

## منشأیابی رسوبات بادی نیاتک با استفاده از ردیابی عناصر ژئوشیمیایی

نویسندگان:

۱- مرضیه عباسی، دانش آموخته کارشناسی ارشد بیابانزدایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج

[marziabasi@gmail.com](mailto:marziabasi@gmail.com)

۲- سادات فیض نیا، استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج

۳- حسن احمدی، استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج

۴- یونس کاظمی، دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری

دریافت: ۸۹/۵/۴

پذیرش: ۸۹/۸/۲۰

## چکیده

شناخت منشأ تپه‌های ماسه‌ای در طرح‌های کنترل فرسایش بادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به دلیل وجود مشکلات زیاد در کاربرد روش‌های سنتی در شناسایی و تعیین سهم منابع رسوب در تولید رسوب، روش‌های انگشت نگاری یا ردیابی یا به عبارتی منشأیابی به عنوان روشی جایگزین و مناسب مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است. در این روش با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوبات، سنگ‌ها و خاک‌های منشأهای مختلف سعی بر این است که منشأ برداشت رسوبات مشخص شود. در این تحقیق سعی شده است با بهره‌گیری از ردیابی عناصر ژئوشیمیایی به تعیین مناطق برداشت و سهم منابع رسوب در تولید رسوبات بادی در مهمترین کانون بحران دشت سیستان (نیاتک) پرداخته شود. در ابتدا مطالعات دانه بندی و ترکیب کانی شناسی بر روی رسوبات بادی منطقه سیستان و بلوچستان انجام گرفت و در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل تشخیص و تعیین ترکیب‌های مناسب از عناصر ژئوشیمیایی Ca, K, Cr, Na, Fe, Mg, کربن آلی، P، N که قادر به جداسازی واحدهای سنگ شناسی، کاربری‌های اراضی و واحدهای رخساره در کانون بحران نیاتک می‌باشد و نیز با استفاده از مدل‌های چند متغیره ترکیبی، سهم و اهمیت نسبی منابع رسوب تعیین شد. نتایج حاصله، فاصله حمل ذرات ۵۰-۲۰ کیلومتر و مهمترین مرکز برداشت رسوبات بستر دریاچه هامون و پس از آن اراضی فاقد پوشش رانشان داده، که بیشترین اهمیت نسبی برداشت ذرات (۹۲٪) مربوط به بستر رودخانه‌های محلی و دریاچه هامون و سهم کل برای اراضی فاقد پوشش ۶۹٪ است. بیشترین سهم رسوب واحد سنگ شناسی NQts (رسوبات آبرفتی ریزدانه دریاچه هامون مربوط به اواخر میوسن - پلیوسن) ۸۷٪ و کمترین سهم در تولید رسوب واحد QK می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: منابع رسوب، انگشت نگاری، کانی شناسی، سهم رسوب، تحلیل تشخیص، مدل چند متغیره ترکیبی.

## مقدمه

فرسایش بادی قرار دارند، شناخت دینامیک و تحرک ماسه های روان برای تفسیر فرآیندهای حال و گذشته و پیش بینی فرآیندهای آینده مهم و حساس می‌باشد. یک بخش مهم شناخت دینامیک ماسه‌های روان تشخیص منشأ آنهاست (Muhs, 2000).

لازمه اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و کنترل رسوب، کسب اطلاعات از اهمیت نسبی منابع رسوب و سهم آنها در تولید رسوب و در نتیجه شناسایی مناطق بحرانی است. برای شناسایی و تعیین سهم و اهمیت منابع

در ایران ارگ‌های مهم در ۱۹ منطقه پراکنده شده است که بیش از ۲ درصد مساحت کشور را شامل می‌شود و از این میان بیش از دو سوم ارگ‌ها در استان سیستان و بلوچستان و خراسان واقع شده است (احمدی، ۱۳۷۸ ه. ش.). به رغم شناسایی سریع و آسان نقاط رسوبگذاری، شناخت مناطق برداشت و تعیین حساسیت آنها از پیچیدگی و ظرافت خاصی برخوردار است؛ زیرا مناطق بیابانی به دلیل تراکم اندک پوشش گیاهی که تحت تأثیر

## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

این منطقه در فاصله ۳۰ کیلومتری شرق شهر زابل و در مختصات جغرافیایی ۶۱°۱۳' تا ۶۱°۴۸' طول شرقی و ۳۰°۴۸' تا ۳۱°۲۵' عرض شمالی با وسعت ۹۵۹۲۰ هکتار واقع است. نیاتک، نخستین منطقه تحت تأثیر فرسایش بادی و مهمترین کانون بحران زابل می‌باشد که از دریاچه هامون در شمال تا مرز جاریکه در جنوب شرقی امتداد دارد و ادامه آن وارد خاک افغانستان می‌گردد. منطقه نیاتک در حد فاصل پریان و هیرمند بر روی خاکی خیلی عمیق و با بافت متوسط تا سبک با محدودیت شوری به شکل تپه‌های منفرد یا به هم پیوسته استقرار یافته است و کشت و زراعت‌های آبی در دشت‌های میان تپه‌ها گسترش دارد. در اراضی زراعی افزایش ماسه‌های بادی بیشتر به صورت نیکاهای کوچک تا بزرگ و برخان‌های کوچک تا ارتفاع حدود ۲ متر است. گاه به صورت منفرد و پراکنده در بستر دشت آبرفتی استقرار یافته‌اند، این تپه‌ها به صورت عمده فعال و نیمه فعال هستند. سازندهای زمین شناسی منطقه زابل عموماً متشکل از نهشته‌های رسوبی که از توالی "فلیش" متشکل از ماسه سنگ، شیل هستند و در قسمت‌هایی از شمال منطقه رسوبات مطبق حاصل از فرسایش سطحی کوه‌های گچی به صورت لایه‌های ضخیم و دانه بندی ریز مشاهده شده است. در بین توده‌های فلیش سنگ‌های آذرین و آتشفشانی نیز دیده می‌شود و از نظر زمین شناسی ساختمانی تحت تأثیر جنبش‌های کوهزایی آلپی قرار دارد و در امتداد گسل هریرود و مجاورت گسل نهبندان واقع شده است. مهمترین واحدهای سنگی منطقه نیاتک از نظر زمین شناسی از قدیم به جدید به شرح زیر است:

۱- واحد رسوبی NQts (اواخر میوسن - پلیوسن): که این واحد شامل رسوبات آبرفتی دانه ریز دریاچه هامون است و گاه همزمان با واحد NQS، رسوب نموده‌اند و نشان دهنده رسوبگذاری ذرات دانه ریز در عمق نسبی بیشتر دریاچه هامون در زمان میوسن - پلیوسن می‌باشند.

۲- واحد رسوبات دریاچه‌ای QLS1 (رسوبات کواترنری) که رسوبات دریاچه‌ای شامل سنگ‌های رسوبی سیلت دانه ریز

رسوب روش‌های مختلفی وجود دارد. ولی روش یا روش‌هایی برای این کار مناسب می‌باشند که اولاً سریع، اقتصادی و نسبتاً دقیق باشند و ثانیاً بتوانند ارتباط بین فرسایش منابع رسوب و تولید رسوب در انتهای حوزه و در نتیجه ارتباط بین فرسایش، حمل و رسوبگذاری را برقرار سازند (Walling & Collins, 2004). در سال‌های اخیر روش انگشت نگاری ژئوشیمیایی رسوبات به عنوان یک روش ارزشمند برای شناسایی منشأ رسوبات بادی محسوب می‌شود. (Wasklewicz & Muhs et al., 1995; Meek, 1995; Honda & Shimizu, 1998; Wolfe et al., 2000; Pease & Tchaker -ian, 2002; Zimbelman & Williams, 2002; Muhs et al., 2003). حکیم خانی (۱۳۸۵ ه. ش.) با بکارگیری ترکیبی از خصوصیات یک گروه یا ترکیبی از چند گروه توانسته‌اند دقت نتایج منشأیابی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهند. گرچه برخی محققین نشان داده‌اند که رس برای ردیابی عناصر مفید است، اما برای ردیابی رسوبات بادی از ماسه استفاده می‌شود و اثر رس در بررسی‌ها دخالت داده می‌شود (Pease, et al. 2003). Motha و همکاران (۲۰۰۲ م.) با توسعه یک روش اصلاحی پیشنهاد داد که خاکی را بارزسازی کنیم که دارای همان توزیع اندازه ذرات (ذراتی که توسط باد حمل می‌شوند) باشد و سپس با استفاده از مقدار غلظت ردیاب در کلاس‌های مختلف ذرات خاک و درصد اندازه ذرات خاک اصلاح شده مقدار ویژگی اصلاح شده به دست آید، بنابراین Moller و همکاران (۲۰۰۱ م.)، Zubillaga و همکاران (۲۰۰۷ م.)، Wolfe و همکاران (۲۰۰۰ م.)، اندازه غالب ذرات رسوب بالای ۶۳ میکرون را برای بررسی‌های دانه بندی و ژئوشیمیایی و کانی شناسی رسوبات برگزیدند. فرسایش بادی و هجوم ماسه‌های روان به تأسیسات اقتصادی و منابع زیستی، یکی از مهمترین مصادیق بیابان‌زایی در کشور محسوب می‌گردد، بنابراین شناخت مراحل به وقوع پیوستن فرسایش بادی و بررسی چگونگی و زمان مقابله با فرسایش بادی از اهمیت شایانی برخوردار است.

و گاه ماسه درشت بوده که در اوایل تشکیل دریاچه هامون ته نشست شده‌اند.

۳- واحد Qs تپه ماسه‌ای (کوآترنری).

### نمونه برداری

پس از بررسی نقشه‌های زمین شناسی منطقه واحدهای زمین شناسی که از نظر مقاومت به فرسایش و مواد تشکیل دهنده به هم نزدیک بودند، ادغام و نقشه سنگ‌شناسی کاربردی به دست آمده است. واحدهای کاری منطقه حاصل از همپوشانی نقشه‌های کاربردی اراضی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه شیب (بیش از ۹۰٪ کلاس شیب در دسته ۰-۱ درصد گسترده شده‌اند) و نقشه ژئومورفولوژی بدست آمد. نمونه برداری از ( منابع رسوب و رسوبات در منطقه ) تپه‌ها حداکثر به فاصله دو کیلومتر از یکدیگر از انتهای ارگ به عنوان نقطه شروع و به سمت منطقه برداشت در هر واحدکاری از خاک سطحی به عمق ۳-۵ سانتی‌متر که در معرض فرسایش بادی است، سه نمونه از هر تپه ماسه‌ای در رأس، دامنه رو به باد، دامنه پشت به باد به صورت مخلوط صورت گرفت. در مجموع ۲۳ نمونه از مناطق رسوبگذاری (نیاتک) و ۱۷ نمونه از رخساره‌های برداشت که جمعاً ۴۰ نمونه در زابل جمع آوری شد. در گام اول دانه بندی ذرات و سپس مطالعات مرفوسکپی رسوب و کانی شناسی نمونه‌ها با میکروسکوپ بینوکولر با تعیین جنس اجزاء تشکیل دهنده رسوبات و نسبت دادن ذرات رسوبی به سازندهای منطقه صورت گرفت و در گام دوم منشأیابی رسوبات بادی با استفاده از ردیابی عناصر ژئوشیمیایی شامل مراحل زیر انجام شد:

۱- انتخاب ردیاب‌ها (۹ پارامتر بعنوان منشأیاب اولیّه شامل Mg, Fe, Na, Cr, K, Ca به روش<sup>۱</sup> ICP، کربن آلی به روش دالکی-وبلاک، فسفر قابل جذب به روش اولسن که منعکس کننده نوسانات دوره‌ای تغییرات محیطی (( Kazanci, 2009) است) و نیتروژن کل به روش کج‌دال و اندازه‌گیری آزمایشگاهی آنها در نمونه‌های رسوب و منابع رسوب.

۲- تفکیک منابع بالقوه با استفاده از نتایج اندازه‌گیری آزمایشگاهی و روش‌های آماری: یک روش آماری دومرحله‌ای برای انتخاب ترکیب بهینه از ردیاب‌های انتخاب شده به کار می‌رود. در مرحله اول در صورت عدم تبعیت از توزیع نرمال از آزمون غیر پارامتری آزمون H یا آزمون کروسکال والیس<sup>۲</sup> (McCabe & Moore 1999, Smidt & Sanders, 2000) استفاده گردید و در مرحله دوم تعیین تابع تحلیل تشخیص و ضرایب آن برای کاهش خصوصیات انتخابی اولیّه به طوری که دارای حداقل همبستگی و حداکثر توان تفکیک باشند به کار گرفته شده است. بعد از محاسبه توابع تشخیص سطح معنی‌داری آماری آنها با معیارهای Wilk's lambda و مربع فاصله ماها لونیویس صورت گرفت.

۳- تعیین سهم منابع رسوب براساس مقایسه خصوصیات نمونه‌های رسوب و منابع رسوب با استفاده از روش‌های کمی: مدل چند متغیره ترکیبی

$$\hat{X}_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} b_j \quad (1)$$

۴- در این معادله  $X_i$ ، برابر با مقدار برآوردی خصوصیت  $i$  ام ( $m$  و... و ۱ و ۲)،  $a_{ij}$  مقدار میانگین خصوصیت  $i$  ام در منبع رسوب  $j$  ام ( $n$  و... و ۱ و ۲)،  $b_j$  سهم منبع رسوب  $j$  ام،  $m$  تعداد منابع رسوب و  $m$ ، تعداد خصوصیات منشأیاب است. در حل این معادلات باید دو شرط زیر را در نظر گرفت (Collins, et al. 2001).

• مقادیر ضریب سهم هر یک از منابع رسوب باید بین صفر و یک باشد.

$$0 \leq b_j \leq 1 \quad (2)$$

• مجموع ضرایب سهم هر یک از منابع رسوب باید برابر با یک باشد.

$$\sum_{j=1}^n b_j = 1 \quad (3)$$

قبل از تعیین سهم باید اصلاحاتی از جمله ضریب وزنی ویژه هریک از ردیاب‌ها ( $w_i$ ) که هریک از خصوصیات منشأیاب را با چند تکرار در آزمایشگاه اندازه‌گیری کرده و با محاسبه عکس ریشه دوم واریانس داده‌های استاندارد شده به دست می‌آید، را محاسبه کرد و نیز ضریب کربن

<sup>2</sup>- Kruskal-wallis

<sup>1</sup>- Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry

منطقه نیاتک) پیش می‌رویم ذرات ساییده تر شده و آثار خراش‌های لکه‌ای بر روی دانه‌های کوارتز نیز گویای حمل در محیط بادی می‌باشد و در محیط رودخانه‌ای سیستان و نیاتک و حواشی هامون دانه‌ها صیقل نشده، کدر و تار بوده و به علت وجود نامنظمی‌های خیلی کوچک در سطح دانه، دارای سطح خشن می‌باشند.

### گام دوم (ردیابی ژئوشیمیایی)

۱- آزمون کروסקال - والیس: جدول (۱) نتایج آزمون آماری جهت تعیین توان عناصر در جداسازی واحدهای سنگ شناسی، رخساره و کاربری اراضی را نشان می‌دهد. از نظر این آزمون اختلاف میانگین‌های هریک از عناصر در واحدهای سنگ شناسی و رخساره‌ها به غیر از دو عنصر پتاسیم و کروم و در کاربری اراضی فقط پتاسیم در سطح کمتر از ۵ درصد معنی‌دار است، در واقع تمام عناصر به غیر از دو عنصر یاد شده، دارای قدرت تفکیک و جداسازی واحدهای مذکور است.

۲- تحلیل تشخیص (stepwise) و معنی داری آماری: ترکیب بهینه خصوصیات منشأیاب باید طوری انتخاب شود که علاوه بر داشتن کمترین هم خطی چند گانه، بیشترین توان تفکیک منابع را داشته باشد تا باعث مشکلاتی در تفسیر اهمیت هر یک از متغیرها و ناپایداری نتایج طبقه بندی تحلیل نشود (Hair, et al. 1998). معیار کمترین هم خطی برای عناصر ترکیب‌ها، داشتن عامل تورم واریانس حداقل ۱۰ است. ضرایب همبستگی بیشتر از ۹۵٪ با حذف یکی از دو ماتریس همبستگی اصلاح می‌شود. جدول (۲) مراحل مختلف اضافه شدن عناصر ردیاب در توابع تشخیص برای واحدهای سنگ شناسی به روش گام به گام و تأثیر آنها بر توان جداسازی تحلیل تشخیص را نشان می‌دهد. با اضافه شدن هر عنصر مقدار مرتب فاصله ماهالانویس افزایش و میزان  $\lambda^2$  Wilk کاهش می‌یابد. سه تابع بر اساس عناصر یاد شده در واحدهای سنگ شناسی و کاربردی و رخساره استخراج شده‌اند و جدول (۳) معنی‌داری توابع را به وسیله آماره مربع کای نشان می‌دهند که توابع اول در واحدهای تفکیک منابع رسوب به ترتیب ۹۶/۱ (سازند)، ۹۰/۳ (کاربری)، ۹۳/۳ (رخساره) درصد را به خود اختصاص داده‌اند. توابع اول با بیشترین همبستگی کانونی، بیشترین

آلی ( $O_j$ ) برای بر طرف کردن مسئله غنی شدن یا تهی شدن رسوب) که با تقسیم میزان کربن آلی رسوب به متوسط میزان کربن آلی هریک از منابع رسوب بدست می‌آید رامحاسبه کرد و سپس اصلاحات را به مدل چند متغیره ترکیبی وارد کرد:

$$\hat{X}_i = W_i \sum_{j=1}^n a_{ij} b_j o_j \quad (4)$$

$$R = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{x_i - \left( \sum_{j=1}^n a_{ij} b_j o_j \right)}{x_i} \right]^2 W_i \quad (5)$$

و به جای حل مستقیم از روش‌های بهینه سازی توابع هدف، حداقل کردن مجموع مربعات باقیمانده استفاده شده است. با به حداقل رسیدن R معادلات با استفاده از نرم افزار Solver حل شده و سهم هر کدام از واحدهای منابع رسوب (کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، سنگ شناسی) برای نمونه رسوب مورد نظر به دست آمد و این کار را برای تمام نمونه‌های رسوب انجام داده و از مقادیر سهم هر یک از واحدهای کاری برای بدست آوردن سهم متوسط میانگین‌گیری شد. اهمیت نسبی هر منبع با تقسیم سهم کل برحسب درصد بر درصد مساحت تحت پوشش منابع به دست آمد.

### نتایج

#### گام اول (دانه بندی، کانی شناسی، مورفوسکپی)

اندازه ذرات ماسه درحد ماسه‌های ریز تا خیلی ریز است، اغلب تپه ماسه‌های بادی در مناطق رسوبگذاری جورشدگی خوب تا متوسط را به نمایش می‌گذارند، کج شدگی نمونه‌های ماسه بادی مثبت را در مقیاس فولک دارند و به سمت ذرات ریز دانه می‌باشند. در مناطق رسوبگذاری نیاتک بیشترین درصد کانی‌ها، کوارتز با فراوانی ۶۸/۴۷ است و خرده سنگ‌ها ۲۵/۸۱، و در مناطق برداشت نیاتک کوارتز ۶/۲۹ درصد و خاکدانه‌ها و خرده سنگ‌ها<sup>۱</sup> ۹۰/۶۷ است. هرچه از شمال به جنوب (در

<sup>۱</sup> - دانه‌هایی هستند که حداقل از ۶ یا بیشتر، کانی یکسان یا متفاوت از نظر کانی شناسی تشکیل می‌شوند (فیض‌نیا، ۱۳۸۷).

دریاچه مصنوعی از فرسایش بادی بوده باشد، ولی در این شرایط مناطق دوردست و به ویژه مناطق داخل کشور افغانستان منطقه برداشت محسوب می‌شود. همان‌طور که در جداول سهم و اهمیت نسبی هریک از منابع رسوب نشان می‌دهد، سازند NQts بیشترین سهم را بدون توجه به مساحت تحت پوشش و سازند QLS1 (رسوبات دریاچه‌ای که در اوایل تشکیل دریاچه هامون ته نشست شده‌اند) بیشترین اهمیت نسبی در تولید رسوب را نشان می‌دهد، که هر دو این سازندها جزء مناطق برداشت (O) می‌باشد که بیشترین وسعت سازند QLS1 و NQts در منطقه برداشت زیاد (O1) قرار گرفته است. از معایب روش ژئوشیمیایی این است که طبیعت انتخابی فرایند های فرسایش و انتقال رسوب، که منجر به غنی‌شدگی رسوبات از نظر ذرات ریز و مواد آلی شده و مقایسه بین خصوصیات خاک منابع رسوب و نمونه‌های رسوب را که از نظر اندازه ذرات اختلاف دارند با مشکل مواجه می‌کند، با این حال به اعتقاد Russel و همکاران (۲۰۰۱ م.) به علت وجود رابطه قوی بین میزان مواد آلی و اندازه ذرات، اصلاح اختلاف اندازه ذرات خاک و رسوب (مسئله غنی‌شدن یا تهی شدن رسوب از نظر اندازه ذرات) می‌تواند تا حدودی بعضی از اثرات غنی‌شدن مواد آلی را نیز برطرف سازد نیز میزان کربن آلی می‌تواند نماینده و معرف مواد آلی باشد و اعمال این ضریب تصحیح می‌تواند تا حدودی بیانگر رابطه قوی بین میزان مواد آلی و اندازه ذرات باشد (Collins, et al. 2006). پس از تعیین سهم کل رسوب بر حسب درصد برای اراضی فاقد پوشش بیشترین سهم و بستر رودخانه‌ها و دریاچه هامون به عنوان بیشترین اهمیت نسبی در تولید رسوب منطقه مشخص گردید، هر دو این اراضی در منطقه با برداشت زیاد قرار گرفته‌اند.

نتایج حاصل از روش ردیابی عناصر نیز با معرفی بهترین ردیاب کلسیم نشان داد که بعد از تجزیه کانی‌هایی از قبیل میکا و فلدسپات این عنصر بیشترین میزان غلظت را دارا می‌باشد. در مقایسه نتایج به دست آمده از منشأیابی با استفاده از ردیاب با نتایج تحقیقات پیشین باید عنوان کرد، نتایج حاصل از تحقیق Ritchie و همکاران (۲۰۰۷ م.)، که عنوان می‌کند پایین بودن مقدار نیتروژن در منابع رسوب (متوسط ۰/۰۴٪) حاکی از آن

تغییرات و اختلاف‌ها در گروه‌ها را توصیف می‌کند. درصد طبقه بندی صحیح در منابع تفکیک رسوب واحدهای سنگ شناسی ۷۵ واحدهای کاربری اراضی ۸۲/۵ و رخساره ۸۷/۵ می‌باشد. برای بررسی بیشتر توان توابع تشخیص به دست آمده و جداسازی گروه‌ها و همپوشانی احتمالی، نمودار پراکنش تابع یک در مقابل تابع دو که بیشتر تغییرات گروه‌ها را بیان می‌کند در شکل (۱) نشان داده شده است.

۳- تعیین اصلاحات لازم و برآورد سهم منابع رسوب: ضرایب تصحیح مواد آلی در منابع رسوب و ضرایب وزنی ویژه عناصر انتخابی (جدول ۴) آورده شده است. با به حداقل رساندن معادله (۴) برای هر یک از نمونه‌های رسوب و متوسط‌گیری از مقادیر حاصل سهم هر یک از منابع جدول (۵) به دست آمده است. سهم کل بر حسب درصد در واحد سنگ شناسی NQts (رسوبات آبرفتی ریزدانه دریاچه هامون در اواخر میوسن - پلیوسن) با ۸۷ درصد بیشترین سهم و واحد QK (جدیدترین رسوبات دریاچه‌ای هامون)، با یک درصد سهم کمترین میزان سهم را در تولید رسوب دارند (شکل ۲). خطای نسبی مدل چند متغیره مورد استفاده برای برآورد سهم واحدهای سنگ شناسی برای تمام نمونه‌های رسوب ۲/۶ تا ۱۹ درصد و میانگین خطای نسبی برای تمام نمونه‌ها برابر با ۷/۲ درصد به دست آمد.

#### بحث

با توجه به نتایج دانه بندی، مناطق برداشت محلی است و در حداکثر فاصله بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر برآورد شده است و نتایج کانی شناسی از میان سازندهای NQts, Qs, QLS1, QLS2, Qal, Qc, Qk, Qt1, Qt2 بیشترین درصد برداشت ذرات مربوط به سازندهای NQts و QLS1 (رسوبات جدید دریاچه هامون) می‌باشد، امروزه به دلیل خشک شدن دریاچه هامون، بستر دریاچه یکی از مهمترین کانون‌های برداشت در منطقه و در مرحله بعد اراضی کشاورزی رها شده و مناطق بدون پوشش و بستر رودخانه‌های سیستان و پریان، نیاتک (با توجه به مسافت حمل) جزء کانون‌های برداشت محسوب می‌شوند. البته ممکن است در بعضی از مواقع به ویژه در دوره‌های ترسالی گذشته، که دریاچه دارای آب بوده است، بستر

است که پدیده نیتریفیکاسیون و تخریب ازت در مناطق خشک و نیمه خشک (جعفری و سرمدیان، ۱۳۸۲ ه.ش.) از سرعت بالایی برخوردار است و این از ضعف ردیاب‌های آلی در این اقالیم است و می‌تواند در اندازه‌گیری‌های این نوع ردیاب‌ها تأثیرگذار باشد، با نتایج فوق مطابقت دارد.

تحقیقات نظری سامانی (۱۳۸۷ و Wasson ۲۰۰۲) م.)، عنوان می‌کند که به دلیل ماهیت سازندهای موجود در مناطق خشک و نیمه خشک عناصری مانند کربن آلی، نیتروژن فسفر و یا عناصر نادر خاکی دارای غلظت پایین هستند که این پایین بودن غلظت با تحقیق فوق مطابقت دارد اما فسفر و نیتروژن از عناصر تفکیک کننده منابع رسوب بوده‌اند که با مطالعات این محققین مطابقت ندارد.

جدول ۱. نتایج آزمون کراسکال-والیس جهت تعیین خصوصیت منشأیاب مناسب برای تفکیک منابع رسوب

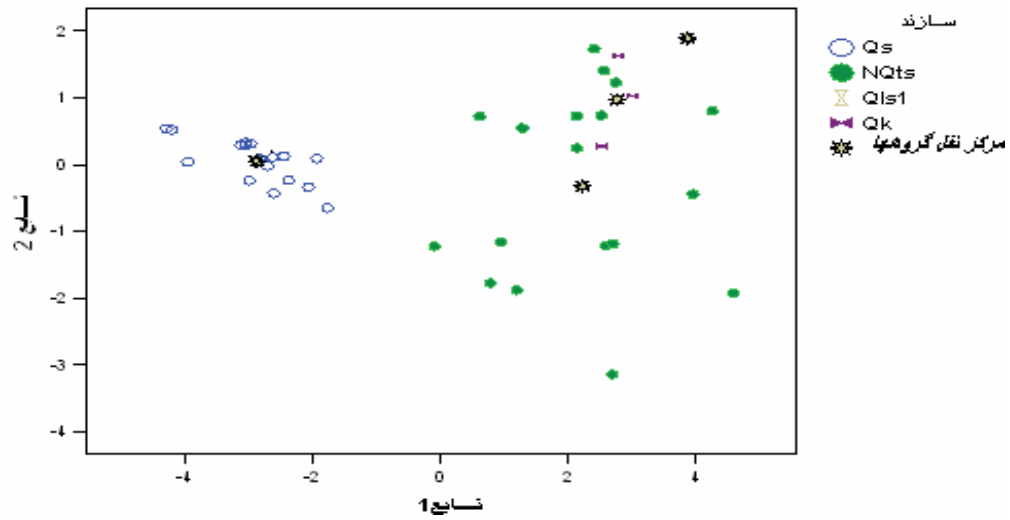
منابع رسوب	منشأیاب	Mg	Fe	P	Cr	N	Ca	K	Na	OC
سازند	آماره H	29/824	10/148	21/076	6/219	21/821	29/269	2/851	10/3	11/426
	سطح معنی داری	۰/۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰	۰/۱۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۴۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۰
رخساره	آماره H	32/019	12/489	28/776	3/489	28/762	30/193	1/53	9/382	23/247
	سطح معنی داری	۰/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰	۰/۳۲۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۷۵	۰/۰۲۵	۰/۰۰
کاربری	آماره H	30/985	10/822	22/858	6/369	24/947	30/605	3/985	9/624	15/265
	سطح معنی داری	۰/۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰	۰/۰۹۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۶۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۲

جدول ۲. مراحل اضافه شدن عناصر ردیاب در توابع تشخیص

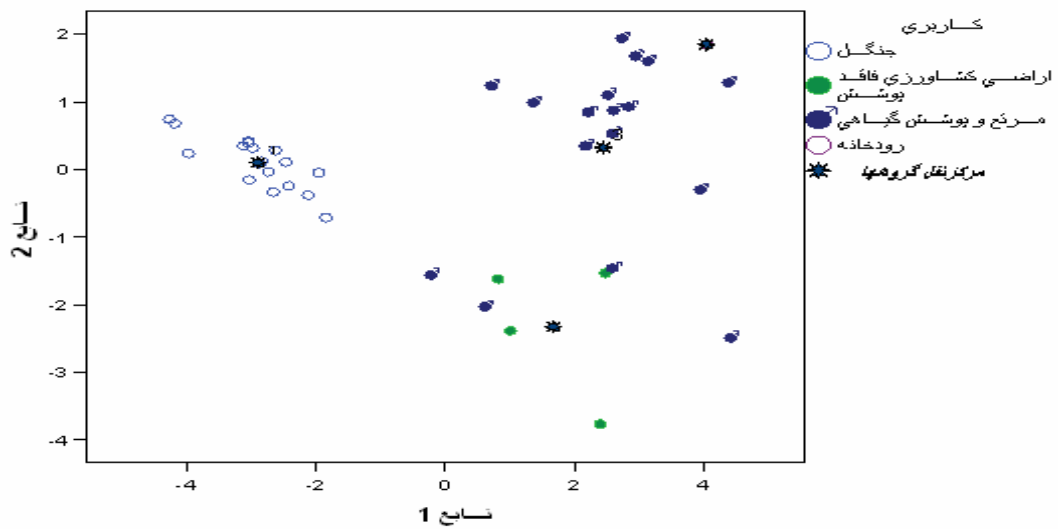
گام	خصوصیت منشأیاب وارد شده	حداقل مربع فاصله ماهالانویس	Wilks' Lambda
۱	P	0/526	۰/۴۸۵
۲	N	2/519	۰/۳۲۰
۳	Ca	2/548	۰/۰۸۶

جدول ۳. مشخصات توابع تشخیص حاصل برای تفکیک منابع رسوب

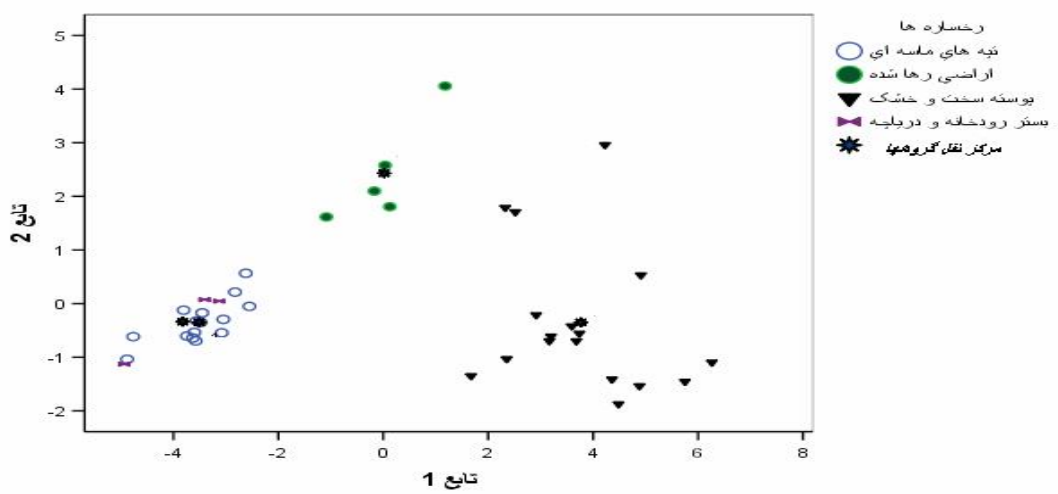
سازند							
تابع	مقدار مشخصه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس	همبستگی کانونی	Wilks' Lambda	آماره مربع کای	معنی داری
۱	۷/۶۸۶	۹۶/۱	۹۶/۱	۰/۹۴۱	۰/۰۸۶	۸۷/۰۰۶	۰/۰۰
۲	۰/۲۳۱	۲/۹	۹۸/۹	۰/۴۳۴	۰/۷۴۹	۱۰/۲۶۷	۰/۰۳۶
۳	۰/۰۸۴	۱/۱	۱۰۰	۰/۲۷۰	۰/۹۲۲	۲/۸۷۵	۰/۰۹۰
کاربری							
۱	۷/۷۸۱	۹۰/۳	۹۰/۳	۰/۹۴۱	۰/۰۶۰	۹۹/۸۵۵	۰/۰۰
۲	۰/۷۵۱	۸/۷	۹۹/۰	۰/۶۵۵	۰/۵۲۷	۲۲/۷۲۹	۰/۰۰
۳	۰/۰۸۳	۱/۰	۱۰۰	۰/۲۷۷	۰/۹۲۳	۲/۸۳۹	۰/۰۹۲
رخساره							
۱	۱۳/۰۴۶	۹۳/۳	۹۳/۳	۰/۹۶۴	۰/۰۳۷	۱۱۷/۴۹۹	۰/۰۰
۲	۰/۹۳۸	۶/۷	۱۰۰	۰/۶۹۶	۰/۵۱۳	۲۳/۶۹۶	۰/۰۰
۳	۰/۰۰۹	۰/۰	۱۰۰	۰/۰۷۵	۰/۹۹۴	۰/۲۰۲	۰/۶۵۳



الف. واحدهای سازندی



ب. واحدهای کاربری اراضی



ج. واحدهای رخساره

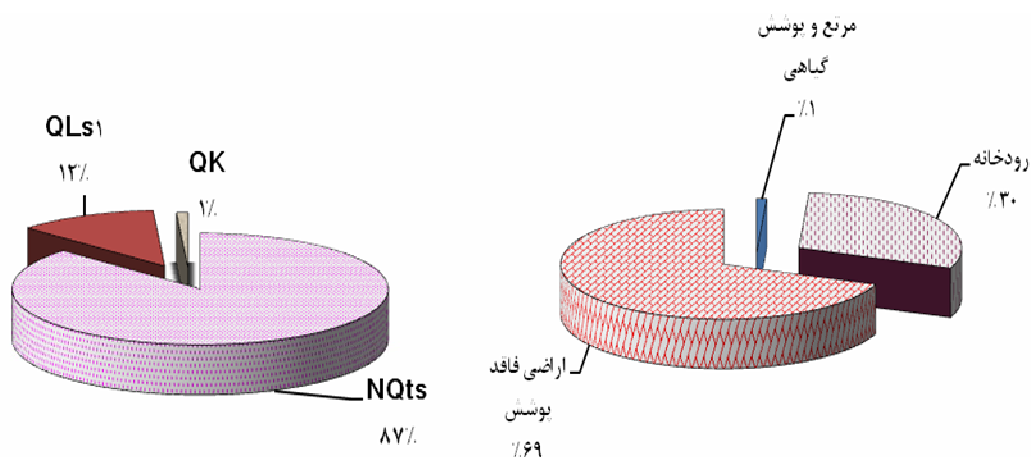
شکل ۱. نمودار پراکنش تابع ۱ در مقابل تابع ۲ در تفکیک منابع رسوب

جدول ۴. ضرایب وزنی ویژه عناصر (Wi)

ضریب وزنی ویژه	ترکیب بهینه خصوصیات منشایاب
۰/۳۵۱	کلسیم
۰/۱۵۰	فسفر
۰/۱۱۶	نیتروژن

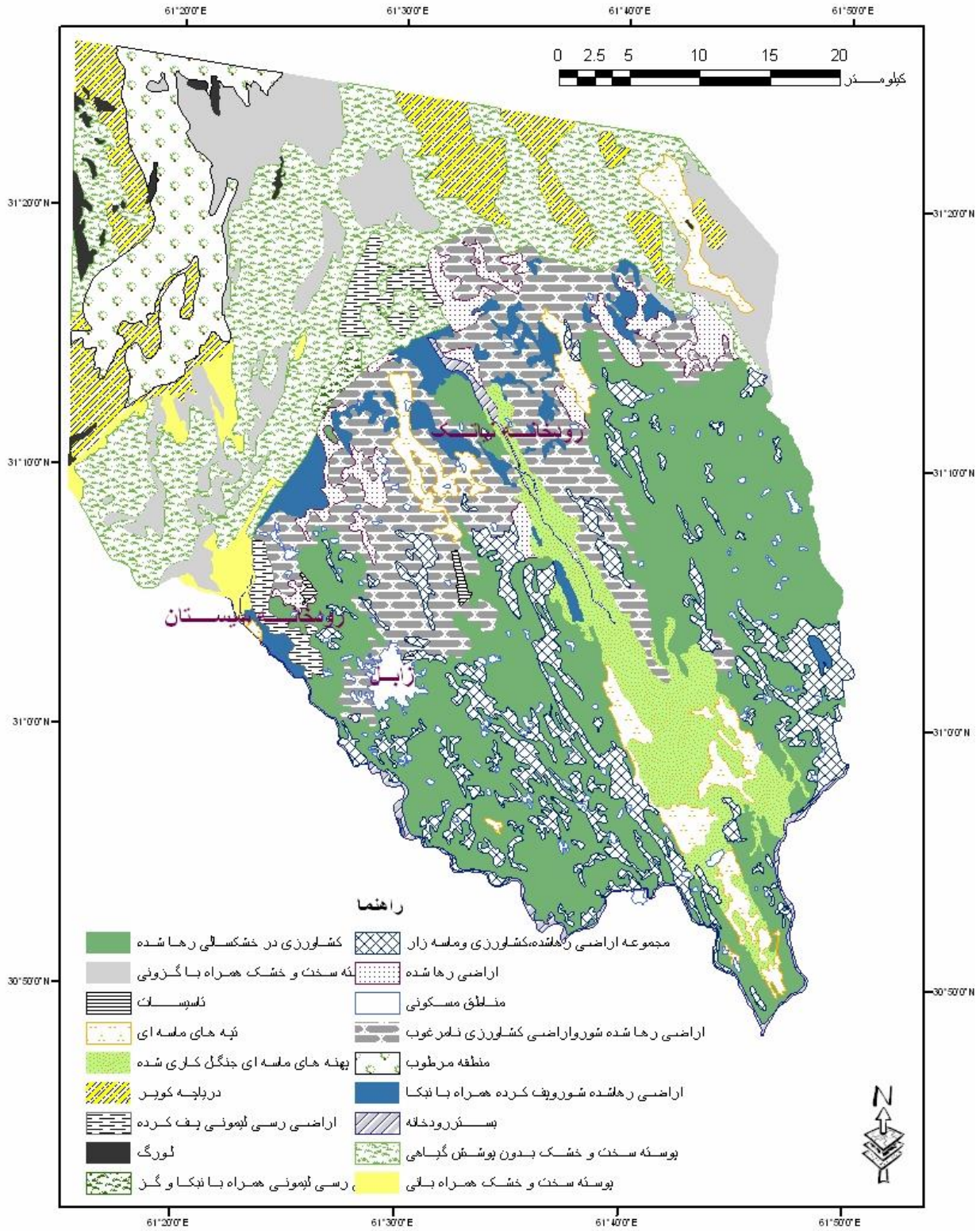
جدول ۵. منابع رسوب در تعیین سهم رسوب

منابع تولید رسوب	ضریب تصحیح کربن آلی	اهمیت نسبی	مساحت %	سهم کل %
NQts	۰/۲۰۹	۱/۲۵	۶۹/۳۰	۸۷
QLs1	۰/۱۶۵	۲/۶۶	۴/۴۹	۱۲
QK	۰/۱۹۳	۰/۱۰	۹/۷۴	۱
مرتع و پوشش گیاهی	۰/۲۰۳	۰/۰۱	۵۲/۸۰	۱
بستر رودخانه ها و دریاچه	۰/۲۷۸	۹۲/۰۱	۰/۳۲	۳۰
اراضی فاقد پوشش	۰/۱۶۵	۱/۷۸	۳۸/۷۶	۶۹



شکل ۲. مقایسه سهم رسوب منابع رسوب





شکل ۳. نقشه واحدهای ژئومرفولوژی

## منابع:

- Sanders, D. H., & R. K. Smidt, (2000). statistics: a first course. Mc Graw Hill, Sixth Edition.
- Wasklewicz, T.A., & Meek, N. (1995). Provenance of aeolian sediment: the Upper Coachella Valley, California. *Physical Geography* 6, 539–556.
- Watson, A., (1989). Windflow characteristics and Aeolian entrainment, In: *Arid zone geomorphology*. ed. david G. Thomas.
- Wolfe, S.A., Muhs, D.R., David, P.P., McGeehin, J.P., (2000). Chronology and geochemistry of late Holocene eolian deposits in the Brandon Sand Hills, Manitoba, Canada. *Quaternary International* 67: 61–74.
- Wolfe, Stephen A., Daniel R. Muhs, Peter P. David, John McGeehin, P. (2000), Chronology and geochemistry of late Holocene eolian deposits in the Brandon Sand Hills, Manitoba, Canada, *Quaternary International* 67 -61,74p.
- Zimelman, J. R., & Williams, S. H. (2002). Geochemical indicators of separate sources for eolian sands in the eastern Mojave Desert, California, and western Arizona. *Geological Society of America Bulletin* 114: 490–496.
- Zubillaga, J. J. K., & Hugo Z. (2007), Grain size, mineralogical and geochemical studies of coastal and inland dune sands from El Vizcaino Desert, Baja California Peninsula, Mexico, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 24(3): 423-438.
- احمدی، حسن و محمد خان، شیرین (۱۳۸۵ ه. ش.). مقایسه خصوصیات دانه بندی در ارگ‌های داخلی و ساحلی ایران. *مجله بیابان*. ۱۱ (۱): ۲۱۱–۲۲۴.
- فیض نیا، سادات (۱۳۸۷ ه. ش.). رسوب شناسی کاربردی با تأکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب، گرگان، انتشارات دانشگاه گرگان.
- عباسی، مرزیه (۱۳۸۸ ه. ش.). بررسی دانه بندی و کانی شناسی رسوبات بادی دشت سیستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- Collins, A. L., Walling, D. E., Sickingabula, H. M., & Leeks, G. J. L. (2001). Suspended sediment source fingerprinting in a small tropical catchment and some management implications. *Applied Geography* 21: 387-412.
- Cullers, R.L., Barrett, T., Carlson, R., Robinson, B. (1987). Rare-earth element and mineralogic changes in Holocene soil and stream sediment: a case study in the Wet Mountains, Colorado, USA. *Chemical Geology* 63: 275–297.
- Hair, J.F., Andersen, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C., (1998). *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Honda, M., Shimizu, H. (1998). Geochemical, mineralogical and sedimentological studies on the Taklimakan Desert sands. *Sedimentology* 45: 1125–1143.
- Kazancı, N, S. A. G. Leroy, C. Turgut E.M. Kibar, (2008), Wind control on the accumulation of heavy metals in sediment of Lake Ulubat, Anatolia, Turkey, *JPaleolimnolDOI10.1007/s10933-009-9316-9*.
- Moore, D.S., and Mc CABE, G.P., (1999). *Introduction to the practistics* W.H. Freeman and company. Thrid edition.
- Motha, J. A., P. J. Wallbrink, P. B. Hairsine & Grayson, R. B. (2002), Tracer properties of eroded sediment and source material, *Hydrol. Process*. 16p.
- Muhs, D.R., Bush, C.A., Cowherd, S.D., & Mahan, S. (1995). Geo- morphic and geochemical evidence for the source of sand in the Algodones dunes, Colorado Desert, southeastern California. In: Tchakerian, V.P. (Ed.), *Desert Aeolian Processes*. Chapman & Hall, London, pp. 37–74.
- Muhs, D.R., Reynolds, R.L., Been, J., Skipp, G., (2003). Eolian sand transport pathways in the southwestern United States: importance of the Colorado River and local sources. *Quaternary International* 104 (1): 3–18.
- Müller, German., Ralf Ottenstein · Alfred Yahya, (2001), Standardized particle size for monitoring, inventory, and assessment of metals and other trace elements in sediments: <20 µm or <2 µm?, 2001, *Fresenius J Anal Chem* 371 :637–642p.
- Pease, P.P., Tchakerian, V.P. (2002). Composition and sources of sand in the Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman. *Annals of the Association of American Geographer* 92 (3): 416–434.
- Pease, Patrick P., Vatche P. Tchakerian, (2003). Geochemistry of sediments from Quaternary sand ramps in the southeastern Mojave Desert, California, *Quaternary International* 104: 19–29p.

## **Source identification by geochemical of eolian sediment in Niatak**

### **Researchers & writers:**

- 1- M. Abbasi, Graduate of Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran  
[marziabasi@gmail.com](mailto:marziabasi@gmail.com)
- 2- S. Feiznia, Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
- 3- H. Ahmadi, Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
- 4- Y. Kazmei, Graduate of Faculty of Natural Resources, University of Tehran. I. R. Iran

Received: 26 Jul 2010

Accepted: 11 Nov 2010

### **Abstract**

Recognition of source areas of sand dunes is very important in wind erosion control projects. Due to the difficulties in application of traditional methods in recognition and determination of the share of sediment sources in sediment production, fingerprinting methods, sediment tracing or in other words, source identification are alternative and suitable methods which are considered by different researchers. In this method, by investigation of physical and chemical characteristics of sediments, rocks and soils of different sources, the source areas of sediment are determined. In this research, sediment tracing by geochemical elements, source areas and the shares of these sources in eolian sediment production in one of the most important eolian critical centers of Sistan plain were identified. First, granulometric and mineralogical studies were performed on eolian sediments of Sistan province. Then, step – wise source identification method was performed on Niatak eolian sediments. Then, by using determination analysis method and suitable composition of geochemical elements, Organic carbon, Phosphorous and Nitrogen which can differentiate lithological, land use and geomorphological units in Niatak critical center and by using composite multivariate methods, the importance and share of sediment sources were determined. The results indicated that transport distances have been between 20-50 kilometers and the most important sources were sediments of Hamon lake and then barren lands that 92% of particles have originate from Hamon lake and River bed and 69% of particles from barren lands. 87% of particles have originate from NQts unit (upper Miocene – Pliocene fine – grained alluvial sediments of Hamon lake), having the highest share and QK unit (the youngest lacustrine sediments of Hamon) having the lowest share.

**Keywords:** Sediment sources, Mineralogy, granulometry, Differentiation Analysis, Composite multivariate method.