

## بررسی نقش خشک‌سالی‌ها در تشدید حرکت رسوبات به درون مخازن آبی چاه نیمه (زابل) و تعیین منشاء رسوبات

دکتر موسی عابدینی<sup>۱</sup>، مهدی جدیدالاسلامی قلعه‌نو<sup>۲\*</sup>

۱- استاد گروه جغرافیای طبیعی (گرایش ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

\*<sup>۲</sup> - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

\* ایمیل نویسنده مسئول: Eslami2631@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۷

### ۱- چکیده

وقوع خشک‌سالی در منطقه

سیستان و به تبع آن ورود رسوبات به درون مخازن آبی چاه نیمه شرایط مساعدی را جهت شکل‌گیری طوفان‌های گردوخاک مهیا نموده و موجب وارد آوردن خسارات فراوان به حیات طبیعی و انسانی منطقه شده است. از اهداف مهم این تحقیق، بررسی اثرات تخریبی خشک‌سالیها بر منطقه، به ویژه بر مخازن چاه‌نیمه است. بررسی‌های بعمل آمده در این پژوهش شامل استفاده از روشهای آنالیز فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها جهت تعیین پارامترهای آماری و استفاده از نتایج آن در تفسیر شرایط حمل و رسوبگذاری ذرات، تعیین کانون‌های بحرانی فرسایش بادی، ترسیم منحنی‌های دانه‌بندی و تفسیر فازهای متعدد نمونه‌ها که همراه با نتایج حاصل از بررسی رسوبات در محل مورد نظر، منجر به تعیین نوع محیط رسوبگذاری و تعیین منشاء، می‌شود. تحلیل خشک‌سالی با استفاده از پنج شاخص درصد نرمال بارندگی (PNPI)، معیار Z استاندارد شده (ZI)، کلاس‌بندی دامنه بارش (PC)، انحراف از میانگین (SDI) و ناهنجاری بارش (RAI)، بر روی اطلاعات و آمار بارندگی فصلی و سالیانه چهار ایستگاه سینوپتیک زابل، زهک، هیرمند، هامون صورت گرفت. نتایج نشان داد که شاخص (SDI) در مقایسه با روش‌های SD، ZI، PNPI و RAI در مقیاس فصلی و سالیانه برآورهای قابل قبولتری را ارائه داد. زابل بر مبنای شاخص (SDI) در مقیاس فصلی و سالیانه خشک‌سالی‌هایی را تجربه نموده است. بیشترین فراوانی خشک‌سالی در فصل بهار از شاخص (PC) و در فصل تابستان به شاخص‌های SD، ZI، PNPI و RAI مربوط است. در مقیاس سالانه نیز بیشترین و کمترین برآورد فراوانی به ترتیب با ۶۴ و ۴۱ درصد در نمایه‌های روش PC و PNPI مشاهده شد. منشاء رسوبات موجود در مخازن چاه‌نیمه بر اساس نتایج تحقیق، بادهای فرساینده منطقه بوده که جهت شمال تا شمال غربی با زاویه ۳۳۰ تا ۳۶۰ درجه (باد ۱۲۰ روزه سیستان) دارند و مهمترین رخساره‌های برداشت عرصه‌های شور و پف کرده بستر دریاچه هامون و دشتهای شمالی می‌باشند.

### کلمات کلیدی

"خشک‌سالی"، "چاه نیمه"، "انتقال رسوبات"، "دشت سیستان"، "بادهای ۱۲۰ روزه"

### ۲- مقدمه

خشک‌سالی به عنوان یکی از پُر خسارت‌ترین (Sönmez et al, 2012) و همچنین پُر هزینه‌ترین بلایای طبیعی جهان مطرح شده است (Kim et al, 2015 and He et al, 2013). خشک‌سالی از خطرناک‌ترین پدیده‌های طبیعی در سراسر جهان است که می‌تواند در همه‌ی منطقه‌های اقلیمی رخ دهد (Mishra et al, 2017). آژانس زیست محیطی اروپا گزارش می‌کند متوسط خسارت سالیانه از خشک‌سالی دو برابر شده و در سال ۱۹۹۹-۲۰۰۶ به ۶/۲ میلیارد یورو در سال افزایش یافته است. (Carrao et al, 2019). اعمال مدیریت در خشک‌سالی گامی مهم در جهت کاهش میزان خسارت این پدیده و تحت کنترل درآوردن آثار آن است. رویکرد غالب در مواجهه با آن در بیشتر نقاط جهان هنوز انفعالی است. این رویکرد معمولاً به عنوان مدیریت بحران شناخته شده است (Carrao et al, 2018). چاه‌نیمه‌ها<sup>۳</sup> گودالهای طبیعی بزرگی در فاصله ۵۰ کیلومتری شهر زابل هستند که آب مازاد رودخانه هیرمند به وسیله کانالی به آنها هدایت می‌شود. گودالهای مزبور برای ذخیره آب ساماندهی شده‌اند و با مساحت یک کانال از محل دو شاخه هیرمند آبیگری می‌شوند. مخازن آبی چاه نیمه که تنها منبع آب شرب مردم

خشک‌سالی<sup>۱</sup> یک پدیده طبیعی اکوسیستم هاست که می‌تواند در هر منطقه‌ای حادث شود و تأثیرات عمده‌ای بر آن منطقه بگذارد (Freire et al, 2019). خشک‌سالی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است که زبان‌های بسیاری را بر بخش کشاورزی و منابع آبی وارد می‌سازد (پیرمردیان و همکاران ۱۳۸۷). به علاوه این پدیده را پدیده‌ای آرام و خزنده می‌نامند. به همین دلیل گفته می‌شود که خشک‌سالی به لحاظ اینکه محدوده وسیع‌تری را در بر می‌گیرد پیچیده‌تر از دیگر بلایای طبیعی است. از طرفی دیگر این پدیده خزنده<sup>۲</sup> جمعیت بیشتری را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد (Wilhite et al, 2007). و به عبارتی پرهزینه‌ترین (Fontaine et al, 2009) بلای طبیعی به لحاظ کاهش تولیدات کشاورزی و رنج و عذاب کشاورزان به شمار می‌رود. (Downing and Bakker, 2019). وقوع خشک‌سالی در منطقه سیستان و به تبع آن کاهش پوشش گیاهی و خشک شدن دریاچه هامون و همچنین وجود بادهای ۱۲۰ روزه، شرایط مناسبی جهت فرسایش بادی و وقوع طوفان‌های گرد و خاک فراهم آورده‌اند.

1 Drought

2 Creepy phenomenon

3 Chahnimeha

سیستان می باشد، در چند سال آینده مورد تهدید جدی ماسه های روان قرار خواهد گرفت و اگر از هجوم ماسه ها به این مخازن جلوگیری نشود، حیات این منبع آب مهم و بسیار حساس منطقه به خطر خواهد افتاد. در منطقه سیستان، در یک دوره تقریباً ۳۰ ساله، در سالهای ۱۳۱۸، ۱۳۲۸، ۱۳۳۷ و ۱۳۴۹ یعنی تقریباً هر ۱۰ سال، یک خشک سالی به صورت کشنده تکرار شده است و از سال ۱۳۷۶ تاکنون نیز این منطقه اثرات دوره خشک سالی اخیر را تحمل می کند. مطالعات انجام شده نشان می دهد که ۱۴ استان کشور تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارند که استان سیستان و بلوچستان با ۲۲۹۱۷۴ هکتار بالاترین رتبه را به خود اختصاص داده است (ایرمنش و همکاران، ۱۳۸۴). بدون تردید اصلی ترین عامل فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه وقوع طوفان های ماسه، در اثر وزش بادهای ۱۲۰ روزه سیستان می باشد. طی دو قرن اخیر و بخصوص در چند دهه اخیر اثرات مخرب و زیان بخشی به محیط زیست انسانی وارد آمده است و در اثر استفاده نادرست از منابع طبیعی، بیابان ها بسرعت گسترش یافته اند (احمدیان، ۱۳۷۸). از برآورد صورت گرفته از شدت پتانسیل باد در ۶۰ ایستگاه هواشناسی کشور، ایستگاه زابل بیشترین مقدار فراوانی و سرعت را به خود اختصاص داده است. این منطقه همچنین با میانگین تعداد ۸۰/۷ روز در سال طی یک دوره پنجساله (۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵) رتبه دوم وقوع طوفان های ماسه ای در قاره آسیا را داراست (اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۳). یکی از بلاهای طبیعی که هر ساله باعث خسارات زیادی به ویژه در مناطق خشک و بیابانی دنیا می شود، طوفان های ماسه ای است (امیدوار، ۱۳۸۵). شدت وزش بادهای ۱۲۰ روزه به حدی است که با ایجاد غلظت گرد و غبار در آسمان و هجوم ماسه های روان در سطح زمین هرگونه فعالیتی را از انسان سلب و اختلالاتی را در وضع عمومی به وجود می آورد (سلیقه، ۱۳۸۲) و گاهی چاله هایی به عمق ۲ تا ۳ متر و عرض ۶ تا ۹ متر ایجاد می کنند (نورزهی، ۱۳۷۲). در سالهای اخیر به علت خشک سالی ناشی از قطع آب رودخانه هیرمند به سیستان و وزش بادهای موسمی ۱۲۰ روزه برداشت رسوبات از بستر دریاچه های خشک آغاز شده که نتیجه آن بروز طوفان های شن و ماسه در زمین و آسمان منطقه و سپس ترسیب آن در نهرها، اراضی کشاورزی و منازل مسکونی شده است. باد حدود ۲۸٪ از خشکی های جهان را فرسایش می دهد (Nicholas, 2006) و طوفان های ماسه ای و گرد و خاک نه تنها در ایران بلکه در سایر کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکایی نیز موجب بروز خسارت های مالی و جانی فراوانی می شوند (Lin, 2002)، که از آن جمله می توان به طوفان سیاه شمال چین که در سال ۱۹۹۳ باعث کشته شدن ۸۵ نفر و تخریب حدود ۳۷۳۰۰۰ هکتار از محصولات زراعی گردید (Youlin, 2002) و همچنین جابجایی سالانه حداقل ۱۶۱ میلیون تن خاک در کانادا (Squires, 2002)، اشاره نمود. منطقه سیستان یکی از مراکز طوفان زایی می باشد که در آن بطور متوسط سالانه بیش از ۷۰ روز طوفان های گرد و غبار وجود دارد (Washington et al, 2000).

سطحی بسیار مفید و مؤثر است (Pease et al, 1999). گودی و میدلتون (۲۰۰۲) نیز در زمینه طوفان های شمال آفریقا (صحرا) و اثرات آن پژوهش های را به انجام رسانده اند و محدوده اثر گذاری گرد و خاک ناشی از این طوفان ها را تعیین نمودند که تا نواحی مرکزی اروپا و حتی انگلستان گرد و غبار گسترش یافته است (Goody and midelton, 2002, 385). نهرست گری و همکاران (۲۰۰۲) به بررسی و تحلیل طوفان های گرد و خاک وزیده شده از سال ۱۹۳۷-۱۹۹۹ در مغولستان پرداختند. در ابتدا مبادرت به ترسیم نقشه طوفان های گرد و خاک نمودند و از این مطالعه نتیجه گرفتند که تعداد طوفان های گرد و خاک کمتر از ۵ روز در کوهستان های آلتای، خنتی، خانگایی اتفاق می افتد و در صحرای گبی و نواحی نیمه بیابانی تعداد طوفان ها در سال بین ۲۰-۳۷ مورد در سال اتفاق می افتد (Nehrestgry et al, 2002). تاکنون ویژگی های رخساره ای رسوبات چاه نیمه های زابل در مقیاس میکروسکوپی جهت منشأیابی مورد بررسی قرار نگرفته که در این تحقیق پس از دستیابی به موارد فوق، می توان منشأ رسوبات حوضه را برای اولین بار در منطقه مورد نظر تعیین نمود. این پژوهش درصدد است تا با استفاده از عملیات میدانی، مناطق برداشت رسوبات بادی اطراف چاه نیمه مشخص و روشهای جلوگیری از ورود رسوب به آنها را، جهت چاره اندیشی یادآور شود و همینطور رابطه علت و معلولی بین پدیده های اقلیمی مرتبط با بادهای ۱۲۰ روزه و اثرات ناشی از آنها را با استدلال های استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. در این خصوص، و کردی و داست تاریخچه تغییرات زیست محیطی در حوضه سیستان را بر اساس تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره ای در یک دوره ۳۰ ساله مورد بررسی قرار داده اند (Vekerdý and Dost, 2006). با بررسی شدت خشک سالی برای منطقه زابل مشخص گردید همیشه کم بارش ترین سال مصادف با شدیدترین خشک سالی نمی تواند باشد. همچنین پایش و پهنه بندی خشک سالی در استان سیستان با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده نشان می دهد که در سال های اخیر تکرار و تداوم این پدیده در همه نقاط استان افزایش و تا حدودی از شدت آن کاسته شده است. با توجه به اینکه از نتایج این پژوهش می توان برای کاهش اثرات منفی فعالیتهای بادی بر زندگی ساکنین منطقه و منابع مهم و حیاتی مخازن چاه نیمه استفاده نمود لذا پژوهش از نوع کاربردی و نتایج این بررسی می تواند در ایجاد استراتژی مدیریت پیشگیری از خسارت و بهره برداری بهینه از منابع آبی موجود به عنوان بخشی از عوامل ایجاد و تشدید بحران آب کاربرد داشته باشد.

### ۳- روش انجام تحقیق

#### • محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی ایران و در شمال شرق دشت بزرگ سیستان و در جنوب غربی مرز مشترک ایران و افغانستان قرار دارد و از لحاظ موقع ریاضی در محدوده جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۴۵ دقیقه طول جغرافیایی شرقی واقع شده است. (شکل ۱ و ۲). سیستان جلگه ای است که شاهرگ حیاتی آن رودخانه معروف هیرمند است. مساحت این دشت ۱۵۱۹۷ کیلومتر مربع است که ۵۵۶۰ کیلومتر مربع آن را دریاچه هامون و اراضی مشرف به دریاچه هامون تشکیل می دهد. این منطقه در تقسیمات سیاسی جز استان سیستان و بلوچستان (دومین استان پهناور کشور) بوده و از شمال و شرق با کشور افغانستان،

بارش (PC)، انحراف از میانگین (SDI) و ناهنجاری بارش (RAI)، استفاده شد.

### • داده های تحقیق

به علت این که رخداد خشک سالی جزء پدیده های نادر طبیعی به شمار می آید همانند دیگر مطالعات آب و هوایی، مستلزم وجود آمار درازمدت جهت تحلیل است و هر قدر آمارهای مورد استفاده، سال های بیشتری را در برگیرد تحلیلهای صورت گرفته بیشتر با واقعیت منطبق خواهند بود. در این پژوهش مطابق استانداردهای جهانی و توصیه سازمان هواشناسی جهانی که حداقل دوره آماری ۳۰ ساله را توصیه می نماید (فرج زاده، ۱۳۷۴) آمار بارش چهار ایستگاه سینوپتیک ( زابل - زهک - هیرمند - هامون) از سال ۷۸-۱۳۷۷ تا سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ تهیه شد. به منظور بررسی خشک سالی های شهرستان زابل آمار به صورت ماهیانه برای ۴ ایستگاه هواشناسی شامل ایستگاه های سینوپتیک و خودکار از سازمان آب منطقه ای اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان اخذ گردید مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. به دلیل تغییر پذیری شدید بارش در این مناطق بازسازی داده ها ارزش چندانی نداشته و بهتر آن است که از آنها چشم پوشی گردد (مسعودیان، ۱۳۷۷ و عطایی ۱۳۸۴). عدم وجود ایستگاه های همجاری که دارای داده های بلند مدت باشند دلیل دیگری بود که بازسازی داده ها را در این منطقه با مشکل مواجه ساخت. لذا با توجه به این محدودیت ها، سعی گردید دوره ای انتخاب شود که دارای کاملترین داده ها باشد و نیازی به بازسازی نداشته باشد.

جدول ۱ - موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه در زابل

| ایستگاه ه | نوع ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع |
|-----------|-------------|---------------|---------------|--------|
| زابل      | سینوپتیک    | 29°61'        | 02°3'         | 489    |
| زهک       | سینوپتیک    | 41°61'        | 54°3'         | 495    |
| هیرمند    | خودکار      | 61°48'        | 31°08'        | 492    |
| هامون     | خودکار      | 61°27'        | 30°51'        | 473    |

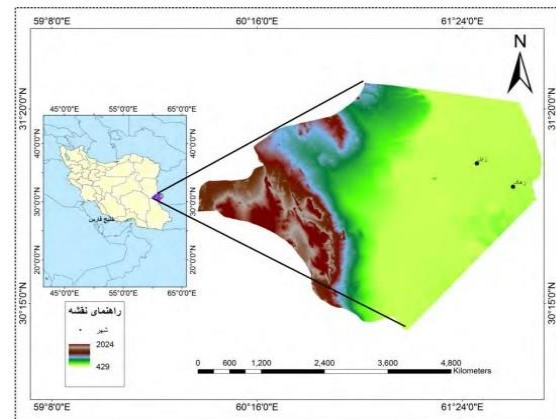
### • تحلیل خشک سالی فصلی و سالانه

به منظور تحلیل خشک سالی فصلی و سالانه، از پنج شاخص درصد نرمال بارندگی (PNPI)، معیار Z استاندارد شده (ZI)، کلاسه بندی دامنه بارش (PC)، انحراف از میانگین (SDI) و ناهنجاری بارش (RAI)، استفاده شد. از مجموع ایستگاههای مورد مطالعه، دو ایستگاه هیرمند و هامون که دارای نواقص آماری بودند، خلاءهای آماری با استفاده از داده های کامل ایستگاه های همجوار و روش نسبت ها برای داده های بارش و روش تفاضل ها برای داده های دما، کامل گردید. جدول ۲ میانگین فصلی و سالانه پارامترهای اقلیمی دما و بارش را به تفکیک ایستگاه های مورد مطالعه نشان می دهد.

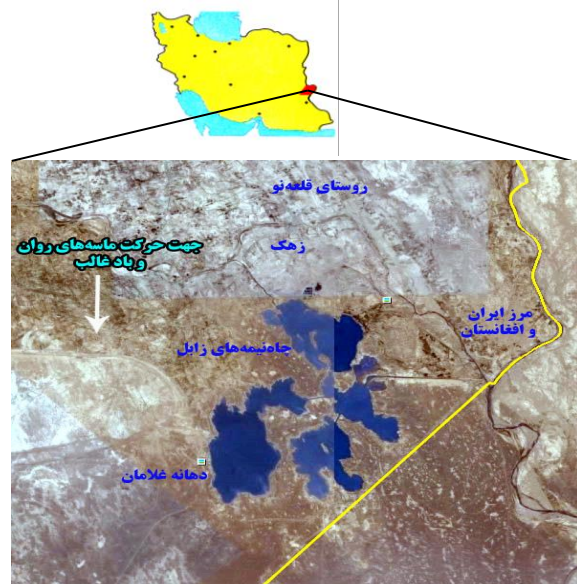
جدول ۲ - میانگین فصلی و سالانه پارامترهای اقلیمی دما و بارش

| ایستگاه | دوره    |       |        |      |        |
|---------|---------|-------|--------|------|--------|
|         | تابستان | پاییز | زمستان | بهار | سالانه |
| زابل    | 31/9    | 15/7  | 12/1   | 28/3 | 22     |
|         | 0/1     | 11/9  | 43/4   | 5/3  | 60/6   |
| زهک     | 25/9    | 12/3  | 10/5   | 24/0 | 18/4   |
|         | 2/1     | 15/8  | 49/9   | 12/5 | 80/3   |
| هیرمند  | 29/2    | 25/5  | 23/4   | 29/0 | 26/8   |
|         | 7/5     | 30/5  | 69/3   | 4/1  | 114/4  |

از غرب با استان خراسان جنوبی و از جنوب با شهرستان زاهدان هم مرز است. حوزه سیستان بخشی از حوزه بسیار بزرگ رودخانه هیرمند بوده که حدود ۱۵ هزار کیلومتر مربع وسعت دارد و سیستان تنها ۵ درصد آن را تشکیل می دهد.



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر سنجنش از



شکل ۲ - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بر اساس تصاویر ماهواره ای گرفته شده از Google Earth.

### • روش بررسی

جهت انجام این پژوهش ابتدا با مشاهدات مستقیم صحرایی و عملیات میدانی، جهت تعیین مناطق برداشت، از رسوبات موجود در مخازن چاه- نیمه، مناطق حمل و مناطق برداشت احتمالی، نمونه برداری بعمل آمد و بر اساس ویژگی های کانی شناسی و بررسی ارتباط ژنتیکی نمونه ها منشاء اولیه رسوبات مورد بررسی قرار گرفت. به منظور شناسایی مناطق برداشت، از محل انباشت ماسه ها، از نقاط مختلف اطراف مخازن و از مناطق احتمالی برداشت، نمونه برداری به عمل آمد و ارتباط ژنتیکی (خواص مشابه) مناطق سه گانه (برداشت، حمل و رسوبگذاری) از طریق آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات مورد بررسی قرار گرفت. همچنین جهت انجام این تحقیق چهار ایستگاه سینوپتیک ( زابل - زهک - هیرمند - هامون) نیز مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور تحلیل خشک سالی فصلی و سالانه، از پنج شاخص درصد نرمال بارندگی (PNPI)، معیار Z استاندارد شده (ZI)، کلاسه بندی دامنه

جدول ۴- طبقه بندی مقادیر شاخص خشک‌سالی

| وضعیت       | SPI                   | وضعیت     | SPI              |
|-------------|-----------------------|-----------|------------------|
| فرا مرطوب   | بزرگتر یا مساوی با دو | نسبتا خشک | تا -۱,۴۹         |
| بسیار مرطوب | ۱,۵ تا ۱,۹۹           | بسیار خشک | -۱,۵ تا -۱,۹۹    |
| نسبتا مرطوب | ۱ تا ۱,۴۹             | فرا خشک   | کوچک یا مساوی -۲ |
| نزدیک نرمال | -۰,۹۹ تا ۰,۹۹         |           |                  |

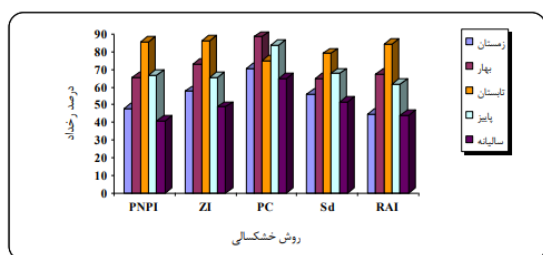
در جدول ۵ مقادیر SPI بر اساس توصیف وضعیت طبقات نشان داده شده است. مقدار SPI مثبت بیانگر بارش بیشتر از میانگین و مقدار SPI منفی بیانگر بارش کمتر از میانگین است. دوره خشک‌سالی هنگامی اتفاق می افتد که SPI به طور مستمر و منفی و به مقدار -۱ یا کمتر برسد. ویژگی دیگر SPI این است که به کمک آن میتوان آستانه خشک سالی را برای هر دوره زمانی تعیین کرد. بر اساس این شاخص، علاوه بر محاسبه شدت خشک‌سالی، مدت آن نیز تعیین می شود. (هدایتی دزفولی و صداقت کردار، ۱۳۸۶)

جدول ۵ - مقادیر SPI بر اساس توصیف وضعیت طبقات

| توصیف وضعیت طبقات   | SPI شاخص      |
|---------------------|---------------|
| خشک‌سالی بسیار شدید | کمتر از -۲    |
| خشک‌سالی شدید       | -۱,۵ تا -۱,۹۹ |
| خشک‌سالی متوسط      | -۱ تا -۱,۴۹   |
| خشک‌سالی نرمال      | ۰,۹۹ تا ۰,۹۹  |
| ترسالی متوسط        | ۱ تا ۱/۴۹     |
| خیلی مرطوب          | ۱/۵ تا ۱/۹۹   |
| ترسالی بسیار شدید   | ۲ و بیشتر     |

#### • درصد خشک‌سالی‌های فصلی و سالیانه منطقه

بر اساس نتایج تحقیق بیشترین درصد رخداد خشک‌سالی را در فصل تابستان و بهار و کمترین درصد را در فصل زمستان داریم که در شکل ۳ نشان داده شده است این شکل بیانگر آن است که بروز خشک‌سالی در منطقه با شدت‌های مختلفی در همه شاخص‌ها مشهود است و درصد رخداد خشک‌سالی و مقدار بارندگی به عنوان دو متغیر وابسته به هم می باشند. از دیگر نتایج شکل ۳ کم بودن نسبی درصد خشک‌سالی‌های سالانه در تمام روشها در مقایسه با خشک‌سالی‌های فصلی است این نتیجه بیانگر لزوم بررسی خشک‌سالی در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌تر است زیرا ممکن است یک سال خشک و یا تر شامل تعدادی فصل خشک و یا مرطوب باشد که در مقیاس سالانه تعدیل گردد، به طوری که قابل تشخیص نباشد.



شکل ۳- درصد خشک‌سالی‌های فصلی و سالیانه منطقه (منبع، نگارندگان)

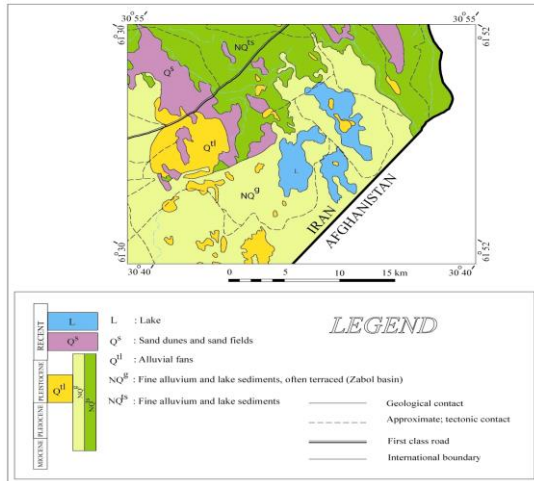
| هامون         | دما <sup>o</sup> C | ۳۵/۴ | ۲۱/۹ | ۱۷/۷ | ۳۲/۴  | ۲۶/۷ |
|---------------|--------------------|------|------|------|-------|------|
| بارش mm       | ۱۷/۶               | ۱۷/۳ | ۶۸/۷ | ۱۰/۲ | ۱۱۳/۸ |      |
| میانگین منطقه | دما <sup>o</sup> C | ۳۰/۶ | ۱۹/۱ | ۱۵/۸ | ۲۸/۴  | ۲۳/۵ |
|               | بارش mm            | ۶/۸  | ۱۸/۹ | ۵۷/۸ | ۸/۰   | ۹۱/۵ |

جدول ۲ نشان می‌دهد ناهمگونی زمانی و مکانی بارش یکی از ویژگی‌های منطقه سیستان و بلوچستان است. میانگین منطقه‌ای ریزش‌های سالانه استان سیستان و بلوچستان حدود ۹۱/۵ میلی‌متر است که در حدود ۱۷۳ درصد کمتر از میانگین ۲۵۰ میلی‌متری کشور است. این امر لزوم ذخیره‌سازی زمستانه و تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. چنین ویژگی اقلیمی و در کنار آن توصیه مدیریتی به ذخیره‌سازی آب با کاهش ۱۶۷/۹ درصدی آورد رودخانه هیرمند طی سال‌های آبی ۱۳۷۷-۷۸ تا ۱۳۸۲-۸۳ و حتی خشک شدن رودخانه در سال آبی ۱۳۸۰-۸۱ که حیات سیستان و بلوچستان به آن وابسته است قابل تأیید است. با توجه به مقادیر میانگین بارش چهار ایستگاه مطالعه شده مقادیر کمبود بارندگی از میانگین درازمدت آن به عنوان نشانه‌ای از آغاز خشک‌سالی است. درصد خشک سالی منطقه به صورت ترکیبی از تمامی شدت‌های خشک‌سالی به تفکیک فصل و سال برای هر یک از شاخص‌ها نشان می‌باشد. بیشترین درصد رخداد خشک‌سالی را در فصل تابستان و بهار و کمترین درصد را در فصل زمستان داریم. بروز خشک‌سالی در منطقه با شدت‌های مختلفی مشهود است. با توجه به اینکه درصد رخداد خشک‌سالی و مقدار بارندگی به عنوان دو متغیر وابسته به هم می‌باشند این موضوع را در دو فصل تابستان و بهار بیشتر داریم. از دیگر نتایج بدست آمده کم بودن نسبی درصد خشک‌سالی‌های سالانه در تمام روش‌ها در مقایسه با درصدهای فصلی است. این نتیجه بیانگر لزوم بررسی خشک سالی در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌تر است. زیرا ممکن است یک سال خشک و یا تر شامل تعدادی فصل (ماه) خشک و یا مرطوب باشد که در مقیاس سالانه تعدیل گردد، به طوری که قابل تشخیص نباشد. بیشترین فراوانی خشک‌سالی در فصل بهار از شاخص PC و در فصل تابستان به شاخص‌های SD، ZI، PNPI و RAI مربوط است. همچنین بیشترین و کمترین فراوانی وقوع خشک‌سالی در اکثر روش‌ها به ترتیب متعلق به فصول تابستان و زمستان است. مشاهده می‌شود که فصل تابستان همیشه در بین سایر فصل‌ها با خشک‌سالی مواجه بوده است. این مشاهده با نتایج جدول ۲ که در آن فصل تابستان از کمترین سهم بارش با دمای هوای بیشتری برخوردار بوده است همخوان است. در مقیاس سالانه نیز بیشترین و کمترین برآورد فراوانی به ترتیب با ۶۴ و ۴۱ درصد در نمایه‌های روش PC و PNPI مشاهده شد.

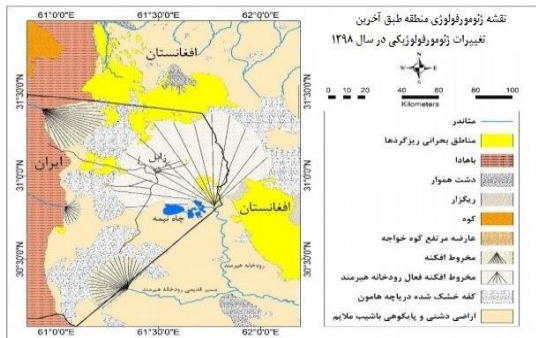
#### • شاخص خشک‌سالی SPI

شاخص SPI برای هر منطقه بر اساس ثبت بارندگی‌های طولانی مدت محاسبه می‌شود. در ابتدا توزیع آماری مناسب بر آمار بلند مدت بارندگیها برازش داده می‌شود سپس تابع تجمعی توزیع با استفاده از احتمالات مساوی به توزیع نرمال تبدیل می‌گردد به طوری که استاندارد شده و متوسط آن، برای هر منطقه و دوره مورد نظر صفر شود. مقادیر مثبت SPI نشان دهنده بارندگی بیشتر از بارش متوسط و مقادیر منفی آن، معنای عکس دارد. طبق این روش دوره خشک‌سالی هنگامی اتفاق می‌افتد که به طور مستمر منفی و به مقدار -1 یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که SPI مثبت می‌گردد. در جدول شماره ۴ طبقه بندی مقادیر شاخص خشک‌سالی SPI ارائه شده است.

از نقشه‌ی 1:250000 منطقه‌ی مورد مطالعه استفاده شده است (شکل ۵).



شکل ۴: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه‌های زمین‌شناسی زابل و هامون)



شکل ۵- نقشه ژئومورفولوژی منطقه

ارزش‌های کیفی هر پنج شاخص به تفکیک فصل و سال در شکل ۳ ارائه شده است. طبق شکل ۳ شدت خشک‌سالی‌های مشاهده شده در کلیه روش‌ها و فصول با هم برابر نمی‌باشند. در جدول ۶ بیشترین و کمترین فراوانی روش‌های مختلف در مقیاس فصلی و سالانه بیان گردیده است.

جدول ۶- بیشترین و کمترین فراوانی روش‌های مختلف در مقیاس فصلی و سالانه

| ایستگاه | بیشترین فراوانی |         | کمترین فراوانی |         |
|---------|-----------------|---------|----------------|---------|
|         | فصلی            | سالانه  | فصلی           | سالانه  |
| زابل    | رویش            | ZI      | PNPI,RAI       | ZI      |
|         | دوره            | بهار    | -              | زمستان  |
|         | درصد            | ۹۲,۲    | ۶۲             | ۴۵,۲    |
| زهک     | رویش            | PNPI    | RAI            | PNPI,ZI |
|         | دوره            | تابستان | -              | زمستان  |
|         | درصد            | ۱۰      | ۵۴             | ۴۲,۹    |
| هیرمند  | رویش            | PC      | PNPI,RAI       | ZI      |
|         | دوره            | بهار    | زمستان         | -       |
|         | درصد            | ۱۰۰     | ۲۸,۶           | ۴۲,۸    |
| هامون   | رویش            | PC      | PNPI           | ZI      |
|         | دوره            | تابستان | -              | زمستان  |
|         | درصد            | ۸۸      | ۴۵             | ۳۸,۱    |

### • بررسی مخاطرات ماسه‌ها در سطح منطقه

مخاطرات ماسه‌های روان یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی کشور ایران است که در سالهای اخیر تکرار و شدت وقوع آن بیشتر شده است. حرکت ذراتی که توسط باد جابه‌جا می‌شوند می‌تواند اثرات قابل توجهی را بر مناطق مسکونی گذارد و می‌تواند علت خسارات شدیدی بر بناها، محصولات کشاورزی و شبکه‌های حمل‌ونقل و ارتباطی باشد. از اینرو مهمترین مخاطرات ماسه‌ها در دشت سیستان تأثیر ماسه‌ها بر انسان است. در کانون نیاتک که از لحاظ وسعت، دومین کانون بحرانی فرسایش بادی در استان است، ۲ شهرک و ۵۵ روستا و در کانون جزینک که از لحاظ وسعت و حجم جابه‌جایی ماسه، قابل مقایسه با نیاتک نیست، ۵ روستا در معرض هجوم ماسه‌های روان قرار دارند (شکل ۶). هجوم مداوم ماسه‌ها، موجب مدفون شدن ۲۲ روستای کانون نیاتک شده، اما در کانون جزینک که از لحاظ وسعت کوچکتر است، هیچ روستایی تخلیه نشده است. بر طبق آمار سال ۱۳۹۵، ۳۲۶۷۷ نفر در محدوده کانون بحرانی نیاتک و ۱۲۷۹ نفر در محدوده کانون بحرانی جزینک ساکن بودند که می‌تواند از لحاظ جمعیت ساکن در محدوده‌ی یک ارگ، رکورد به حساب آید.

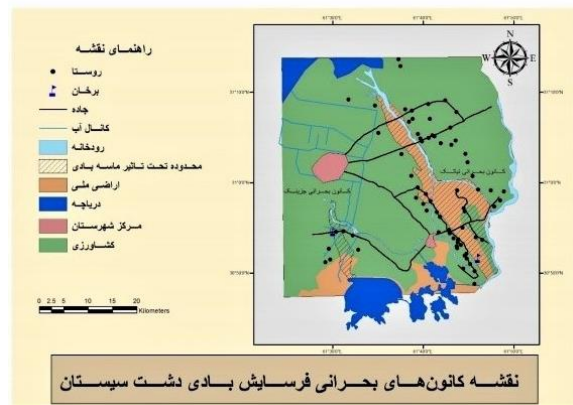
### ۳- یافته‌ها و نتایج

#### زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه

از دیدگاه زمین‌شناسی در گستره منطقه مورد مطالعه هیچ برونزدی از واحدهای سنگی دوران‌های مختلف غیر از رخنمون سنگهای بازالتی کوه خواجه متعلق به پلیوسن که گویای اطلاعاتی از شرایط ویژگیهای پالئوژئوگرافی و رخدادهای تکتونیکی باشد وجود ندارد. منطقه مورد نظر پوشیده از رسوبات دریاچه‌ای نئوژن و آبرفتیهای کواترن است که دارای ضخامت زیادی می‌باشد. در شمال منطقه مورد نظر یک سری فرورفتگی‌ها وجود دارد که به آنها دریاچه هامون گفته می‌شود این چاله‌ها مرکب از سه فرورفتگی به نامهای هامون پوزک در خاک افغانستان، هامون صابوری که خط مرزی ایران و افغانستان از وسط آن می‌گذرد و سومی به نام هامون هیرمند در خاک ایران است. هامون‌ها بیشترین نقش را در رسوبزایی و تهیه رسوبات بادی منطقه سیستان دارد (شکل ۴). ژئومورفولوژی عمومی منطقه شامل واحد دشت سر و پلایا می‌باشد. از مهمترین محدودیتهای ژئومورفولوژی می‌توان به وجود پستی و بلندیهای ناشی از فرسایش آبی و بادی در منطقه و عدم وجود پوشش سنگفرشی جهت مقابله با فرسایش بادی را اشاره کرد. مهمترین قابلیت‌های منطقه نیز وجود خاک یکنواخت در اغلب قسمتهای منطقه، ساخت‌های رسوبی متنوع، وجود پستی و بلندی‌های فوق‌العاده و صعب‌العبور، وجود آبراه‌های زیاد با جهات متنوع و عدم وجود قله سنگ در سطح خاک می‌باشد. با توجه به در نظر گرفتن این موضوع که پدیده‌های ژئومورفولوژی متنوعی در حوضه‌ی مطالعاتی قابل مشاهده نیست،



شکل ۸- تصاویر تهیه شده از منطقه مورد مطالعه



شکل ۶- نقشه موقعیت کانون های بحرانی فرسایش بادی نیاتک و جزینک و روستاهای تحت تاثیر ماسه ها (منبع، نگارنده)

#### ۴- رسوب شناسی

##### کانی شناسی و بررسی ارتباط ژئوتیکی نمونه ها

کانی شناسی و بررسی ارتباط ژئوتیکی نمونه ها می تواند اطلاعات مفیدی در رابطه با شناسایی و کنترل دقیق مناطق برداشت در اختیار بگذارد (جدیدالاسلامی، م). در کانی شناسی ما باید به دنبال کانی هایی باشیم که شاخص یا نادر بوده و بیانگر پارامترهای مرفودینامیکی ویژه ای هستند. به عنوان مثال وجود کانی های سنگین مثل روتیل و زیرکن در رسوبات نشان دهنده دور بودن منشاء و کانی های سبک مثل بیوتیت و مسکوویت و ژیس نشان دهنده محلی (نزدیک) بودن منشاء یا مناطق برداشت است.

##### نمونه برداری و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات

جهت تعیین منشاء رسوبات موجود در مخازن چاه نیمه نمونه برداری به تعداد ۱ نمونه از تمامی مخازن و مجموعاً ۴ نمونه از کل مخازن برداشت گردید و سپس با انجام عملیات دانه بندی به روش استاندارد و رسم منحنی تجمعی، موقعیت نسبی مناطق برداشت تخمین زده شد. نمونه های برداشت شده بر اساس روش استاندارد و با استفاده از کلاسهای متعارف قطر دانه ها، عملیات مربوط به نمونه برداری در آنها صورت پذیرفت. نتایج حاصل از نمونه برداری به شرح زیر می باشد:

##### نمونه شماره ۱

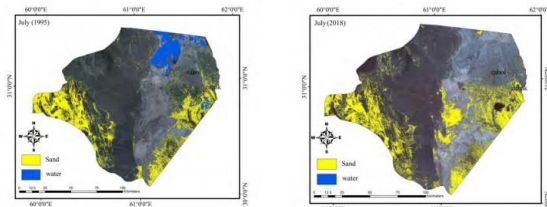
این نمونه که از مخزن شماره ۱ برداشت شده است دارای وزن مخصوص ۲/۷۶ گرم بر سانتی متر مکعب ( $gr/cm^3$ ) بوده و پس از آنالیز صورت گرفته بر روی این نمونه، مشخص شد که میانگین مقادیر رس، سیلت و ماسه این نمونه در مخزن شماره ۱ به ترتیب ۳۲ و ۶۵ و ۳ درصد می باشد. این نمونه دارای مقدار کمی مواد آهکی Caco و نیز مواد آلی om می باشد و متوسط قطر دانه ها (MD) ۰/۰۰۶ میلی متر می باشد. قطر ذرات به میلی متر به این شرح می باشد: رس (از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۲)، سیلت (۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۱) و ماسه (۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۶ میلی متر). لازم به یادآوریست درصد مانده روی هر الک از وزن مانده روی هر الک به وزن کل نمونه ضربدر ۱۰۰ بدست آمد.

##### نمونه شماره ۲

این نمونه که از مخزن شماره ۲ برداشت شده است دارای وزن مخصوص ۲/۶۹ گرم بر سانتی متر مکعب ( $gr/cm^3$ ) بوده و پس از آنالیز صورت گرفته بر روی این نمونه، مشخص شد که میانگین مقادیر رس، سیلت و ماسه این نمونه در مخزن شماره ۲ به ترتیب ۳۱ و ۵۵ و ۱۴ درصد می باشد. این نمونه دارای مقداری مواد آهکی Caco3 (۱۹) و نیز مواد آلی om (۲/۵) می باشد و متوسط قطر دانه ها (MD) ۰/۰۰۶ میلی متر می باشد. قطر ذرات به میلی متر به این شرح می

#### • گسترش تپه های ماسه ای در منطقه مورد مطالعه

نقشه های گسترش تپه های ماسه ای حاصل از پردازش سنجده لندست برای تیر ماه که پرتابلیم ترین ماه از نظر وزش باد می باشد، در سال های ۱۹۹۵ و ۲۰۲۰ برای منطقه مورد مطالعه تهیه شدند (شکل ۷). در این تصاویر به روشنی پویایی تپه های ماسه ای در دو سال مختلف قابل مشاهده است. مهمترین عواملی که در میزان انتقال ماسه های بادی نقش عمده ای دارند باد، رطوبت، پوشش گیاهی می باشند. بدون شک عوامل متعددی باعث حرکت ماسه های روان در منطقه سیستان شده که با خشک شدن تالاب هامون به همراه باد ۱۲۰ روزه در فصول خشک که سرعت آن را بین ۱۱۰ تا ۱۷۰ کیلومتر در ساعت می باشد می توان آن ها را جز عوامل گسترش تپه های ماسه ای دانست. در این تصاویر گسترش تپه های ماسه ای با از بین رفتن تالاب هامون به خوبی قابل مشاهده می باشد. میزان گسترش تپه های ماسه ای از ۸ درصد در سال ۱۹۹۵ به ۱۲/۳ درصد در سال ۲۰۲۰ رسیده است.



شکل ۷- تصاویر تهیه شده گسترش شن از تصاویر لندست سمت راست (۲۰۲۰) و سمت چپ (۱۹۹۵)

بدون شک گسترش تپه های ماسه ای و خشک شدن تالاب هامون باعث تخریب شدن و مدفون ساختن روستاها و آبادی ها در زیر ماسه و خاک، از بین بردن زمین ها و مزارع کشاورزی، مسدود شدن قنات ها و کانال های آبیاری، گسترش بیابان ها و نواحی خشک، ایجاد مشکلاتی در رفت و آمد و بیکاری مردم منطقه، مهاجرت و شده است، غیره که برخی از مشکلات در تصاویر تهیه شده از منطقه قابل مشاهده می باشد (شکل ۸).

دشت سیستان بادهای ۱۲۰ روزه می باشند که با وزش خود از اواخر اردیبهشت ماه تا اوایل مهر ماه نقش مهمی در حرکت سوبات به درون مخازن آبی چاه نیمه دارند.

- بررسی های میدانی نشان داد که در خشکسالی چند ساله اخیر حرکت تپه های ماسه ای به اندازه ای زیاد بوده که باعث مدفون شدن تعداد زیادی از خانه های مسکونی شده و اراضی کشاورزی مورد هجوم قرار گرفته است. خسارات وارده به تاسیسات و کانالهای آبرسانی کمتر از مراکز دیگر نبوده به طوری که جبران این همه خسارت هزینه و زمان زیادی را بر جامعه تحمیل خواهد نمود.

- با توجه به مطالعات میدانی، ۳ سه نوع رسوب در منطقه گسترده شده است. رسوبات دانه درشت در (جنوب شرق سیستان) رسوبات متوسط (بین رسوبات رودخانه و دریاچه) و رسوبات دانه ریزتر دریاچه ای، که هرچه از دریاچه دورتر می شویم رسوبات ریزتر می شوند. رسوبات ماسه بادی به دلیل قلت نزولات جوی، خشکی هوا، فقر پوشش گیاهی، ریزدانه بودن خاک و فعالیت باد شدید به سرعت جایجا می گردند.

- گرچه در سال های اخیر بعثت خشکسالی، باد اثرات منفی زیادی به منطقه وارد نموده، ولی بالقوه می تواند به عنوان منبع عظیم استحصال انرژی محسوب گردد.

- همچنین عملیات میدانی و همچنین مطالعات رسوب شناسی رسوبات مخازن چاه نیمه مشخص نمود، رسوبات بستر دریاچه های سه گانه هامون طی دوره خشکسالی به عنوان مهمترین کانونهای تغذیه طوفانهای گرد و غباری بوده که از این میان بستر خشکیده هامون پوزک نقش مهمتری در انتقال بیشتر رسوبات به درون مخازن چاه نیمه داشته است. با توجه به بادهای ۱۲۰ روزه سیستان و شدت آن و خشک بودن سطح دریاچه در فصل تابستان، فرسایش بادی در شمال چاه نیمه چهارم از شدت زیادی برخوردار است و باعث پراکندگی رسوبات و افزایش گرد و غبار در سطح منطقه می شود. منشاء رسوبات موجود در مخازن چاه نیمه بر اساس نتایج تحقق بادهای فرساینده منطقه بوده که جهت شمال تا شمال غربی با زاویه ۳۳۰ تا ۳۶۰ درجه (باد ۱۲۰ روزه سیستان) دارند و مهمترین رخساره های برداشت، اراضی رها شده، اراضی ماسه زار و عرصه های شور و پف کرده بستر دریاچه هامون و دشتهای شمالی (کشور افغانستان) می باشند. تفسیر نقشه های توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای در سال های مختلف نشان می دهد که سرعت و جهت حرکت تپه های ماسه ای منطقه متناسب با باد غالب ۱۲۰ روزه و در جهت شمال غربی - جنوب شرقی است و علاوه بر آن، ارتفاع تپه های ماسه ای و حجم ماسه ها نیز به عنوان یک فاکتور مهم در سرعت حرکت و میزان پیشروی تپه های ماسه ای نقش دارد.

باشد: رس(از ۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۲)، سیلت(از ۰,۰۰۲ تا ۰,۰۰۶) و ماسه (۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۲ میلی متر).

### نمونه شماره ۳

این نمونه که از مخزن شماره ۳ برداشت شده است دارای وزن مخصوص ۲/۶۷ گرم بر سانتی متر مکعب ( $gr/cm^3$ ) بوده و پس از آنالیز صورت گرفته بر روی این نمونه، مشخص شد که میانگین مقادیر رس، سیلت و ماسه این نمونه در مخزن شماره ۳ به ترتیب ۴۴ و ۵۶ و ۰ درصد می باشد. این نمونه دارای مقداری مواد آهکی  $Caco_3$  (۱۷) و نیز مواد آلی  $om$  (۲,۵۳) می باشد و متوسط قطر دانه ها (MD)  $0.025$  میلی متر می باشد. قطر ذرات به میلی متر به این شرح می باشد: رس(از ۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۲)، سیلت(از ۰,۰۰۲ تا ۰,۰۰۶) و ماسه (۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۲ میلی متر).

### نمونه شماره ۴

این نمونه که از مخزن شماره ۴ برداشت شده است دارای وزن مخصوص ۲/۶۸ گرم بر سانتی متر مکعب ( $gr/cm^3$ ) بوده و پس از آنالیز صورت گرفته بر روی این نمونه، مشخص شد که میانگین مقادیر رس، سیلت و ماسه این نمونه در مخزن شماره ۳ به ترتیب ۱۸ و ۳۲ و ۵۰ درصد می باشد. این نمونه دارای مقداری مواد آهکی  $Caco_3$  (۱۶,۵) و نیز مواد آلی  $om$  (۱,۳۸) می باشد و متوسط قطر دانه ها (MD)  $0.06$  میلی متر می باشد. قطر ذرات به میلی متر به این شرح می باشد: رس(از ۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۱)، سیلت(از ۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۱) و ماسه (۰,۰۰۱ تا ۱ میلی متر). با مقایسه ای ساده نتیجه می گیریم که ذرات رسوبی ته نشین شده در مخزن شماره ۱ به مراتب از رسوبات ته نشین شده در مخزن شماره ۲، ۳ و ۴ دانه درشت تر است. مسئله مهمی که در اینجا می بایستی توضیح داده شود این است که رسوبات دانه درشت رودخانه ای که از طریق رودخانه هیرمند و یا شاخه های منشعب از آن حمل می شوند قبل از ورود به کانال آبیگر مخزن شماره یک چاه نیمه (درمدخل ورودی) ترسیب می گردند. این مسئله موجب ته نشینی مقادیر زیادی از رسوبات دانه درشت در مدخل ورودی گردیده و پهنه رسوبی را در دهانه آبیگر به وجود می آورد.

### ۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

خشکسالی از حوادث استثنائی و تاسف باری است که همواره جوامع انسانی، گیاهی و به طور کلی اکولوژی محیط را دستخوش تغییرات شگرف قرار می دهد نتایجی که از تحقیق حاضر به دست آمده عبارتند از:

- تجزیه و تحلیل مشاهدات باد در ایستگاههای سینوپتیک مورد بررسی زابل، زهک، هامون، هیرمند در دوره اقلیمی مورد نظر نشان داد که مهمترین بادهای غالب و تعیین کننده حرکت تپه های ماسه ای در

### منابع

- اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، طرح اجرایی تثبیت شن و بیابان زدایی زابل در سال های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳.
- اختصاصی، م، ۱۳۷۵. منشا یابی تپه های ماسه ای در حوزه دشت یزد اردکان، چاپ اول، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- احمدی، ح، ۱۳۷۰. ژئومورفولوژی کاربردی. جلد دوم، بیابان - فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۳۹۶ صفحه ۵۷۰.
- بهزاد، ع، ۱۳۶۳. رسوب شناسی، انتشارات دانشگاه تربیت معلم تهران، شماره ۸۳ صفحه ۱۹۴.
- جدیدالاسلامی، م، ۱۳۸۹. بررسی ارتباط ژنتیکی و کانی شناسی عناصر تشکیل دهنده تپه های ماسه ای (شرق دشت سیستان)، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیادانان جهان اسلام، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

- حیدری نسب، م.، ۱۳۸۶. نقش باد در ایجاد لندفرم‌های بادی در منطقه نیاتک سیستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- خسروی، م.، ۱۳۸۴. طرح پژوهشی اثرات اکولوژیکی و زیست محیطی بادهای ۱۲۰ روزه در سیستان، سازمان حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان، مشاور طرح پژوهشکده علوم زمین و جغرافیای دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- سلیقه، م.، ۱۳۸۲. توجه به باد در ساخت کالبد فیزیکی شهر زابل، مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۲.
- موسوی حرمی، ر.، ۱۳۷۷. رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ پنجم، مشهد.
- مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۳. اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان.
- نورزهی، ف.، ۱۳۸۲. بررسی اثرات تخریبی سیلاب‌های رودخانه هیرمند، پایان نامه کارشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه های توپوگرافی منطقه با مقیاس های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰
- هدایتی دزفولی، ا.، صداقت کردار، ع.، ۱۳۸۶. مقایسه تطبیقی سه شاخص خشک‌سالی در اقلیمهای مختلف ایران، مجله علمی و فنی نیوار، شماره های ۶۶ و ۶۷، تهران.
- معتمد، احمد (۱۳۷۹). ژئومورفولوژی، انتشارات سازمان سمت. جلد سوم. تهران.
- Downing, T. E., and Bakker, K., 2019. Drought Discourse And Vulnerability, Environmental change unit, University of Oxford, Oxford OX 13 TB, UK.
- Fontaine, M., and Steinemann, A. C., 2009. Assessing Vulnerability to Natural Hazard: Impact-based Method and Application to Drought in Washington State, Natural Hazard Review, 10:PP. 11-18.
- Freire-Gonzalez, J., Decker, C., Hall, J.W., 2017. The Economic Impacts of Droughts: A Framework for Analysis. Ecological Economics, 132: 196-204.
- Kim, H., et al., 2015. Assessment of drought hazard, vulnerability, and risk: a case study for administrative districts in South Korea. Journal of Hydro-environment Research, Vol. 9, No. 1, PP. 28-35.
- He, B., et al., 2013. Quantitative assessment and spatial characteristic analysis of agricultural drought risk in China. Natural hazards, Vol. 66, No. 2.
- Lin, G. 2002. Dust bowl in the 1930, sand storms in the USA, Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands, United Nations.
- Nicholas P, Webb HA and McGowan, SR. 2006. AUSLEM (Australian Land Erodibility Model): A tool for identifying wind erosion hazard in Australia, Geomorphology, 78: 23-37.
- Pease, P. P., Bierly, G. D., Tchakerian, V. P., and Tindale, N. W., 1999. Mineralogical characterization and transport pathways of dune sand using Landsat TM data, Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman, Geomorphology.
- Sönmez, F. K. KÖMÜSCÜ, A. Ü. Erkan, A. and Turgu, E., 2012. an analysis of spatial and temporal dimension of drought vulnerability in Turkey using the standardized precipitation index. Natural Hazards, Vol. 35, No. 2, PP. 243-264.
- Squires, V, R., 2002. Dust and sand storms: An early warning of impending disaster, Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands, United Nations.
- Vekerdy, Z., and Dost, R., 2006. History of Environmental Change in the Sistan Basin Based on Satellite Image Analysis: 1976 – 2005, United Nation Environment Programme, UNEP, And Post-Conflict Branch Geneva.
- Youlin, Y., 2002. Black windstorm in northwest China: A case study of the stormy sand-dust storms on May 5th 1993, Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands, United Nations.
- Mishra, AK., and Singh, VP. 2017. A review of drought concepts. Journal of Hydrology 391(1) 202.
- UNEP, 2006. History of environmental change in the Sistan Basin, based on satellite image analysis, p 1976-2005.
- Washington, R. M. Tood, N. J Middleton and A. S. Goudie. 2000. Global dust storm source areas determined by total ozone monitoring spectrometer and ground observations. School of Geography and the Environment University of Oxford.
- Wilhite, D. A., Svoboda, M. D. & Hayes, M. J., 2007. Understanding the Complex Impact of Drought: A Key to Enhancing Drought Mitigation and Preparedness, Water Resource Manage, 21: PP. 763-774.



## **Investigation intensified droughts roles in moving sediment into the water reservoir Chahnimeh (Zabol) and determine the origin of sediments**

**Dr. Mousa Abedini<sup>1</sup>, Mahdi Jadidoleslami ghaehno<sup>2\*</sup>**

1- Professor of Geomorphology, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

2- PhD student in Professor of Geomorphology, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

\*Email Address: Eslami2631@gmail.com

### **Abstract**

The occurrence of drought in Sistan region and consequently the entry of sediments into the water reservoirs of semi-wells has provided favorable conditions for the formation of dust storms and has caused great damage to the natural and human life of the region. One of the important objectives of this study is to investigate the destructive effects of droughts on the region, especially on Chahnimeh. The studies performed in this study include the use of physical and chemical analysis methods of samples to determine statistical parameters and use its results in interpreting the transport and sedimentation conditions of particles, determining critical foci of wind erosion, drawing curves Granulation and interpretation of multiple phases of the samples, which together with the results of the study of sediments in the desired location, leads to determining the type of sedimentation environment and determining the origin. Drought analysis using five indices of normal percentage of precipitation (PNPI), standardized Z criterion (ZI), precipitation amplification classification (PC), mean deviation (SDI) and precipitation anomaly (RAI), on seasonal precipitation information and statistics And four synoptic stations were performed annually in Zabol, Zahak, Hirmand, Hamoon. The results showed that the index (SDI) compared to PNPI, ZI, Sd and RAI methods on a seasonal and annual scale provided more acceptable estimates. Zabol has experienced droughts on a seasonal and annual basis based on the SDI. The highest frequency of drought in spring is from the index (PC) and in summer is related to PNPI, ZI, Sd and RAI indices. On an annual scale, the highest and lowest frequency estimates were observed with 64% and 41%, respectively, in the PC and PNPI method indices. The origin of sediments in the wells is based on the results of the erosive winds in the region, which are north to northwest with an angle of 330 to 360 degrees (120-day wind in Sistan) and the most important harvest facies, abandoned lands, sandy lands and areas they are the bedrock of Hamoon Lake and the northern plains.

### **Introduction**

Drought is a natural phenomenon of ecosystems that can occur in any region and have major impacts on that region (Freire et al, 2019). Drought is one of the most important natural disasters that causes a lot of damage to agriculture and water resources (Pirmoradian et al. 2008). In addition, this phenomenon is called calm and creeping phenomenon. For this reason, drought is said to be more complex than other natural disasters in that it covers a wider area. In other words, it is the most costly (Fontaine et al, 2009 is a natural disaster in terms of reduced agricultural production and the suffering of farmers. (Downing and Bakker, 2019). Occurrence of drought in Sistan region and consequently decrease of vegetation and drying of Hamoon Lake as well as 120-day winds, have provided suitable conditions for wind erosion and occurrence of dust storms. The chahnimeh are large natural pits at a distance of 50 km from the city of Zabol, to which the excess water of the Helmand River is directed through a canal. These pits are organized to store water and are drained from two Helmand branches with an area of one canal. Chahnimeh water reservoirs, which are the only source of drinking water for the people of Sistan, will be seriously threatened by quicksand in the next few years, and if the influx of sand into these reservoirs is not prevented, the life of this important and very sensitive water source in the region will be endangered. In Sistan region, in a period of almost 30 years, in 1318, 1328, 1337 and 1349, ie almost every 10 years, a drought has been fatally repeated and since 1997, this region has experienced the effects of the recent drought. Bears. Studies show that 14 provinces of the country are affected by wind erosion, of which Sistan and Baluchestan province with 229174 hectares has the highest rank (Iranmanesh et al., 2005). Undoubtedly, the main cause of wind erosion in the study area is the occurrence of sandstorms due to 120-day winds in Sistan. During the last two

centuries and especially in the last few decades, destructive and harmful effects have entered the human environment and due to the misuse of natural resources, deserts have expanded rapidly (Ahmadian, 1999). According to the estimation of the wind potential intensity in 60 meteorological stations of the country, Zabol station has the highest frequency and speed. This region is also the second largest occurrence of sandstorms in Asia with an average of 80.7 days per year over a five-year period (1990-1995) (General Department of Natural Resources of Sistan and Baluchestan Province, 2004).

### **Methodology**

In order to conduct this research, first, with direct field observations and field operations, to determine the harvest areas, the sediments in the chahnimeh, transport areas and possible harvest areas were sampled and based on mineralogical characteristics and study. The genetic relationship of the samples to the primary origin of the sediments was investigated. In order to identify the harvest areas, sampling was done from the sand accumulation site, from different points around the reservoirs and from possible harvest areas, and the genetic relationship (similar properties) of the three areas (harvest, transport and sedimentation) was analyzed. Physical and chemical sediments were studied. Also, four synoptic stations (Zabol-Zahak-Helmand-Hamoon) were studied for this research. In order to analyze the seasonal and annual drought, five indices of normal percentage of rainfall (PNPI), standardized Z criterion (ZI), precipitation amplification classification (PC), mean deviation (SDI) and precipitation anomaly (RAI) are used.

### **Conclusion**

Drought is an exceptional and unfortunate event that always changes human, plant and environmental ecology in general. Field studies have shown that in the last few years drought, the movement of sand dunes has been so great that it has caused the burial of a large number of residential houses and the invasion of agricultural lands. The damage to water supply facilities and canals is not less than other centers, so that compensating for all this damage will impose a lot of cost and time on society.

### **Keywords**

Drought; Chahnimeh; Sediment transfer; Sistan plain; 120-day winds