

## طبقه‌بندی رسوبات سطحی جنوب جلگه خوزستان براساس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و تعیین تأثیرگذارترین متغیرها در تغییرپذیری آنها

❖ **رضا شهبازی؛** دکتری مهندسی منابع طبیعی (گرایش بیابان‌زدایی)، مرکز پژوهش‌های کاربردی، سازمان زمین‌شناسی و

اکتشافات معدنی کشور

❖ **سادات فیض‌نیا\*؛** استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

❖ **راضیه لک؛** هیئت علمی پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

❖ **حسن احمدی؛** استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

### چکیده

مطالعه رسوبات سطحی جنوب جلگه خوزستان در اراضی حاشیه تالاب شادگان به‌منظور شناخت ماهیت رسوبات، طبقه‌بندی آنها و تعیین تأثیرگذارترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در تغییرات رسوبات، انجام شد. پس از تهیه نقشه واحدهای کاری، نمونه‌ها از ۲۷ نقطه در واحدها برداشت شدند. ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها شامل کربنات کلسیم، سولفات کلسیم، کلرید سدیم، سدیم، منیزیم، کلسیم، هدایت الکتریکی، اسیدیته و نسبت جذب سدیم، اندازه‌گیری شدند. پس از حذف مجموع مواد شیمیایی، درصد مواد تخریبی و شیمیایی تعیین و سپس دانه‌بندی بخش تخریبی صورت پذیرفت. از آنجا که رسوبات، ریزدانه و حاوی املاح بودند، طبقه‌بندی با روش جدید مبتنی بر سهم اجزای تخریبی و شیمیایی انجام شد و به‌منظور تعیین تأثیرگذارترین عوامل و متغیرها در تغییرپذیری رسوبات از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌بندی استفاده شد. نتایج طبقه‌بندی نشان داد که رسوبات سطحی منطقه از نوع مارن بوده و ترکیبی مشابه مارن‌های ترسیر ایران دارند. براساس نتایج تحلیل عاملی، دو عامل اصلی اجزای طبقه‌بندی جدید و ویژگی‌های شیمیایی، بر تغییرپذیری رسوبات مؤثر بودند که ویژگی‌های شیمیایی نقش مؤثرتری داشته و با توجه به نتایج تحلیل خوشه‌ای، متغیر سدیم مؤثرترین آنها بوده و مقدار آن در واحدهای کاری مختلف، تا بیش از ۲۰ برابر متفاوت است. نتایج این تحقیق نشان داد که به کارگیری روش جدید طبقه‌بندی همراه با تحلیل‌های آماری منجر به استخراج اطلاعات بیشتر از اراضی یکدست و وسیع پلایایی و سبخایی می‌شود.

**کلید واژگان:** رسوبات کواترنری، تالاب شادگان، پلایا، سبخا، طبقه‌بندی رسوب، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوب، تحلیل

چندمتغیره

## ۱. مقدمه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق اراضی حاشیة تالاب شادگان در جنوب جلگه خوزستان می باشد که از رسوبات ریزدانه حاوی املاح کربناته، سولفات و کلریده شکل گرفته است. این منطقه هموار در شرایط فعلی، نمونه ای از سامانه حوضه های انتهایی پلایایی-سبخایی دریاچه های ساحلی جنوب کشور می باشد که در نگاه اول به صورت اراضی وسیع، یکدست و یکنواختی نمایان می شوند و به لحاظ سهم اجزای تخریبی و شیمیایی، رسوبات آن ترکیبی مشابه مارن دارند [۲۱]. هرچند که در طبقه بندی مارن ها (سنگ ها و رسوبات) و همچنین نامگذاری رسوبات ریزدانه حاوی املاح که دارای ترکیب مشابه مارن هستند، هنوز اتفاق نظری وجود ندارد، ولی تعریف ارائه شده توسط پتی جان [۲۲] به عنوان یک مبنا در نظر گرفته می شود [۲۵] که در آن مارن ها مواد زمینی<sup>۱</sup> محتوی ۳۵ تا ۶۵ درصد رس و ۶۵ تا ۳۵ درصد کربنات معرفی می شوند [۲۲].

مارن های ایران براساس دارا بودن یا نبودن مواد قابل انحلال (نمک طعام، ژئوپس و انیدریت) به دو دسته عمده مارن های غیر تبخیری و مارن های تبخیری تقسیم می شوند. مارن های غیر تبخیری (مارن های دریایی یا تیپ I)، از نظر سنی متعلق به ماقبل ترسیر هستند که در محیط دریاچه های با شوری معمولی تشکیل شده اند و حاوی ذرات تخریبی (رس و سیلت) و مواد شیمیایی (کلسیت) و فاقد کانی های تبخیری با حلالیت بالا هستند. خاک تشکیل شده بر روی این مارن ها با وجود ضخامت کم، از نظر ژئوشیمیایی نامساعد نمی باشد. مارن های تبخیری (مارن های دریاچه های شور یا مارن های تیپ II)، از نظر سنی متعلق به ترسیر هستند و محیط تشکیل این مارن ها اغلب دریاچه های شور بوده و فاقد فسیل های دریایی می باشند. این مارن ها حاوی ذرات تخریبی (سیلت و رس) و مواد شیمیایی (کلسیت، هالیت، ژئوپس و انیدریت و یا

یکی از این کانی ها) می باشند [۱۵] که با توجه به محیط تشکیل آنها، رسوبات تبخیری همیشگی همراه با کربنات ها یافت می شوند [۲۲]. خاک تشکیل شده بر روی این مارن ها دارای ضخامت کم و از نظر ژئوشیمیایی حاوی عناصر مضر برای استقرار گیاه می باشد [۱۳].

از آنجا که اهمیت مارن ها در مدیریت منابع طبیعی از دو جنبه کلی، یکی فرسایش و رسوب و دیگری شکل گیری خاک حایز اهمیت می باشد، مطالعات انجام شده به منظور شناخت و پهنه بندی واحدهای مارنی، به تعیین ارتباط میان ویژگی های فیزیکی (دانه بندی، مجموع متغیرهای فیزیکی، میزان سیلت و رس، نوع رس و فیزیوگرافی واحدهای مارنی و...) و شیمیایی (مقادیر هدایت الکتریکی، سدیم، کلر، بیکربنات، کربنات کلسیم، نسبت جذب سدیم، گچ و...) آنها با اشکال مختلف فرسایش، نوع خاک و پوشش گیاهی پرداخته اند [۱، ۳، ۵، ۱۱، ۱۲، ۳۰، ۳۱].

نیاز به طبقه بندی سنگ ها و رسوبات ریزدانه حاوی املاح همراه با جزئیات بیشتر، سبب ارائه روش جدیدی شد که در آن ضمن در نظر گرفتن توأمان ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، این نوع از رسوبات به عنوان مارن و یا سایر انواع رسوبات ریزدانه حاوی املاح تقسیم بندی می شوند [۱۵]. طبقه بندی مارن های طالقان با این روش، منجر به تفکیک زیرواحدهای جدید در منطقه شد [۱۷، ۲۷، ۲۸]. همچنین در مطالعه مارن های ترسیر-کواترنری مکران ساحلی در منطقه چابهار چنین نتیجه گیری شد که با توجه به اینکه مقادیر آهک در این واحدها پایین بوده و بین ۹ الی ۲۸ درصد در تغییر می باشد، استفاده از اصطلاح مارن برای این سنگ ها از نظر تقسیم بندی زمین شناسی درست نبوده و بهتر است به آنها گل سنگ یا گل سنگ آهکی اطلاق شود [۲]. سوابق مطالعه رسوبات جنوب جلگه خوزستان نشان می دهد که هر چند این رسوبات به طور کلی ریزدانه و حاوی املاح هستند [۱۸] ولی به دلیل شکل گیری آنها در دو محیط رسوبی حد واسط جزر و مدی و آب شیرین، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند [۱۶].

<sup>۱</sup> Earthy substance

غربی و عرض‌های جغرافیایی ۳۰ درجه تا ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی واقع شده و به لحاظ ژئومورفولوژی حوضه انتهایی حوزه آبخیز رودخانه جراحی را تشکیل می‌دهد. ولی به دلیل توپوگرافی هموار، منطقه از حوزه کارون نیز متأثر بوده، چنانکه از شمال و غرب به دشت‌های سیلابی کارون و از جنوب نیز به سبخاهای ساحلی و کانال‌های جزر و مدی خلیج فارس محدود می‌شود (شکل ۱).

مساحت منطقه ۵۴۰۰ کیلومتر مربع و مساحت پهنا آبگیر تالاب در مواقع پرآبی به ۱۰۰۰ کیلومتر مربع می‌رسد. منبع اصلی تأمین آب تالاب و اراضی پست حاشیه آن از رودخانه جراحی به مقدار ۲۲۸۸ میلیون مترمکعب (۰.۹۰٪) و آبراهه کوپال و سرریز کارون به مقدار ۲۲۸ میلیون مترمکعب (۰.۱۰٪) است [۲۱]. میانگین بارش، دما و تبخیر سالانه به ترتیب ۱۶۰ میلی‌متر، ۲۴/۸ درجه سانتی‌گراد و ۳۵۰۰ میلی‌متر با رژیم بارش مدیترانه‌ای است و اقلیم به روش دومارتن اصلاح شده، فراخشک گرم می‌باشد.

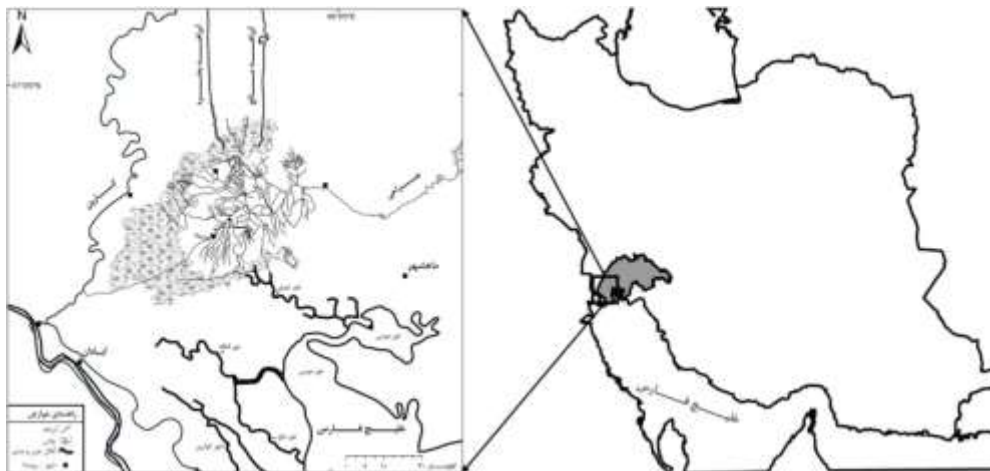
ارتفاع تالاب و اراضی حاشیه آن از سطح آزاد دریا بین ۰ تا ۱۱ متر متغیر بوده و شیب عمومی دشت منتهی به تالاب دو در هزار (در امتداد شرقی-غربی) و دو در ده هزار (در امتداد شمالی-جنوبی) است. عمق آب تالاب حداکثر تا ۳ متر بوده و شیب عمومی آن یک تا یک و نیم در ده هزار در امتداد شمالی-جنوبی است.

از آنجا که براساس روش‌های رایج طبقه‌بندی اراضی بیابانی، اراضی جنوب جلگه خوزستان (در حاشیه تالاب شادگان) که از رسوبات کواترنری تشکیل شده‌اند، از نوع شور و سدیمی [۱۹] با شوری بسیار زیاد [۳۲] هستند، این تحقیق سعی دارد تا مراحل طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه حاوی املاح و تحلیل‌های تکمیلی آماری آن را در این منطقه تبیین نموده تا به این ترتیب بتوان جزئیات بیشتری از نوع رسوبات و تغییرات آنها در منطقه به دست آورد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، مطالعه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات سطحی منطقه مورد مطالعه به منظور شناخت ماهیت رسوبات، طبقه‌بندی آنها و همچنین تعیین مؤثرترین متغیرها در تبیین تغییرات رسوبات ریزدانه حاوی املاح منطقه بوده که با استفاده از آنها امکان تفکیک و پهنه‌بندی واحدهای اراضی یکنواخت این نواحی، با توجه به اهداف مختلف پژوهشی و کاربردی آینده فراهم آید.

## ۲. روش شناسی

### ۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه تالاب شادگان و اراضی پیرامون آن در جنوب جلگه خوزستان می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه



### شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در کشور و در حوزه آبخیز جراحی

تولیدشده در دو دوره بازدید میدانی بررسی گشته و تغییرات مورد نیاز اعمال گشته و نقشه نهایی تولید شد. واحدهای اصلی به ترتیب از تالاب به سمت اراضی حاشیه آن شامل پیکره اصلی تالاب، دریاچه فصلی حاشیه تالاب، مناطق مرطوب (داخلی و ساحلی)، جلگه‌های رسی جراحی و جلگه‌های رسی کارون بودند. سپس مناطق دست‌نخورده، طبیعی و قابل دسترس درون هر واحد کاری شناسایی شده و نمونه‌های سطحی به صورت غیر تصادفی از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری (پس از تمیز کردن یک تا ۵ سانتی‌متر سطح از زوائد)، برداشت شدند (شکل ۲).

### ۳.۲. آنالیز آزمایشگاهی

جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوب، ابتدا نمونه‌ها به دو قسمت تقسیم شدند. در قسمت اول نمونه‌ها در هوای آزاد خشک و توزین شدند. سپس براساس دستورالعمل پیش‌تیمار نمونه‌ها برای دانه‌بندی [۸] مجموع املاح موجود در نمونه حذف شدند. حذف کربنات‌ها با استفاده از اسید کلریدریک یک نرمال و با نسبت ۱:۱۰ حجم نمونه به حجم اسید انجام شد. حذف سولفات‌ها با شستشوی مکرر نمونه‌ها و فیلتر کردن آنها با استفاده از کاغذ صافی انجام شد. کلریدها نیز با توجه به میزان حلالیت بالا ضمن شستشوی نمونه‌ها حذف شدند. سپس نمونه‌ها خشک شده و پس از توزین با روش هیدرومتری دانه‌بندی آنها انجام شد. با توجه به انحلال کم سولفات‌ها، اطمینان از حذف آنها در حین آزمایش دانه‌بندی به روش هیدرومتری نیز بررسی شد تا پس از تیمار کردن نمونه‌ها با پلی فسفات سدیم، موجب فولکوله شدن ذرات نگردند. همچنین دانه‌بندی ذرات زیر ۶۳ میکرون (سیلت و رس) با استفاده از دستگاه دانه‌بندی لیزری نیز صورت پذیرفت. در قسمت دوم درصد کربنات کلسیم با روش

همچنین عمق آب زیرزمینی اراضی حاشیه تالاب از صفر تا ۳ متر متغیر است. کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه از نوع آب‌های شور و لب‌شور می‌باشد. هدایت الکتریکی جریان ورودی به تالاب ۲۱۰۰ تا ۴۵۰۰، آب زیرزمینی حاشیه تالاب ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰، آب تالاب ۸۷۰۰ و آب کانال‌های جزر و مدی که محل اتصال سرریز آب تالاب به آب دریا هستند، ۱۹۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده و اراضی حاشیه تالاب شور و قلیا و عمدتاً زهدار هستند.

### ۲.۲. نمونه برداری

شبکه نمونه‌برداری به نحوی انتخاب شد که اراضی جنوب جلگه خوزستان در حاشیه تالاب شادگان را پوشش دهد. به این منظور در ابتدا نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه تهیه و به‌عنوان مبنای واحدهای کاری اصلی در نظر گرفته شد. جهت تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (۱۹۷۳/۰۶/۰۳)، گوگل ارث (۱۹۹۰/۰۶/۱۲)، مدل رقومی زمین<sup>۱</sup> (۲۰۰۸)، نقشه‌های زمین‌شناسی (شرکت ملی نفت ایران، اداره کل زمین‌شناسی اکتشاف، ۱۳۴۹ و ۱۳۵۰ و ۱۳۷۲)، یک پایگاه داده در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تشکیل گردید. اصلاحات تصاویر ماهواره‌ای (در صورت نیاز) و تهیه ترکیب‌های رنگی کاذب<sup>۲</sup> و استخراج مؤلفه‌های اصلی<sup>۳</sup> در محیط نرم‌افزار Idrisi Selva و سایر مراحل در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10 انجام شد. با استفاده از پایگاه داده‌های ایجاد شده، نقشه ژئومورفولوژی منطقه به تفکیک تیپ‌ها و رخساره‌های دشت‌سر و پلایا [۴] تولید شد. تعیین محدوده پدیده‌هایی که بر روی تصاویر ماهواره‌ای قابل مشاهده نبودند و همچنین صحت و دقت نقشه‌های

<sup>۱</sup> Highly Saline

<sup>۲</sup> Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

<sup>۳</sup> False Color Composite (FCC)

<sup>۴</sup> Principal Component Analysis (PCA)

کلرید سدیم در نظر گرفته شد.

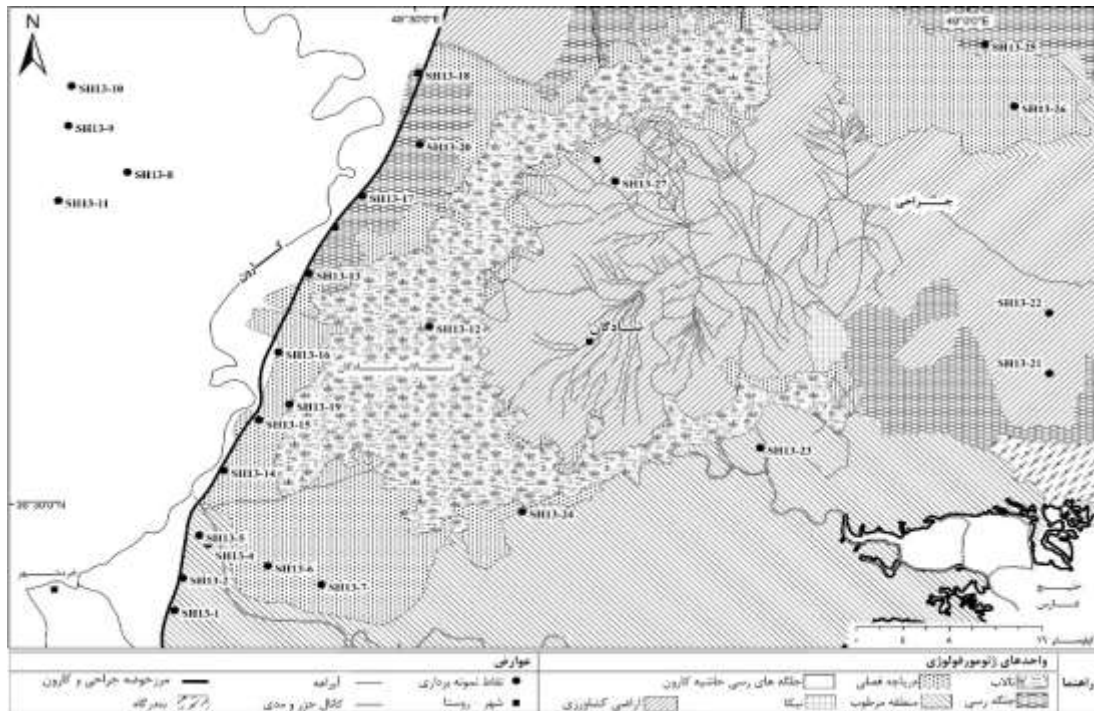
$$\text{TDS}(\text{ppm}) = 640 \times \text{EC}(\text{mmho}/\text{cm}) \quad (1)$$

که در آن:

TDS (ppm) = مجموع املاح محلول (قسمت در میلیون) و EC(mmho/cm) = هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی‌متر)

کلسیم و مجموع کلسیم و منیزیم با روش عیارسنجی اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم با روش فلیم‌فوتومترى صورت پذیرفت. اسیدیته با استفاده از دستگاه و نسبت جذب سدیم با استفاده از رابطه موجود تعیین شد [۸].

کلسیمتری و درصد سولفات کلسیم با روش استون [۸] تعیین شد و از باقی نمونه‌ها برای تهیه عصاره با نسبت ۱:۱ استفاده شد و هدایت الکتریکی عصاره اندازه‌گیری گردید. هدایت الکتریکی به‌عنوان شاخصی برای برآورد شوری قابل استفاده می‌باشد [۲۳] که معادله آن در رابطه ۱ [۲۴] آمده است. البته باید در نظر داشت که بنا به دلایلی چند از جمله تغییرات در نسبت املاح مختلف موجود در عصاره اشباع [۲۴] به‌ویژه در مقادیر هدایت الکتریکی بیش از ۱۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر [۲۹]، از این رابطه تنها به‌عنوان یک تخمین می‌توان استفاده نمود که در این تحقیق نیز این مقدار به‌عنوان تخمینی از میزان



شکل ۲. واحدهای ژئومورفولوژی و نقاط نمونه‌برداری

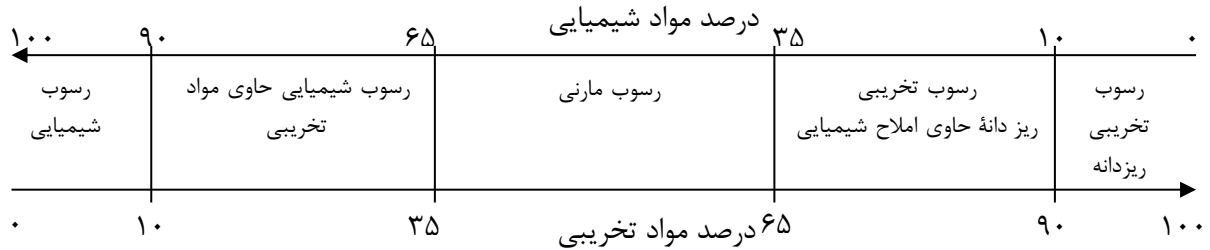
۵ گروه، طبقه‌بندی می‌شوند [۲۲] (شکل ۳).

در مراحل بعد نمونه‌های دارای بیش از ۶۵ درصد مواد تخریبی یا شیمیایی جداگانه طبقه‌بندی می‌شوند [۱۵]. در مرحله دوم نمونه‌هایی که در مرحله قبل، در دو طبقه دارای بیش از ۶۵ درصد مواد تخریبی باشند، براساس نسبت درصد رس و سیلت مجدداً در ۵ گروه طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۴).

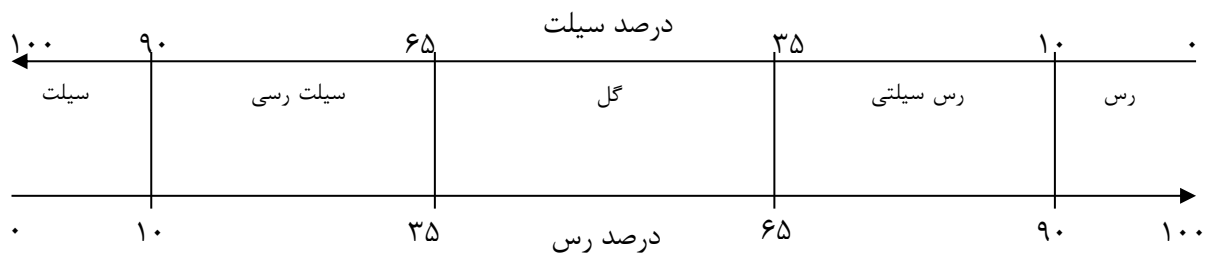
#### ۴.۲. طبقه‌بندی رسوبات

طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه حاوی املاح به روش جدید مبتنی بر سهم بخش تخریبی و شیمیایی در سه مرحله صورت می‌پذیرد [۲۶]. در مرحله اول براساس نسبت درصد کل مواد تخریبی ریزدانه (ذرات رس و سیلت) به درصد کل مواد شیمیایی (آهک، گچ و نمک) نمونه‌ها در

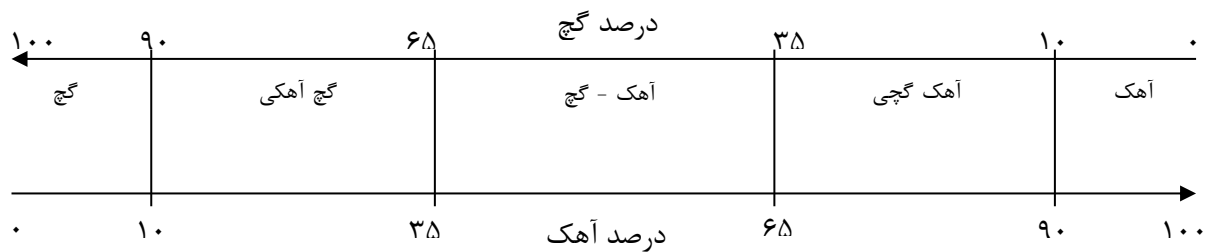
در مرحله سوم نمونه‌هایی که در مرحله اول دارای بیش از ۶۵ درصد مواد شیمیایی باشند براساس درصد و نوع مواد شیمیایی (آهک، گچ و نمک) طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۵ الف، ۵ ب و ۵ ج).



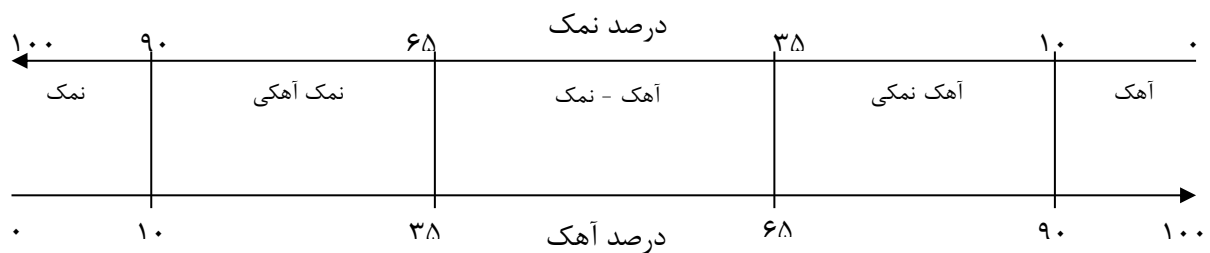
شکل ۳. مرحله اول طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه براساس نسبت کل مواد تخریبی و شیمیایی



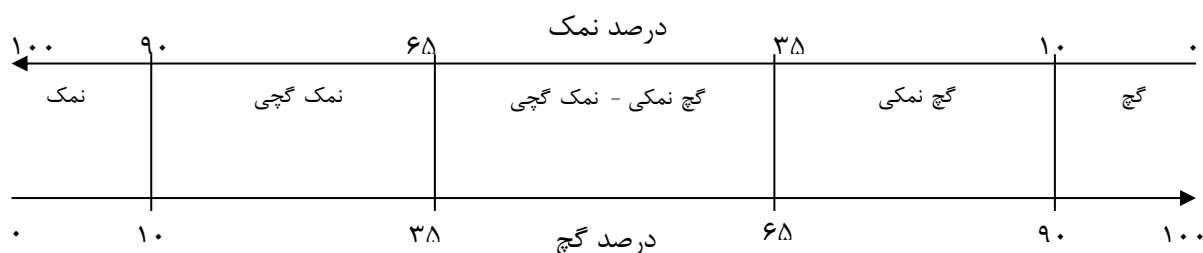
شکل ۴. مرحله دوم طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه براساس نسبت رس و سیلت



شکل ۵ الف. مرحله سوم طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه براساس نسبت آهک و گچ



شکل ۵ ب. مرحله سوم طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه براساس نسبت آهک و نمک



شکل ۵ ج. مرحله سوم طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه براساس نسبت گچ و نمک

## ۵.۲. آنالیز آماری

جهت تعیین تأثیر گذارترین عوامل تغییر در رسوبات منطقه و همچنین استخراج اطلاعات بیشتر موجود در نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی از روش تحلیل عاملی استفاده شد. متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق شامل ۱۵ متغیر فیزیکی و شیمیایی هستند (جدول ۱ به همراه دو متغیر مجموع مواد تخریبی<sup>۱</sup> و مجموع مواد شیمیایی<sup>۲</sup>). با توجه به اهداف تحقیق نیاز بود متغیر یا مجموع متغیرهایی که در بیان تغییرات نمونه‌های رسوب تأثیرگذارتر هستند (یا به عبارت دیگر وار یانس بیشتری را تبیین می‌کنند) تعیین شوند. ضمن اینکه در خلال این تحلیل، ارتباط میان متغیرها نیز سنجیده شده و در نهایت با تعداد کمتری از متغیرها نتایج قابل قبولی به دست آید. با توجه به اهداف تحقیق در ابتدا روش تحلیل عاملی، مناسب تشخیص داده شد. در این روش متغیرها در عامل‌هایی قرار می‌گیرند، به طوری که از عامل اول به عامل‌های بعدی در صد واریانس کاهش می‌یابد، از این رو متغیرهایی که در عامل‌های اولی قرار می‌گیرند تأثیرگذارتر هستند [۳۴]. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS18 انجام شد. با توجه به اینکه متغیرها دارای واحدهای متفاوت بودند تحلیل‌ها براساس ماتریس همبستگی صورت گرفت. برای استخراج عامل‌ها از روش تجزیه مولفه‌های اصلی استفاده شد و دوران عامل‌ها با روش واریماکس<sup>۳</sup> صورت گرفت. متغیرهای مورد استفاده در تحلیل

عبارت بودند از: سولفات کلسیم، کربنات کلسیم، رس، سیلت، مجموع مواد تخریبی (مجموع رس، سیلت و ماسه)<sup>۴</sup>، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیمی<sup>۵</sup>، اسیدیتته و کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم.

جهت تحلیل نهایی، عامل‌هایی انتخاب شدند که ارزش ویژه آنها بیش از یک بود [۲۰]. همچنین جهت کاهش تعداد متغیرها در هر عامل، متغیرهایی انتخاب شدند که قدر مطلق بار عاملی آنها در هر عامل، بیشتر از ۰/۷۵ بود [۶]، ضمن اینکه این مقدار از بار عاملی با منطق طبقه‌بندی و تفکیک متغیرها در این تحقیق نیز سازگار بود. در ادامه تحلیل آماری و به منظور تعیین تأثیرگذارترین متغیر یا متغیرها بر تغییرپذیری رسوبات از آنالیز خوشه‌ای با روش سلسله‌مراتبی استفاده شد. از آنجا که در نتایج تحلیل عاملی همه متغیرها در چهار عامل اصلی، دارای بارهای عاملی بالا بودند (جدول ۵) همگی آنها در تحلیل خوشه‌ای وارد شدند.

## ۳. نتایج

نتایج آزمایش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات به شرح جدول ۱ می‌باشد. نتایج طبقه‌بندی رسوبات با روش سه‌مرحله‌ای جدید به شرح جدول ۲ می‌باشد که نشان می‌دهد رسوبات منطقه به صورت تقریباً مساوی از

ماسه بوده است. بنابراین در آزمون نرمالیتته کولموگراف-اسمیرنوف این متغیر از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کرد. لذا متغیر ماسه حذف شده و به جای آن متغیر مجموع مواد تخریبی که دربرگیرنده ماسه، سیلت و رس بود، جایگزین شد.

$$SAR = \frac{Na}{((Ca+Mg)/2)^{0.5}} \quad 5$$

واحد کاتیون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد.

۱ Terrigenous

۲ Chemicals

۳ Varimax

۴ در مقادیر متغیر ماسه، تعداد زیادی مشاهده صفر وجود داشت یعنی رسوب فاقد

در جدول ۵ آمده است. بارهای عاملی در عامل اول به ترتیب برای نسبت جذب سدیم، میزان پتاسیم، هدایت الکتریکی و میزان سدیم همگی بالای ۰/۹ بوده که نشان از قدرت تبیین بالا و ارتباط بالای این متغیرها با عامل دارد. در مورد سایر مؤلفه‌ها نیز قدرت تبیین بالا در مؤلفه و ارتباط بالای متغیرها با عامل‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۵).

نتایج تحلیل خوشه‌ای متغیرها به صورت نمودار شاخه‌درختی در شکل ۶ آمده است. از آنجا که با حضور کاتیون سدیم در نمودار شاخه‌درختی تنها دو خوشه ایجاد شد (شکل ۶ الف)، نمودار شاخه‌درختی متغیرها بدون حضور کاتیون سدیم جهت بروز سایر فواصل بین متغیرها نیز تهیه و ترسیم شد (شکل ۶ ب).

بخش‌های کربناته و تبخیری و همچنین تخریبی تشکیل شده‌اند. در این طبقه‌بندی ۹۰ درصد از نمونه‌ها به لحاظ ترکیب بخش‌های کربناته و تبخیری و همچنین تخریبی، بین ۳۵ تا ۶۵ درصد املاح داشته و از نوع مارن هستند. باقی ۱۰ درصد نمونه‌ها دارای بیش از ۶۵ درصد ترکیبات تخریبی می‌باشند که خود به دو دسته رس‌سیلتی (۷ درصد) و گل (۳ درصد) تقسیم‌بندی شدند (جدول ۲). از آنجا که در نمونه‌ها، رسوب با بیش از ۶۵ درصد املاح موجود نبود، طبقه‌بندی در مرحله دوم پایان یافت.

ضرایب همبستگی متغیرها در جدول ۳، ارزش ویژه محاسبه شده برای چهار عامل اصلی با ارزش ویژه بالاتر از یک همراه با واریانس‌های توجیه‌کننده و واریانس جمعی در جدول ۴ و بارهای عاملی برای هر عامل پس از دوران

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات سطحی اراضی حاشیه تالاب شادگان

کد نمونه رسوب	Salinity (gr/100gr)	CaSO4 (gr/100gr)	CaCO3 (gr/100gr)	Clay (gr/100gr)	Silt (gr/100gr)	Sand (gr/100gr)	EC (mmhos/cm)	SAR	Na (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	K (meq/l)	pH
SH1-1	۸/۴	۰/۵	۳۸/۱	۲۹/۴	۲۳/۶	۰	۱۳۰/۵	۳۵۵/۱	۱۵۲۳	۱۰	۲۶/۸	۷/۱/۵	۷/۷
SH2-1	۳/۲	۰/۴	۴۰/۴	۳۹/۲	۱۶/۸	۰	۴۹/۵	۹۴/۵	۶۴۰/۹	۲۰	۷۲	۱۳/۷	۷/۵۵
SH3-1	۲	۰/۲	۳۷/۷	۳۰/۹	۲۹/۱	۰	۳۲	۹۳/۵	۴۰۱/۲	۱۰/۸	۲۶	۱۴/۳	۷/۷۴
SH4-1	۳/۶	۵/۸	۳۱/۳	۱۳/۶	۴۲/۷	۳	۵۶/۸	۶۹/۱	۶۴۰/۹	۷۴	۹۸	۱۳/۷	۷/۳۳
SH5-1	۱/۸	۰/۶	۳۹/۶	۲۱/۲	۲۴/۱	۱۲/۸	۲۸/۲	۵۳	۳۰۴/۶	۴۰	۲۶	۹/۱	۷/۴
SH6-2	۳	۰/۴	۳۸/۸	۳۷	۲۰/۸	۰	۴۶/۳	۱۰۷/۱	۶۴۰/۹	۱۹/۲	۵۲/۴	۱۳/۷	۷/۲
SH7-1	۵/۳	۵/۵	۳۰	۱۳/۹	۴۵/۳	۰	۸۳	۱۷۱/۶	۸۷۸/۵	۳۴	۱۸/۴	۲۲/۸	۷/۵
SH8-1	۳/۸	۱/۶	۳۵/۸	۳۵/۶	۲۳/۲	۰	۶۰/۱	۸۲/۲	۸۰۲/۴	۸۲/۴	۱۰/۸	۱۸/۲	۷/۳
SH9-1	۰/۷	۱/۲	۳۷/۹	۲۴/۱	۳۶/۱	۰	۱۰/۵	۳۱	۱۲۰/۱	۱۹/۲	۱۰/۸	۴/۶	۷/۸۹
SH10-1	۲/۵	۰/۸	۳۷/۵	۲۰/۱	۲۵/۱	۱۳/۹	۳۹/۵	۹۱/۳	۴۹۱/۵	۲۴/۴	۳۳/۶	۱۳/۷	۷/۲
SH11-1	۱/۶	۴/۴	۳۶/۳	۲۳/۷	۳۴/۱	۰	۲۵/۵	۵۰/۲	۲۰۰/۶	۲۵/۲	۶/۸	۷/۱	۷/۶۴
SH12-3	۱/۳	۴/۸	۳۶/۳	۳۴/۶	۲۳/۱	۰	۱۹/۸	۴۳/۴	۲۴۰/۳	۳۴/۴	۲۶/۸	۹/۱	۷/۵۱
SH13-1	۱/۵	۱/۶	۳۱/۳	۳۵/۵	۳۰/۲	۰	۲۳/۵	۸۶/۹	۲۴۵/۷	۱۰/۴	۵/۶	۱۰/۷	۷/۸۱
SH14-1	۱/۴	۴/۳	۲۱/۳	۲۰/۵	۵۲/۶	۰	۲۱/۴	۴۴/۶	۲۴۰/۳	۳۶	۲۲	۹/۱	۷/۶۵
SH15-1	۲/۹	۱/۷	۳۷/۵	۲۸/۹	۲۸/۹	۰	۴۵/۹	۱۱۷/۳	۸۰۲/۴	۶۰	۳۳/۶	۱۸/۲	۷/۴
SH16-1	۱/۷	۴/۸	۳۲/۱	۳۶/۸	۲۴/۶	۰	۲۶/۲	۵۰/۸	۳۰۴/۶	۳۶/۸	۳۵/۲	۹/۱	۷/۴
SH17-1	۱/۸	۱/۱	۴۴/۶	۳۴/۱	۱۸/۳	۰	۲۸/۹	۷۱	۳۷۵/۹	۳۴	۲۲	۹/۱	۶/۹۲
SH18-1	۱/۵	۰/۹	۳۶/۷	۳۳/۵	۲۷/۴	۰	۲۳/۱	۵۹/۹	۲۸۲/۴	۱۷/۲	۲۷/۲	۹/۱	۷/۵۴
SH19-1	۴	۱/۵	۴۲/۹	۳۹/۷	۱۱/۹	۰	۶۲/۵	۱۵۳/۵	۱۰۶۸/۲	۴۶/۴	۵۰/۴	۲۲/۸	۷/۱۲
SH20-1	۰/۴	۰/۸	۴۶/۷	۲۱/۴	۳۰/۸	۰	۶/۴	۱۷/۶	۷۰/۳	۱۶/۸	۱۵/۲	۲/۹	۷/۵۸
SH21-1	۲/۵	۱/۸	۴۲/۹	۲۹	۲۳/۷	۰	۳۹/۳	۵۹/۶	۳۹۱/۴	۴۶	۴۰/۴	۱۳/۷	۷/۲۱
SH22-1	۱/۱	۰/۳	۴۲/۱	۱۶/۹	۳۳/۹	۵/۷	۱۸	۶۰/۱	۲۴۰/۳	۱۲	۲۰	۹/۱	۷/۷



SH23-1	۴	۵	۳۰/۴	۲۸/۵	۳۲/۲	۰	۶۱/۸	۱۴۱/۵	۱۰۶۸/۲	۶۱/۲	۵۲/۸	۲۲/۸	۷/۱۵
SH24-1	۴/۵	۰/۷	۲۹/۲	۳۶/۱	۲۹/۶	۰	۷۰	۱۷۷/۵	۱۲۰۳/۶	۲۰	۷۲	۲۷/۳	۷/۴۳
SH25-1	۳/۲	۲/۵	۴۷/۹	۱۸/۱	۲۸/۳	۰	۵۰/۱	۱۲۲/۱	۸۰۲/۴	۵۰/۴	۳۶	۱۸/۲	۷/۰۸
SH26-1	۱/۸	۱/۹	۴۷/۹	۲۷/۱	۲۱/۳	۰	۲۸/۹	۵۷/۹	۳۵۱/۴	۴۸	۲۵/۶	۹/۱	۷/۵۲
SH27-1	۰/۷	۳/۱	۳۸/۸	۲۱/۲	۳۶/۲	۰	۱۱/۵	۳۳/۲	۸۷/۸	۸/۸	۵/۲	۳/۶	۷/۸۶
میانگین	۲/۶	۲/۱۵	۳۷/۵	۲۷/۸	۲۸/۶	۱/۳	۴۰/۷	۹۲/۴	۵۳۴	۳۳/۲	۳۵/۸	۱۵	۷/۴۵
انحراف معیار	۱/۷	۱/۸	۶/۲	۸/۰	۸/۸	۳/۶	۲۶/۵	۶۷/۵	۳۷۵/۸	۲۰/۱۱	۲۶/۱	۱۲/۸	۰/۲۵

جدول ۲. طبقه‌بندی رسوبات با روش مبتنی بر سهم بخش تخریبی و شیمیایی در رسوبات ریزدانه حاوی املاح  
(\*\*رسوب تخریبی ریزدانه حاوی املاح)

کد نمونه	سهم بخش شیمیایی در نمونه (درصد)				سهم بخش تخریبی در نمونه (درصد)				مرحله اول نامگذاری	سهم رس و سیلت در بخش تخریبی ریز و خیلی ریزدانه (درصد)		مرحله دوم نامگذاری
	شوری	کربنات کلسیم	سولفات کلسیم	کل املاح	رس	سیلت	ماسه	کل مواد تخریبی		رس	سیلت	
sh1-1	۸/۴	۳۸/۱	۰/۵	۴۷/۰	۲۹/۴	۲۳/۶	۰	۵۳/۰	مارن	۸۵/۲	۱۴/۸	مارن
sh2-1	۳/۲	۴۰/۴	۰/۴	۴۴/۰	۳۹/۲	۱۶/۸	۰	۵۶/۰	مارن	۱۰۰/۰	۰/۰	مارن
sh3-1	۲/۰	۳۷/۷	۰/۲	۴۰/۰	۳۰/۹	۲۹/۱	۰	۶۰/۰	مارن	۹۲/۳	۷/۷	مارن
sh4-1	۳/۶	۳۱/۳	۵/۸	۴۰/۷	۱۳/۶	۴۲/۷	۳	۵۹/۳	مارن	۹۱/۲	۸/۸	مارن
sh5-1	۱/۸	۳۹/۶	۰/۶	۴۲/۰	۲۱/۲	۲۴/۱	۱۲/۸	۵۸/۰	مارن	۷۹/۵	۲۰/۵	مارن
sh6-2	۳/۰	۳۸/۸	۰/۴	۴۲/۱	۳۷	۲۰/۸	۰	۵۷/۹	مارن	۹۲/۳	۷/۷	مارن
sh7-1	۵/۳	۳۰/۰	۵/۵	۴۰/۸	۱۳/۹	۴۵/۳	۰	۵۹/۲	مارن	۶۸/۴	۳۱/۶	مارن
sh8-1	۳/۸	۳۵/۸	۱/۶	۴۱/۲	۳۵/۶	۲۳/۲	۰	۵۸/۸	مارن	۶۳/۳	۳۶/۷	مارن
sh9-1	۰/۷	۳۷/۹	۱/۲	۳۹/۸	۲۴/۱	۳۶/۱	۰	۶۰/۲	مارن	۶۴/۷	۳۵/۳	مارن
sh10-1	۲/۵	۳۷/۵	۰/۸	۴۰/۸	۲۰/۱	۲۵/۱	۱۳/۹	۵۹/۲	مارن	۶۶/۷	۳۳/۳	مارن
sh11-1	۱/۶	۳۶/۳	۴/۴	۴۲/۳	۲۳/۷	۳۴/۱	۰	۵۷/۷	مارن	۵۳/۱	۴۶/۹	مارن
sh12-3	۱/۳	۳۶/۳	۴/۸	۴۲/۳	۳۴/۶	۲۳/۱	۰	۵۷/۷	مارن	۷۸/۰	۲۲/۰	مارن
sh13-1	۱/۵	۳۱/۳	۱/۶	۳۴/۳	۳۵/۵	۳۰/۲	۰	۶۵/۷	*	۵۷/۴	۴۲/۶	گل
sh14-1	۱/۴	۲۱/۳	۴/۳	۲۶/۹	۲۰/۵	۵۲/۶	۰	۷۳/۱	*	۷۹/۷	۲۰/۳	رس سیلتی
sh15-1	۲/۹	۳۷/۵	۱/۷	۴۲/۱	۲۸/۹	۲۸/۹	۰	۵۷/۹	مارن	۶۴/۱	۳۵/۹	مارن
sh16-1	۱/۷	۳۲/۱	۴/۸	۳۸/۶	۳۶/۸	۲۴/۶	۰	۶۱/۴	مارن	۸۱/۲	۱۸/۸	مارن
sh17-1	۱/۸	۴۴/۶	۱/۱	۴۷/۶	۳۴/۱	۱۸/۳	۰	۵۲/۴	مارن	۹۵/۷	۴/۳	مارن
sh18-1	۱/۵	۳۶/۷	۰/۹	۳۹/۱	۳۳/۵	۲۷/۴	۰	۶۰/۹	مارن	۶۹/۵	۳۰/۵	مارن
sh19-1	۴/۰	۴۲/۹	۱/۵	۴۸/۴	۳۹/۷	۱۱/۹	۰	۵۱/۶	مارن	۸۱/۲	۱۸/۸	مارن
sh20-1	۰/۴	۴۶/۷	۰/۸	۴۷/۹	۲۱/۴	۳۰/۸	۰	۵۲/۱	مارن	۵۲/۵	۴۷/۵	مارن

sh21-1	۲/۵	۴۲/۹	۱/۸	۴۷/۲	۲۹	۲۳/۷	۰	۵۲/۸	مارن	۷۳/۹	۲۶/۱	مارن
sh22-1	۱/۱	۴۲/۱	۰/۳	۴۳/۵	۱۶/۹	۳۳/۹	۵/۷	۵۶/۵	مارن	۵۹/۵	۴۰/۵	مارن
sh23-1	۴/۰	۳۰/۴	۵/۰	۳۹/۳	۲۸/۵	۳۲/۲	۰	۶۰/۷	مارن	۷۸/۳	۲۱/۷	مارن
sh24-1	۴/۵	۲۹/۲	۰/۷	۳۴/۳	۳۶/۱	۲۹/۶	۰	۶۵/۷	*	۶۷/۹	۳۲/۱	رس سیلنتی
sh25-1	۳/۲	۴۷/۹	۲/۵	۵۳/۶	۱۸/۱	۲۸/۳	۰	۴۶/۴	مارن	۶۹/۵	۳۰/۵	مارن
sh26-1	۱/۸	۴۷/۹	۱/۹	۵۱/۶	۲۷/۱	۲۱/۳	۰	۴۸/۴	مارن	۶۴/۱	۳۵/۹	مارن
sh27-1	۰/۷	۳۸/۸	۳/۱	۴۲/۶	۲۱/۲	۳۶/۲	۰	۵۷/۴	مارن	۶۱/۰	۳۹/۰	مارن

جدول ۳. ماتریس همبستگی متغیرهای فیزیکی و شیمیایی

	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Clay	Silt	Terrigenous	EC	SAR	Nameq	Cameq	Mgmeq	Kmeq	pH
CaSO <sub>4</sub>	۱/۰	-۰/۵	۰/۳۲	۰/۵۳	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۰۴	-۰/۱۲	۰/۰۶
CaCO <sub>3</sub>	-۰/۵	۱/۰	۰/۰۳	-۰/۶۱	-۰/۹۱	-۰/۱۶	۰/۱۱	-۰/۱۳	-۰/۰۶	-۰/۱۵	-۰/۱۰	۰/۲۳
Clay	-۰/۳۲	۰/۰۳	۱/۰	۰/۷۰	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۲۶	۰/۱۳	۰/۱۷
Silt	۰/۵۳	-۰/۶۱	۰/۷۰	۱/۰	۰/۵۶	۰/۱۲	-۰/۱۶	-۰/۲۱	-۰/۰۱	-۰/۲۰	-۰/۱۵	۰/۴۳
Terrigenous	۰/۲۳	-۰/۹۱	۰/۰۴	۰/۵۶	۱/۰	۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۱۳	۰/۰۲	-۰/۱۳	۰/۳۵
EC	۰/۰۲	-۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۲	-۰/۱۳	۱/۰	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۲۱	۰/۴۳	۰/۹۲	۰/۲۴
SAR	-۰/۱۳	-۰/۱۱	۰/۱۵	-۰/۱۶	-۰/۱۲	۰/۹۳	۱/۰	۰/۹۰	-۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۹۷	۰/۰۹
Nameq	-۰/۰۳	-۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۲۱	-۰/۱۲	۰/۹۴	۰/۹۰	۱/۰	۰/۲۸	۰/۵۱	۰/۸۶	-۰/۳۶
Cameq	۰/۴۳	-۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۱	-۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۲۸	۱/۰	۰/۶۳	۰/۰۰۴	۰/۵۹
Mgmeq	۰/۰۴	-۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۲۰	۰/۰۲	۰/۴۳	۰/۱۸	۰/۵۱	۰/۶۳	۱/۰	۰/۲۰	-۰/۴۶
Kmeq	-۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۵	-۰/۱۳	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۸۶	-۰/۰۰۴	۰/۲۰	۱/۰	۰/۰۵
pH	۰/۰۶	-۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۰۹	-۰/۳۶	-۰/۵۹	-۰/۴۶	-۰/۰۵	۱/۰

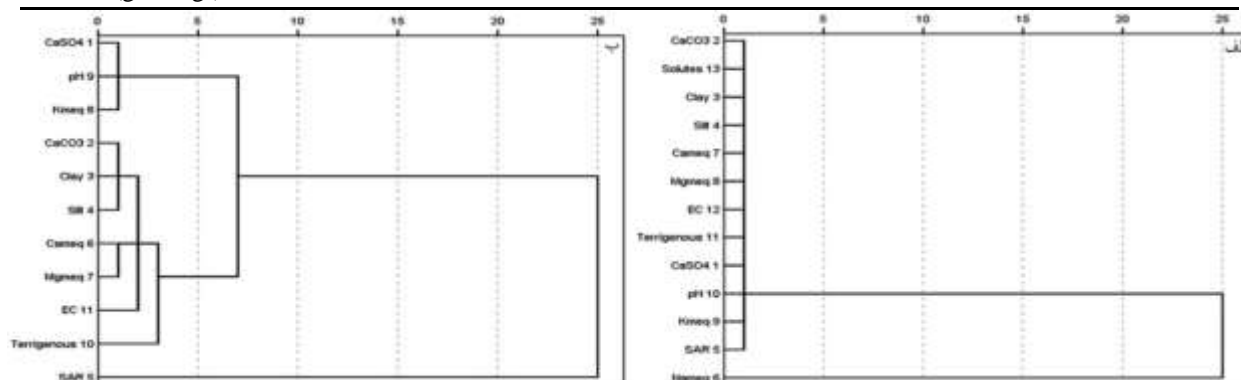
جدول ۴. ارزش ویژه عامل‌های اصلی همراه با واریانس‌ها (استخراج عامل‌ها با روش مؤلفه‌های اصلی)

مولفه	ارزش ویژه	واریانس توجیه‌شده	واریانس تجمعی
PC1	۴/۲	۳۵/۶	۳۵/۶
PC2	۲/۸	۲۳/۹	۵۹/۵
PC3	۲/۱	۱۷/۶	۷۷/۲
PC4	۱/۴	۱۱/۹	۸۹/۰

جدول ۵. وزن‌های محاسبه شده برای هر عامل پس از دوران

متغیرهای فیزیکی و شیمیایی	PC1	PC2	PC3	PC4
SAR	۰/۹۸۹	-۰/۰۲۲	-۰/۰۵۴	-۰/۰۷۹

K (meq/l)	۰/۹۷۶	۰/۰۲۳	-۰/۰۴۴	-۰/۰۶۰
EC (mmhos/cm)	۰/۹۶۴	۰/۰۱۴	۰/۲۲۱	۰/۰۰۲
Na (meq/l)	۰/۹۱۶	۰/۰۱۵	۰/۳۲۸	-۰/۱۱۷
CaCO <sub>3</sub> (gr/100gr)	-۰/۱۴۲	-۰/۹۶۳	-۰/۰۵۴	-۰/۱۸۴
Terrigenous(gr/100gr)	-۰/۱۱۳	۰/۹۶۲	-۰/۱۳۴	-۰/۰۰۲
Ca (meq/l)	۰/۰۱۹	-۰/۰۱۸	۰/۹۱۱	۰/۲۲۰
pH	-۰/۰۸۹	۰/۳۲۲	-۰/۷۷۶	۰/۱۴۴
Mg (meq/l)	۰/۲۵۲	۰/۱۷۵	۰/۷۶۷	-۰/۲۴۶
Clay(gr/100gr)	۰/۰۷۳	۰/۱۲۴	۰/۱۲۸	-۰/۹۱۸
Silt(gr/100gr)	-۰/۰۹۲	۰/۵۳۶	-۰/۱۹۰	۰/۷۷۶
CaSO <sub>4</sub> (gr/100gr)	-۰/۰۰۸	۰/۳۸۰	۰/۳۸۱	۰/۶۳۲



شکل ۶. نمودار شاخه‌درختی خوشه‌بندی متغیرها که به علت فاصله زیاد کاتیون سدیم با سایر متغیرها، این متغیر به تنهایی یک خوشه مستقل را تشکیل داده است (۶ الف). حالت بدون حضور کاتیون سدیم جهت بروز سایر فواصل بین متغیرها اجراء شده که نشان می‌دهد SAR (به دلیل نقش سدیم در رابطه)، همچنان یک خوشه مستقل است (۶ ب)

استفاده شد. چنانکه سایر مطالعات نیز با استفاده از این روش، اطلاعات کامل‌تری از نوع رسوبات منطقه مورد مطالعه خود به دست آوردند [۱۷، ۲۷، ۲۸]. نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به نوع ترکیب اجزای تخریبی و شیمیایی، رسوبات غالب منطقه مورد مطالعه از نوع مارنی می‌باشند.

اجزای اصلی بخش شیمیایی شامل مقادیر بالای کربنات کلسیم همراه با سولفات کلسیم و کلریدها بودند که به لحاظ ترکیب، مشابه مارن‌های ترسیر ایران هستند. این رسوبات به لحاظ سنی، متعلق به هولوسن می‌باشند [۷] که در حوزه‌های انتهایی و سامانه‌های تبخیری (پلایایی-سبخایی) و یا تالابی (فصلی و دائمی) [۱۰]

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب روش مناسب طبقه‌بندی رسوب امکان ارائه اطلاعات نسبی در مورد اندازه ذرات، جنس کلی آن (مانند آهکی و مارنی) و یا جزئی (مانند ترکیبی که در آن غالب است) را فراهم نموده [۹] و به این ترتیب نامگذاری رسوبات، کاربردهای زیادی در بررسی‌های رسوب‌شناسی دارد [۱۴]. اراضی جنوب جلگه خوزستان در حاشیه تالاب شادگان، دشت‌های بسیار هموار و آبگیری هستند که عمدتاً از رسوبات سیلابی سیلتی و رسی هولوسن تشکیل شده‌اند [۷]. با توجه به اینکه رسوبات منطقه حاوی املاح بودند، به منظور استخراج اطلاعات بیشتر از روش جدید طبقه‌بندی مبتنی بر سهم بخش تخریبی و شیمیایی

واقع اجزای بخش تخریبی هستند، به این ترتیب دو عامل دوم و چهارم را در مجموع می‌توان به‌عنوان عوامل اجزای طبقه‌بندی جدید در نظر گرفت که در مجموع ۳۵/۸ درصد از تغییرات را بیان می‌دارند و نقش خود را در زمان طبقه‌بندی ایفا نموده‌اند. عامل‌های اول و سوم، ویژگی‌های شیمیایی رسوب هستند که در مجموع ۵۳/۲ درصد از تغییرات را تبیین می‌کنند. متغیرهای اصلی عامل اول ضرایب همبستگی مثبت و بالایی را با هم نشان می‌دهند (جدول ۳). ضرایب همبستگی هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، سدیم و پتاسیم همگی بالای ۰/۹ می‌باشد (به‌غیر از ضریب همبستگی سدیم و پتاسیم که ۰/۸۵ است). در مقابل ضرایب همبستگی مؤلفه سوم آن‌چنان بالا نمی‌باشد (جدول ۳). ضریب همبستگی کلسیم با اسیدیتته و منیزیم به ترتیب ۰/۵۸- و ۰/۶۲ و منیزیم و اسیدیتته ۰/۴۶- است. ضریب همبستگی منفی کاتیون‌های دوظرفیتی با اسیدیتته، اثر آنها را به‌عنوان کاتیون‌های قلیایی مطرح می‌کند.

از آنجا که مجموع کاتیون‌های دوظرفیتی در مخرج کسر نسبت جذب سدیم نیز حضور دارند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در عامل اول اثر متغیرهای مختلف شیمیایی به نوعی لحاظ شده است. به این ترتیب نتایج تحلیل عاملی نشان دهنده نقش بالای ویژگی‌های شیمیایی به‌ویژه هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و سدیم در تغییرپذیری رسوبات مارنی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

نتایج تحلیل خوشه‌ای به تعیین مؤثرترین متغیر در این تغییرپذیری منجر شد. همان‌گونه که در نمودار شاخه‌درختی شکل ۶ (الف) دیده می‌شود، تنها غلظت کاتیون سدیم در نمونه‌های رسوب است که به‌تنهایی در دورترین فاصله نسبت به سایر متغیرها قرار دارد و خود به‌تنهایی یک خوشه را تشکیل داده است. در حالیکه در فاصله جدایش خوشه سدیم، سایر متغیرها نسبت به یکدیگر فاصله معنی‌دار ندارند و همگی در یک خوشه قرار گرفته‌اند. به همین ترتیب تأثیر سدیم را حتی در حالت

همچنان در حال تشکیل هستند. از سویی دیگر، حوزه‌های رسوبی محل تشکیل مارن‌های تر سیر ایران، دریاچه‌های شور [۱۵] هستند. علاوه بر آن مارن‌ها در بعضی از دریاچه‌های آب شیرین نیز تشکیل می‌شوند [۲۲]. بنابراین، با توجه به ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه که از اراضی پست و آبگیر تشکیل شده، می‌توان جنوب جلگه خوزستان را به‌عنوان یک حوزه فعال رسوبی به لحاظ انباشت رسوبات مارنی عهد حاضر در نظر گرفت.

مطالعات انجام شده بر روی مواد زمین‌شناسی رسوبی حاوی املاح بیشتر بر سازندهای مارنی ماقبل کواترنری متمرکز بوده است. هر چند که این مطالعات به طور مستقیم به تغییرات درون این واحدها نپرداخته‌اند ولی به صورت غیرمستقیم و در قالب تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (مجموع متغیرهای فیزیکی، دانه‌بندی رسوب، مقادیر رس، سیلت و ماسه، شاخص خمیری، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، میزان کربنات، کلر، گچ، سدیم، پتاسیم و منیزیم) بر فرسایش و پوشش گیاهی [۱، ۳، ۵، ۱۱، ۱۲، ۱۷، ۲۶، ۳۰، ۳۱]، تغییرپذیری این واحدهای رسوبی را بررسی می‌نمایند.

در این تحقیق که به طور مستقیم این تغییرپذیری را بررسی نموده است، نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان دادند که از میان عامل‌های اولیه، چهار عامل با ارزش ویژه بیش از یک، قادر به توضیح ۸۹ درصد از تغییرات بودند و به این دلیل به عنوان عامل‌های اصلی انتخاب شدند (جدول ۴). عامل‌ها براساس نوع متغیرهای بار بالا در هر یک شناسایی شدند. در عامل اول، متغیرهای شوری و کاتیون‌های یک ظرفیتی، در عامل دوم، اجزای تخریبی و کربنات، در عامل سوم اسیدیتته و کاتیون‌های دو ظرفیتی و در عامل چهارم، ذرات ریزدانه، قرار گرفتند.

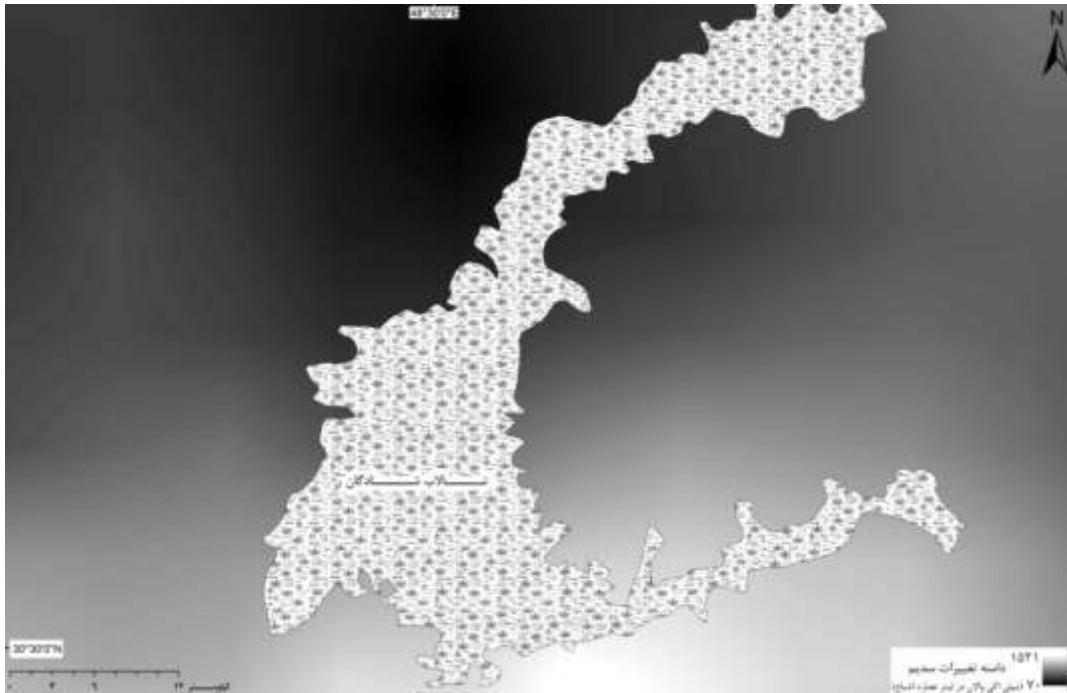
تطابق عامل‌های چهارگانه با نتایج طبقه‌بندی نشان داد که عامل‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد. با در نظر گرفتن اینکه کربنات کلسیم مقادیر اصلی بخش شیمیایی رسوبات را در طبقه‌بندی جدید به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۲) و همچنین متغیرهای عامل چهارم در

شده است و در نهایت این مراحل منجر به استخراج اطلاعات بیشتر از اراضی یکدست و یکسان در یک منطقه پلایایی- سبخایی شده است.

در نقشه شکل ۷ طیف تغییرات متغیر سدیم که با روش کریجینگ<sup>۱</sup> تهیه گردیده، نشان داده شده است. هر چند که مقادیر سدیم در تمام منطقه بالا می‌باشد ولی از نیمه شمالی اراضی حاشیه تالاب (در حاشیه اراضی کشاورزی) از ۷۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر عصاره اشباع به سمت جنوب و اراضی مرطوب و سبخاهای ساحلی تا بیش از ۲۱ برابر افزایش داشته و به حدود ۱۵۰۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر عصاره اشباع می‌رسد. همچنین از مناطق مرکزی حاشیه تالاب (اراضی کشاورزی حاشیه تالاب) به سمت شرق و غرب (اراضی پست جلگه‌های رسی جراحی و کارون) نیز افزایشی در حدود ۷ برابر نشان داده و به حدود ۵۰۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر عصاره اشباع می‌رسد که نشان‌دهنده تغییر ماهیت ویژگی‌های شیمیایی رسوبات پلایایی- سبخایی است که براساس روش‌های طبقه‌بندی رایج، همگی در یک کلاس خیلی شور و سدیمی طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق، به کارگیری روش جدید طبقه‌بندی رسوبات ریزدانه حاوی املاح همراه با تعیین مؤثرترین متغیر(ها) در پلایاها و سبخاها و تلفیق این اطلاعات با نقشه واحدهای کاری امکان شناسایی و تفکیک واحدهای اراضی کوچکتر را در سطح نواحی هموار، یکدست و وسیع پلایایی و سبخایی فراهم می‌آورد.

حذف مستقیم آن، در قالب تأثیر در نسبت جذب سدیم می‌توان مشاهده نمود. چنان‌که در نمودار شاخه‌درختی شکل ۶ (ب)، نسبت جذب سدیم همچنان یک خوشه مستقل را نسبت به سایر متغیرها تشکیل داده است. بنابراین از میان مجموع متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری و تحلیل شده در این تحقیق، سدیم به‌عنوان اثرگذارترین آنها در تغییرپذیری رسوبات منطقه مورد مطالعه معرفی می‌شود. ضمن اینکه ضریب همبستگی بالا میان هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و سدیم (جدول ۳)، تأییدی بر قابلیت بالای هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در بیان تغییرات رسوب و در نتیجه کاربرد این دو شاخص رایج شیمیایی در شناسایی، تفکیک و پهنه‌بندی اراضی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

براساس روش‌های رایج طبقه‌بندی اراضی شور و سدیمی، با در نظر گرفتن سه متغیر هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و اسیدیته، رسوبات سطحی واحدهای ژئومورفولوژی اراضی جنوب جلگه خوزستان (در حاشیه تالاب شادگان) شامل دریاچه فصلی حاشیه تالاب، مناطق مرطوب (داخلی و ساحلی)، جلگه‌های رسی جراحی و جلگه‌های رسی کارون از نوع شور و سدیمی [۱۹] با شوری بسیار زیاد [۳۲] هستند. کاربرد روش جدید طبقه‌بندی، با توجه به مجموع ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، بیشتر آنها را در یک طبقه مارنی قرار داده و تحلیل متغیرهای فیزیکی و شیمیایی منجر به تعیین مؤثرترین متغیر(ها)، که در این تحقیق کاتیون سدیم بود،



شکل ۷. تغییرات سدیم در سطح منطقه مورد مطالعه

منابع طبیعی دانشگاه تهران و آزمایشگاه رسوب شناسی سازمان زمین شناسی به دلیل فراهم آوردن امکانات لازم جهت انجام این تحقیق، به عمل آورد.

## سپاس‌گزاری

لازم می‌داند کمال تشکر و قدردانی را از مسئولین و کارشناسان محترم آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده

## References

- [1] Abdinejad P., Feiznia S., Peyrowan H., Faiyazi F. and Tabbakh Shaabani A. (2011). Assessment of the Runoff Production within Marly Units in Geological Formations in Zanjan Province Using Rain Simulator. *Iran-Watershed Management Science and Engineering*, 17, 33-46. (In Persian).
- [2] Afarin M., Boomeri M., Mahboobi A. and Gorggij M.N. (2011). Review the name and investigation the economic potential of the Chababar area marls, for making clayey brick. *30<sup>th</sup> Geosciences symposium*, Tehran, Iran. (In Persian).
- [3] Ahmadi H. (1999). *Applied geomorphology*, Vol. 1., water erosion, Tehran University Publications, 688p. (In Persian).
- [4] Ahmadi H. (2008). *Applied geomorphology*, Vol. 2., desert-wind erosion, University of Tehran Press, 706p. (In Persian).
- [5] Amiri M. and Peyrowan H. (2010). Relationship Between Erosional type and Physico-Chemical Properties of Hamedan Marls. *Journal of Science Kharazmi University*, 10(2), 729-746. (In Persian).

- [6] Ayoubi Sh. and Khormali F. (2009). Spatial Variability of Soil Surface Nutrients Using Principal Component Analysis and Geostatistics: A Case Study of Appaipally Village, Andhra Pradesh, India. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 46, 609-622. (In Persian).
- [7] Baeteman C., Laetitia D. and Heyvaert V. (2004, 2005). The Persian Gulf Shorelines and the Karkheh, Karun, and Jarahi Rivers: A Geo-Archaeological Approach, 1-Geo-Environmental Investigation, *Akkadica*, 125, 155-215.
- [8] Carter M.R. and Gregorich E.G. (2008). *Soil Sampling and Methods of Analysis*, Canadian Society of Soil Science, 1263p.
- [9] Chamley, H. (2000). *Base de sédimentologie*, 2nd Edition, Dunod press, 178p.
- [10] Dupin L. (2011). Mapping the Landform Assemblages and Archaeological Record of the Lower Khuzestan Plain (SW Iran) Using Remote-Sensing and GIS Techniques. *The Geological Society of America*, Special Paper, 476, 53-68.
- [11] Esmaeelnezhad L., Seyedmohammadi J. and Shabanpour M. (2013). Effects of chemical and mineralogical properties of marls on different erosion types in the south of Guilan province. *Watershed Management Research*, 98, 2-14. (In Persian).
- [12] Faulkner H., Spivey D. and Alexander R. (2000). The role of some site geochemical processes in the development and stabilization of three badland sites in Almería, Southern Spain, *Geomorphology*, 35 (1-2), 87-99.
- [13] Feiznia S. (1995). Rocks resistant to erosion in Iran different climates. *Journal of Iran Natural Resources*, 47, 95-116. (In Persian).
- [14] Feiznia S. (2008). *Applied Sedimentology with Emphasis on Soil Erosion & Sediment Production*, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources press, 356p. (In Persian).
- [15] Feiznia S. (2009). *Sedimentation potential of formations*. Textbook of doctoral program, 300p. (In Persian).
- [16] Ghasemi Ghehsareh A., Moradi hersini K., Ansari A.H., Moshrefi Far M.R. and Ghasemi Ghehsareh M. (2011). Effects of Changes in Sedimentary Environment on Physical, Mechanical and Chemical Soil Parameters (Khorramshahr to Ahvaz Karoon River Range). *30<sup>th</sup> Geosciences symposium*, Tehran, Iran. (In Persian).
- [17] Hosseini, S. (2007). *Investigating the amount of erosion and sediment of marls of Taleghan Drainage Basin using rainfall simulator*. Ph.D. Dissertation, Azad Islamic University, Science and Research Branch, 184p. (In Persian).
- [18] Hoveizeh, H. (1997). Study of the vegetation cover and ecological characteristics in saline habitats of Hoor-e-Shadegan. *Journal of Research and Construction*, 34, 27-31. (In Persian).
- [19] Jafari M. (2006). *Reclamation of arid lands*, University of Tehran Press. (In Persian) , 247p. (In Persian).
- [20] Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th Edition, Prentice Hall press, 773p.
- [21] Lotfi A. (2002). *Shadegan Wetland Environmental Management Project*, Report # 1, Pandam Consultant Engineers press, 228p.
- [22] Pettijohn F. J. (1975), *Sedimentary rocks*, Harper & Row Pub. Co., New York, 628 p.
- [23] Rhoades J. D., Manteghi N. A., Shouse P. J. and Alves W. J. (1989). Estimating soil salinity from saturated soil-paste electrical conductivity, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:428-433.
- [24] Rhoades J.D., Chanduvi F. and Lesch S. (1999). *Soil Salinity Assessment, Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. Irrigation and drainage paper* 57, 165p.
- [25] Richard S.M. (2009). *Discussion of marl and loess*, CGI IWG Concept Definition Task Group circulation.
- [26] Shaban M. (2012). *Categorization and Investigation of Sediment and Runoff in Neogene's Marl Units Surrounding Taleghan Dam Lake under Field Rainfall Simulator*, Ph.D. Dissertation, Azad Islamic University, Science and Research Branch, 156p. (In Persian).
- [27] Shaban M., Feiznia S., Ahmadi H. and Peyrowan H.R. (2013). Categorization of Marl Units with New Method and Investigation of Sediment and Runoff under Field Rainfall Simulator: a case study of Taleghan watershed, Iran, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1): 312-319.



- [28] Shaban M., Feiznia S., Ahmadi H., Peyrowan H.R. and Panahpour E. (2011). Investigation of Neocenes Marl Units on the Basis of Chemical and Physical Properties for Agriculture Management (Case Study: Taleghan Watershed), *International Journal of Agronomy and Plant Production*, Vol., 2 (6), 252-258.
- [29] Shinberg I. and Oster J. D. (1978). Quality of irrigation water, *International Irrigation Information Centre (IIIC)*, 65p.
- [30] Talebi A., Charkhabi A. H., Peyrowan H. R., Hashemi A. A. and Mosaddegh H. (2012). Evaluating Effective Factors in Erosion and Sediment Yield in Marl Lithology by Rain Simulator: (Case study, Hablehroud Basin in Semnan Province). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 62, 13-24. (In Persian).
- [31] Tamartash R., Tatian M., Reihani B. and Shokrian F. (2009). Investigation on relation between physicochemical characteristics of marl soils and plant communities (Case study: Birjand plain). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 37, 481-492. (In Persian).
- [32] Taylor, S. (1991). *Dryland salinity introductory extension notes*, Department of Conservation and Land Management, incorporating Soil Conservation Service of NSW, 44p.
- [33] Walstra J., Heyvaert, V.M.A. and Verkinderen P. (2010). Assessing human impact on alluvial fan development: a multidisciplinary case-study from Lower Khuzestan (SW Iran), *Geodinamica Acta*, 23(5-6), 1-19.
- [34] Zare Chahouki M.A. (2010). *Data Analysis in Natural Resources Research Using SPSS Software*, Iranian academic center for education, culture and research (ACECR), Tehran Branch press, 310p. (In Persian).

