo e da produção de café em diferentes uperfícies geomórficas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v 9, n 4,pp. 489-495.

Sneath, H. A.; Sokal, R. R., (1973), Numeral taxonomy, San Francisco, Freeman. 573 p.
Teramoto, E. R.; Lepsch, I. F.; Vidal-Torrado., (2001), Relações solo, superfície geomórfica e substrato geológico na microbacia do ribeirão Marins (Piracicaba-SP). Scientia Agricola, v 58, n 2, pp. 361-371.
Webster, R.; Oliver, M. A., (1990), Statistical methods in soil and land resource survey. Spatial Information Systems. New York: Oxford University Press, 316 p.
Yau, S. K. J, G. Ortiz- ferrara & J. P. srivastava., (1989), Cluster analysis of bread wheat lines grown in diverse rain fed environments. Rachis 8(2), pp: 31-35.
Young, F. J.; Hammer, R. D., (2000), Defining geographic soil bodies by landscape position, soil taxonomy, and cluster analysis. Soil Science Society of America Journal, v 64, pp. 989-998.
Zolfaghari F, Khosravi H, Shahriyari A, Jabbari M, Abolhasani A., (2019), Hierarchical cluster analysis to identify the homogeneous desertification management units. PLoS ONE 14 (12): e0226355. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0226355.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی