



## احداث تصفیه خانه‌های بیولوژیک (کاشت نیزار)

### در روستاهای منطقه سیستان راهکاری بنیادین برای مقابله با خشکسالی

- سید محمد کالوندی، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه فردوسی مشهد،  
kalon\_632003@yahoo.com
- رمضان طهماسبی، عضو هیئت علمی دانشگاه جامع تهران،  
موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی
- سعید رضا خداشناس، عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد

#### خلاصه

سیستان ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی ویژه‌ای که دارد در طول تاریخ همواره مواجه با پدیده‌ی خشکسالی بوده است؛ اما خشکسالی‌های سال‌های ۱۳۷۷ به بعد ابعاد گسترده‌تر و مخرب‌تری داشته است به طوری که باید گفت ارکان اقتصاد روستاهای سیستان را کاملاً متزلزل کرده است. از آنجا که حیات اقتصادی و اجتماعی سیستان بستگی تام به حیات هیرمند و هامون‌ها دارد، کاهش و نهایتاً قطع آورد سالانه هیرمند و نیز کاهش سطح هامون‌ها و تبدیل آن به کفه خشک موجب ظهور خشکسالی هیدرولوژیکی در طی سنوات اخیر شده است که این خود سرمنشأ بروز انواع خسارات و آسیب‌های اقتصادی در سطح ناحیه و نیز مناطق روستایی گردیده است. در این میان فقدان واکنش واقع بینانه و علمی در برابر این پدیده مزید بر علت شده و دامنه آسیب‌ها و خسارات را گسترده‌تر نموده است. در این مقاله، ضمن تحلیل اثرات خشکسالی بر نیزارهای دریاچه هامون با پیشنهاد طرح شبکه جمع‌آوری، انتقال و تصفیه‌خانه فاضلاب به روش بیولوژیک (کاشت نیزار) برای ۱۱ روستای بالای ۱۰۰۰ نفر جمعیت در روستاهای بخش شیب‌آب سیستان، به علت وسعت منطقه و کاهش هزینه‌های اجرایی، جهت احیای قسمتی از نیزارها برای علوفه مورد نیاز دام‌ها و صنعت صنایع دستی در حال نابودی سیستان و بالا بردن سطح زندگی و بهداشت جامعه روستایی منطقه، راهکارهای مقابله با خشکسالی ارائه شد.

**واژه‌های کلیدی:** تصفیه‌خانه بیولوژیک، خشکسالی هیدرولوژیکی، سیستان، هامون، اقتصاد

روستایی



سیستان به دلیل انزوای جغرافیایی ناشی از موقعیت نسبی و واقع بودن در محیط آندورثیک (بریمانی، ۱۳۸۳، ۱۸۶) نه تنها همواره جزء مناطق کم توسعه یافته و محروم کشور بوده است و ساکنین آن اعم از شهری و روستایی پیوسته با مشکلات اقتصادی اجتماعی زیادی روبه‌رو بوده‌اند، بلکه در ابعاد محیطی نیز با پدیده‌هایی نظیر خشکی هوا، خشکسالی‌های دوره‌ای، کم آبی و بعضاً سیلاب‌های کلان (بدر افشان جواد، ۱۳۸۳، ۱) مواجه بوده است. لذا در شرایط خشکسالی که عمدتاً با کاهش آب رودخانه‌ی هیرمند که حیات و ممت سیستان بدان وابسته است، این مشکلات شدت می‌یابد. طوری که خشکسالی‌های اخیر (۸۸-۱۳۷۷) که با قطع کامل جریان آب رودخانه‌ی هیرمند همراه بوده و به تبع آن هامون‌ها نیز به کفه خشک تبدیل شده‌اند، اثرات این پدیده بر معیشت و اقتصاد مردم منطقه تا حد بحران و فاجعه‌ی اکولوژیکی پیش رفته است (بریمانی، ۱۳۷۹، ۱۶۷). با عنایت به اینکه برای رفع هر معضل و مشکلی بایستی از روش علمی و نظام‌مند بهره جست، مقابله علمی با خشکسالی نیز دارای فرآیندی ده مرحله‌ای به شرح زیر است: ۱. تعیین یک گروه کاری، ۲. تشریح و تبیین اهداف و موضوعات خشکسالی، ۳. پیدا کردن روش‌های مشارکت پایدار، ۴. فهرست برداری منابع و تعیین گروه‌های بحران زده، ۵. توسعه ساختار سازمانی و طرح آمادگی که دارای سه رکن است: الف. هشدار و اخطار ب. ارزیابی خطر ج. تسکین و واکنش، ۶. برقراری ارتباط بین علوم و سیاست‌گذاری‌های برنامه ریزان، ۷. انتشار طرح پیشنهادی، ۸. تحریک و تشویق عمومی به واکنش در مقابل خشکسالی، ۹. اجرای طرح، ۱۰. توسعه و گسترش برنامه‌های آموزشی، ارزیابی‌های بعد از اجرای طرح (Wilhite and others, ۲۰۰۴، ۱-۲۵). بر این اساس روش تحقیق به کار رفته در تهیه و تدوین این مقاله از نوع توصیفی - تحلیلی بوده و در راستای فراهم نمودن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از دو روش کتابخانه‌ای - اسنادی و روش مطالعه‌ی میدانی استفاده شده است با توجه به گستردگی تعداد سکونتگاه‌های روستایی، تعداد ۱۱ روستای بالای ۱۰۰۰ نفر جمعیت به روش نمونه‌گیری در بخش شیب‌آب سیستان انتخاب و از طریق پرسشنامه، داده‌های مورد نیاز گردآوری شده است. علاوه بر آن از مصاحبه با مسئولین و کارشناسان سازمان‌های مرتبط و شوراهای اسلامی روستاها غافل نبوده‌ایم.

## احداث تصفیه خانه های بیولوژیک (کاشت نيزار) در روستاهای منطقه سيستان راهکاری

### بنیادین برای مقابله با خشکسالی

سید محمد کالوندی<sup>۱</sup>، رمضان طهماسبی<sup>۲</sup>، سعید رضا خداشناس<sup>۳</sup>

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه فردوسی مشهد
  - 2- عضو هیئت علمی دانشگاه جامع تهران، موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی
  - 3- عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد
- پست الکترونیک: kalon\_632003@yahoo.com

### خلاصه

سیستان ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی ویژه‌ای که دارد در طول تاریخ همواره با پدیده‌ی خشکسالی بوده است؛ اما خشکسالی‌های سال‌های 1377 به بعد ابعاد گسترده‌تر و مخرب‌تری داشته است به طوری که باید گفت ارکان اقتصاد روستاهای سیستان را کاملاً متزلزل کرده است. از آنجا که حیات اقتصادی و اجتماعی سیستان بستگی تام به حیات هیرمند و هامون‌ها دارد، کاهش و نهایتاً قطع آورد سالانه هیرمند و نیز کاهش سطح هامون‌ها و تبدیل آن به کفه خشک موجب ظهور خشکسالی هیدرولوژیکی در طی سنوات اخیر شده است که این خود سرمنشأ بروز انواع خسارات و آسیب‌های اقتصادی در سطح ناحیه و نیز مناطق روستایی گردیده است. در این میان فقدان واکنش واقع بینانه و علمی در برابر این پدیده مزید بر علت شده و دامنه آسیب‌ها و خسارات را گسترده‌تر نموده است. در این مقاله، ضمن تحلیل اثرات خشکسالی بر نزارهای دریاچه هامون با پیشنهاد طرح شبکه جمع‌آوری، انتقال و تصفیه‌خانه فاضلاب به روش بیولوژیک (کاشت نيزار) برای 11 روستای بالای 1000 نفر جمعیت در روستاهای بخش شیب‌آب سیستان، به علت وسعت منطقه و کاهش هزینه‌های اجرایی، جهت احیای قسمتی از نزارها برای عطف مورد نیاز دام‌ها و صنعت صنایع دستی در حال نابودی سیستان و بالا بردن سطح زندگی و بهداشت جامعه روستایی منطقه، راهکارهای مقابله با خشکسالی ارائه شد.

کلمات کلیدی: تصفیه‌خانه بیولوژیک، خشکسالی هیدرولوژیکی، سیستان، هامون، اقتصاد روستایی

سیستان به دلیل انزوای جغرافیایی ناشی از موقعیت نسبی و واقع بودن در محیط آندورنیک (بریمانی، 1383، 186) نه تنها همواره جزء مناطق کم توسعه یافته و محروم کشور بوده است و ساکنین آن اعم از شهری و روستایی پیوسته با مشکلات اقتصادی اجتماعی زیادی روبه‌رو بوده‌اند، بلکه در ابعاد محیطی نیز با پدیده‌هایی نظیر خشکی هوا، خشکسالی‌های دوره‌ای، کم‌آبی و بعضاً سیلاب‌های کلان (بذر افشان جواد، 1383، 1) مواجه بوده است. لذا در شرایط خشکسالی که عمدتاً با کاهش آب رودخانه‌ی هیرمند که حیات و مامت سیستان بدان وابسته است، این مشکلات شدت می‌یابد. طوری که خشکسالی‌های اخیر (88-1377) که با قطع کامل جریان آب رودخانه‌ی هیرمند همراه بوده و به تبع آن هامون‌ها نیز به کفه خشک تبدیل شده‌اند، اثرات این پدیده بر معیشت و اقتصاد مردم منطقه تا حد بحران و فاجعه‌ی اکولوژیکی پیش رفته است (بریمانی، 1379، 167). با عنایت به اینکه برای رفع هر معضل و مشکلی بایستی از روش علمی و نظام‌مند بهره جست، مقابله علمی با خشکسالی نیز دارای فرآیندی ده مرحله‌ای به شرح زیر است:

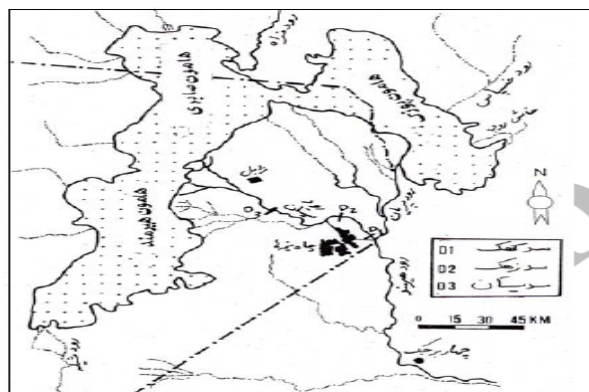
1. تعیین یک گروه کاری،
2. تشریح و تبیین اهداف و موضوعات خشکسالی،
3. پیدا کردن روش‌های مشارکت پایدار،
4. فهرست برداری منابع و تعیین گروه‌های بحران زده،
5. توسعه ساختار سازمانی و طرح آمادگی که دارای سه رکن است: الف. هشدار و اخطار ب. ارزیابی خطر ج. تسکین و واکنش،
6. برقراری ارتباط بین علوم و سیاست‌گذاری‌های برنامه ریزان،
7. انتشار طرح پیشنهادی،
8. تحریک و تشویق عمومی به واکنش در مقابل خشکسالی،
9. اجرای طرح،
10. توسعه و گسترش برنامه‌های آموزشی، ارزیابی‌های بعد از اجرای طرح (Wilhite and others, 25-1, 2004).

این اساس روش تحقیق به کار رفته در تهیه و تدوین این مقاله از نوع توصیفی - تحلیلی بوده و در راستای فراهم نمودن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از دو روش کتابخانه‌ای - اسنادی و روش مطالعه‌ی میدانی استفاده شده است با توجه به گستردگی تعداد سکونتگاه‌های روستایی، تعداد 11 روستای بالای 1000 نفر جمعیت به روش نمونه‌گیری در بخش شیب‌آب سیستان انتخاب و از طریق پرسشنامه، داده‌های مورد نیاز گردآوری شده است. علاوه بر آن از مصاحبه با مسئولین و کارشناسان سازمان‌های مرتبط و شوراهای اسلامی روستاها غافل نبوده‌ایم.

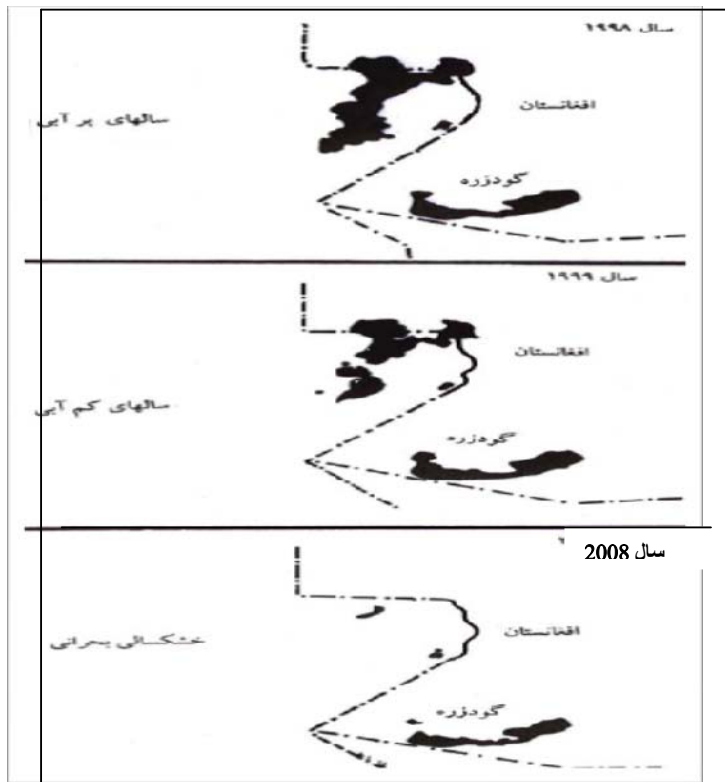
## 2. مواد و روش‌ها:

2-1. ویژگی‌های محیطی ناحیه‌ی سیستان ایران: سیستان ناحیه‌ی بزرگی است که امروزه بخش‌های وسیعی از آن در کشور ایران و افغانستان و قسمت ناچیزی از آن در پاکستان واقع است. این واحد بزرگ از شمال و شرق به کوه‌های هندوکش و در جنوب غرب و غرب به جلگه‌ی پست (با ارتفاع کمتر از 500 متر) محدود می‌گردد (بذر افشان جواد، 1383، 2). سیستان ایران با وسعت تقریبی 15197 کیلومتر مربع در شمال شرق استان سیستان و بلوچستان واقع است. این دشت علی‌رغم یکنواختی نسبی آن از نظر ژئومورفولوژیکی دارای اشکال ناهموار ویژه‌ای است که از آن جمله می‌توان به فرورفتگی‌ها و چاله‌های آبگیر تحت عنوان هامون‌ها، کوه خواجه، چاه نیمه‌ها، تپه‌های ماسه‌ای، پشته‌های شنی، تراس‌های دریاچه‌ای و یک گسل اشاره کرد (بذر افشان جواد، 1383، 2). اقلیم حاکم بر سیستان در تمام طبقه‌بندی‌های اقلیمی از نوع گرم و خشک می‌باشد. میانگین دمای سالانه 21 درجه‌ی سانتی‌گراد، میانگین بارش سالانه 61.4 میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی هوا 38 درصد، تبخیر و تعرق بالقوه براساس روش‌های مختلف محاسبه حدود 4196 میلی‌متر (بذر افشان جواد، 1383، 2) تا 5700 میلی‌متر محاسبه

شده است. بادهای 120 روزه که از آن به عنوان شاخص‌ترین پدیده‌ی جوی منطقه با جهت شمال غرب-جنوب شرق یاد می‌شود، از 20 اردیبهشت تا 20 شهریور به مدت تقریبی 131 روز تسلط کامل داشته و زندگی ساکنین آن را سخت و طاقت فرسا می‌نماید (بدر افشان جواد، 1383، 3). با وجود تنگناهای فوق شهرت سیستان به داشتن تمدن‌های درخشان در جنوب شرقی فلات ایران (بدر افشان جواد، 5، 1383) عمدتاً ناشی از بهره‌مندی آن از میزان آورد سالیانه‌ی رودخانه‌ی هیرمند می‌باشد. متأسفانه با وقوع خشکسالی از اواخر سال 1377 تا 1386، متوسط آبدهی آن به حدود 4.4 مترمکعب در ثانیه کاهش یافت (شرکت سهامی آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، 5، 1383) و تا سال‌های اخیر نیز این میزان به شدت کاهش یافته است. درحالی که در سال‌های پرآبی آورد آن حتی به 28151 میلیون مترمکعب نیز رسیده است (مهندسین مشاور تهران سحاب، 1371، 284). لازم است که توضیح داده شود که ترکیبی از عوامل مختلف نظیر حاکمیت پرفشار جنب حاره، شدت بری بودن و جابجایی مسیر سیستم‌های باران‌زای عرض‌های میانه باعث می‌گردد که از یک سو خود محدوده‌ی مورد نظر، از بارندگی کمی برخوردار باشد (شکل 1) و از سوی دیگر هر از چندگاهی در نواحی شمال شرق افغانستان (ارتفاعات هندوکش)، حجم نزولات جوی بشدت کاهش یافته، متعاقب آن میزان آورد هیرمند کاهش پیدا کند و در نتیجه سرزمین سیستان دچار کم‌آبی و یا حتی بی‌آبی گردد. مضاف بر آن احداث سدها و بندهای مختلف بر روی هیرمند و سرشاخه‌های آن از سوی افغان‌ها بویژه سد کجکی بر شدت وخامت اوضاع در سال‌های خشک می‌افزاید. سد مذکور که در سال 1953 با حجم مخزن 1.8 میلیارد مترمکعب احداث شده است، نقش مهمی در کاهش سهم سیستان ایران از رودخانه‌ی هیرمند داشته است (مهندسین مشاور تهران سحاب، 1371، 74). به هر حال نتایج حاصل از خشکسالی طولانی مدت (10 سال) و کاهش دبی هیرمند که با خشک شدن هامون‌ها همراه بوده است آثار شکننده‌ای در منطقه‌ی مورد مطالعه به دنبال داشت.



شکل 1: نقشه هیدرولیکی دشت سیستان



شکل 2: تغییرات سطح هامونها بر اساس تصاویر ماهواره‌ای

2-2. **خسارات وارده به نزارهای هامون و مراتع دشت سیستان:** با عنایت به این که ناحیه سیستان با داشتن حدود 837 آبادی مسکون به عنوان یک ناحیه روستایی شناخته می‌شود و از سوی دیگر تمام فعالیت‌های زراعی و باغداری در قلمرو روستاهای این ناحیه شکل گرفته است، اثرات منفی کاهش سطح زیر کشت و کاهش تولیدات زراعی و باغی در درآمد روستاییان و اقتصاد روستاها کاملاً مشخص است. به استناد گزارشات اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان وسعت مراتع دشت سیستان در شرایط عادی حدود 474595 هکتار با تولید تقریبی 31733 تن علوفه در سال می‌باشد. علاوه بر آن وسعت تقریبی نزارهای موجود در بخش ایرانی تالاب هامون به طور متوسط در سال‌های عادی 20000 هکتار با تولیدی معادل 12000 تن در سال بوده است. بدین ترتیب میزان تولید علوفه مراتع و نزارهای ناحیه سیستان در شرایط غیر خشکسالی تقریباً 151733 تن می‌باشد (اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، 1383، 9) کل میزان خسارات وارده به این بخش بر اساس مندرجات جدول شماره 1 در طی دوره‌ی خشکسالی حدود 919957.179 میلیون ریال برآورد شده است. از آنجا که تقریباً تنها بهره‌برداران از منابع مذکور جامعه روستایی و عشایری سیستان می‌باشند، به خوبی اثرات منفی این مسأله بر اقتصاد روستایی و عشایری ناحیه سیستان مشخص می‌گردد. تعداد خانوارهای بهره‌بردار روستایی و عشایری در این بخش حدود 22984 خانوار گزارش شده و از این رو خسارات مورد نظر تماماً متوجه این قشر از ساکنین ناحیه سیستان بوده است (اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، 1383، 15).

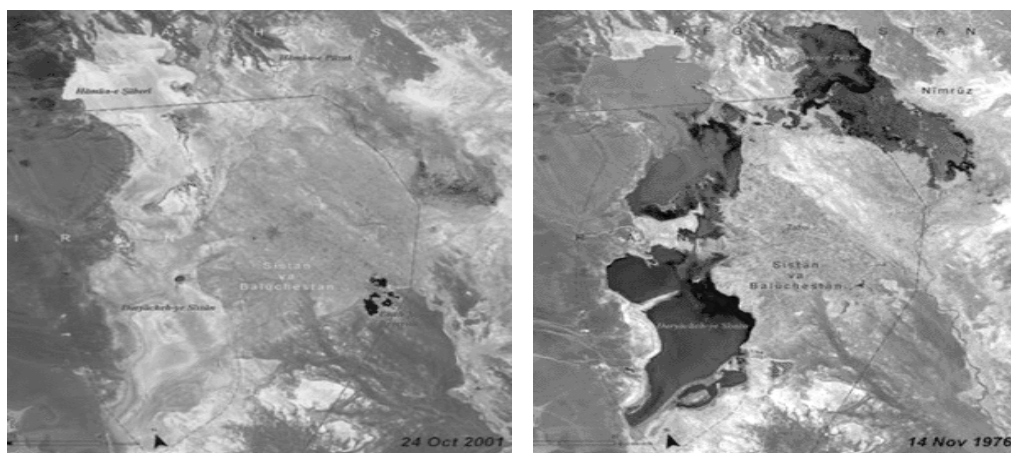
جدول 1: برآورد خسارات وارده به مراتع و نزارهای تالاب هامون



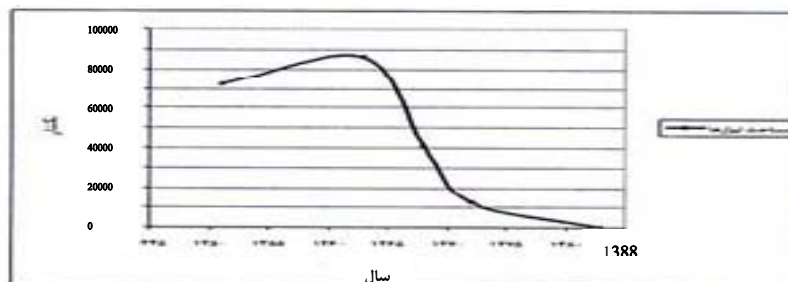
| سال  | خسارت (میلیون ریال) |
|------|---------------------|
| 1377 | 26553.275           |
| 1378 | 58872.404           |
| 1379 | 75866.5             |
| 1380 | 151733              |
| 1381 | 151733              |
| 1382 | 227599.5            |
| 1383 | 227599.5            |
| جمع  | 919957.179          |

3-2

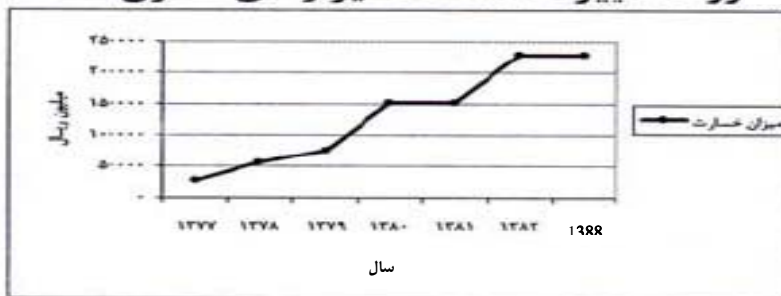
**توقف تولید حصیر:** از نزارهای هامون‌ها برای تولید حصیر نیز استفاده می‌شده است. از نیمه‌ی دوم سده‌ی اخیر پس از گسترش و بهبود شبکه‌ی حمل و نقل و افزایش تقاضا برای تولید آن نه تنها برحجم تولید افزوده شده بلکه بر پایه‌ی تقسیم کار به عنوان حرفه‌ای مستقل نیز شناخته شده بود (بریمانی، 1381، 192). میانگین سالانه‌ی تولید آن قبل از خشکسالی‌های اخیر حدود 30 میلیون مترمربع برآورد شده است (بذر افشان جواد، 1383، 9). این فعالیت به دنبال وقوع خشکسالی‌های مکرر بطور کامل از بین رفته است. با در نظر گرفتن این نکته که قیمت هر مترمربع حصیر حدود 3000 ریال است، مجموع خسارات ناشی از توقف تولید حصیر در طی 10 سال خشکسالی حدود 900000 میلیون ریال می‌باشد. که رقم قابل ملاحظه‌ای می‌باشد و به سادگی نمی‌توان از آن گذشت در حالی که می‌توان با هزینه کوتاه مدت این مبالغ برای احیای صنایع دستی همراه با ایجاد کارخانجات صنعتی در این زمینه، جامعه روستایی را از بسیاری معضلات اجتماعی و اقتصادی نجات داد.



شکل 3: کاهش سطح دریاچه و سطح نزارهای هامون



رشد تغییرات مساحت نیزارهای هامون



رشد خسارات وارده به مراتع و نیزارهای هامون

شکل 4: نمودار مقایسه خسارت‌ها و کاهش سطح زیر کشت نیزارهای هامون

### 3. نتایج و بحث:

اراضی حاشیه دریاچه هامون از آبرفت‌های رودخانه هیرمند بوجود آمده و اراضی حاصلخیزی را شامل می‌گردد که از نظر تشکیلات دانه ریز بوده و عمقی حدود 500 متر دارد. اگر چه قابلیت زراعی خاک‌های منطقه بالا می‌باشد، بدلیل ضریب نفوذپذیری کم، قادر به انتقال آب به اعماق نبوده و نیز خشکی و گرمی هوا باعث تبخیر شدید آب گشته و بر اثر بالا آمدن نمک اراضی منطقه هر سال شورتر از سال قبل می‌گردد همچنین سطح ایستابی پساب‌ها در سطح بالایی قرار داشته و مشکلات دفع فاضلاب منطقه وجود دارد. ایجاد شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف، از قبیل سپتیک-تانک (SEPTIC TANKS)، شبکه جمع‌آوری فاضلاب و در انتهای شبکه تصفیه‌خانه، سبب بهبود کیفیت زندگی و سلامت جسمی و روانی جامعه روستایی شده زیرا به علت نداشتن چاه‌های دفع فاضلاب اصولی، دفع فاضلاب روستاییان از معابر و کوچه‌های روستاها صورت می‌گرفته و زندگی اجتماعی این روستاها دارای مشکلات فراوان بوده است. همچنین با انجام چنین پروژه‌ای با جمع‌آوری پساب‌ها به دلیل اینکه تصفیه‌خانه مورد نظر ما از نوع بیولوژیک می‌باشد (کاشت نیزار) و هزینه بالای اجرایی و نگهداری ندارد پس از تصفیه وارد دشت شده و سبب تغذیه سفره آب زیرزمینی و همچنین کاشت نیزار که از این بابت برای صنعت صنایع دستی از بین رفته و دامداری روستاییان شغل و کسب درآمد ثابتی را ایجاد می‌کند. سپتیک-تانک (SEPTIC TANKS) ساده‌ترین نوع تصفیه‌خانه تک واحدی است که تصفیه مکانیکی (ته نشینی) و تصفیه زیستی با کمک باکتریهای بی-هوازی همزمان در آن انجام می‌گیرد. سپتیک‌تانک تشکیل شده از استوانه سر پوشیده شده‌ای که معمولاً با بتن آرمه و در ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. فاضلاب پس از ورود به انباره به دلیل کاهش سرعت جریان آن قسمتی از مواد معلق خود را به صورت ته نشینی از دست می‌دهد و از سوی دیگر انباره بیرون می‌رود و مواد ته نشین شده به صورت لجن در کف انبار جمع می‌شوند. این لجن حاوی ارگانسیم‌های زنده مفیدی می‌باشند. این ارگانسیم‌ها از فاضلاب ورودی به عنوان غذا فاضلاب را تصفیه می‌کند و به این دلیل حجم لجن در این سیستم تقریباً ثابت بوده و تا چند سالی نیاز به تصفیه لجن ندارد. محاسن سپتیک‌تانک: سرعت اجراء مناسب برای زمین‌های دژ و یا زمین‌هایی که قدرت جذب بسیار کمی دارند و یا مناطقی که سطح آب‌های



زیرزمینی در آن بالا باشد، به دلیل استقرار در زمین مکانی را اشغال نمی‌نماید، هزینه بسیار مناسب، بدلیل عدم استفاده از وسایل الکترومکانیکال نیازی به تعمیر و هزینه نگهداری و اپراتور ندارد. به منظور شبکه جمع‌آوری فاضلاب که حلقه اتصال بین سپتیک‌تانک‌ها و تصفیه‌خانه‌ها در سطح روستاها است از لوله‌های UPVC استفاده شود. برای اجرای استخرها، لاگون‌ها، کانال‌ها، حوضچه‌ها، محوطه‌سازی، حصارکشی و تهیه و نصب تجهیزات مکانیکی مربوط و... ایجاد تصفیه‌خانه‌های عملیاتی، مواردی شامل عملیات خاکبرداری، خاکریزی، شفته‌ریزی، کاشت نی، بتن چینی، سنگ چینی، لوله‌گذاری، آجر چینی و... لازم است. که جزئیات مراحل کار در احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شامل موارد زیر می‌باشد:

احداث واحدهای پیش تصفیه و فرآیندی شغل (آشغال‌گیر دستی، لاگون‌های ته نشین و بسترهای نیزار مصنوعی با جریان زیر سطحی) انجام کلیه عملیات لوله‌گذاری و احداث کلیه کانال‌های ارتباطی و انتقال جریان فاضلاب خام و تصفیه شده.

احداث حوضچه‌های بتنی تقسیم جریان بین یگان‌ها و حوضچه‌های شیر آلات میانی بسترها و حوضچه‌های شیر آلات تخلیه هر بستر نیزار. نصب کلیه تجهیزات مکانیکال الکتریکال (دریچه‌ها، سرریزها، لوله و اتصالات، شیر آلات و...)

ساخت و ایجاد فنس محوطه و ساخت مسیرهای دسترسی و ارتباطی بین کلیه واحدهای فرآیندی در تصفیه‌خانه مذکور.

**کاشت نی:** در این مرحله به منظور ایجاد شرایط مساعدتر بهره‌برداری، کنترل بو و حشرات و سایر مسائل زیست‌محیطی سطح فوقانی نیزارها به ضخامت متوسط 5 سانتی‌متر از خاک ریزدانه سیلیسی (ماسه بادی) پوشش داده می‌شود. نوع گیاه انتخابی جهت کاشت، در هر دو بستر از نوع نی شنی معمولی و باید از محل نیزارهای طبیعی واقع در نزدیک‌ترین فاصله نسبت به محل احداث تصفیه‌خانه‌ها تامین گردد. در مراحل بعدی عملیات کاشت، ابتدا نی مورد نیاز همراه با ریشه آن از داخل نیزار خارج و به محل پروژه حمل می‌گردد. به لحاظ حفظ گیاه در دوره کاشت (حدود 10 روز) ریشه آنها باید در داخل فاضلاب نگهداری شود. همزمان با اتمام مرحله اول، باید قلم ریشه‌دار با متوسط طول 20 سانتی‌متر برای کاشت در بسترها، از نی‌های موجود تهیه گردد. در مرحله کاشت ابتدا حوضچه‌های نیزار از فاضلاب ته نشین شده به حالت غیر غرقابی و پس از آن به فواصل 50 سانتی‌متر از یکدیگر توسط بیلچه‌های دستی گودال‌های کوچک جهت کاشت نی در سطح بسترها ایجاد می‌گردد. پس از کاشت بایستی بسترها کاملاً غرقاب گردد. در این حالت به خوبی امکان رشد قلمه‌های نی فراهم می‌شود. به طور متوسط 5 سانتی‌متر از قسمت ریشه‌دار قلمه‌ها باید در داخل محیط متخلخل و غرقاب بستر قرار گیرد. لازم به ذکر است به دلیل سبک بودن و احتمال جابه‌جایی آن توسط باد، بایستی این مرحله از کار را جزء مراحل پایانی ساخت و پس از کاشت نی در نظر گرفته شود.

| عمق (m) | درصد شن | درصد ماسه | درصد ریز دانه | شاخص خمیری (PI) | رده بندی | تشریح                        |
|---------|---------|-----------|---------------|-----------------|----------|------------------------------|
| 0-1/5   | 49      | 42        | 9             | 6               | GW-GC    | شن خوب دانه بندی پارس و ماسه |
| 1/5-3   | 43      | 42        | 15            | 8               | GC       | شن رسی همراه با ماسه         |
| 3-4     | 51      | 35        | 14            | 7               | GC-GM    | شن رس سلیت همراه ماسه        |

جدول 2: خلاصه متوسط داده‌های پی زمین محل تقریبی تصفیه‌خانه‌های روستاهای سیستان

#### 4. بحث و نتیجه گیری:

هدف از اجرای این پروژه انجام عملیات ساختمانی واحدهای مختلف پیش تصفیه فیزیکی و فرآیندی تصفیه‌خانه فاضلاب پیش تصفیه فاضلاب 11 روستای بالای 1000 نفر جمعیت از 161 روستای موجود در منطقه شیب‌آب سیستان به دلیل صرفه اقتصادی داشتن طرح، به روش نيزار مصنوعی با جریان زیر سطحی می‌باشد. کل جمعیت روستایی سیستان 400000 نفر جمعیت دارد که دبی آب مصرفی این روستاها 700 لیتر بر ثانیه می‌باشد در حالی که مصرف شهر زابل معادل 550 لیتر در ثانیه می‌باشد که نشان دهنده حجم مصرفی بالا در بخش روستایی است و طرح نمونه‌ای ما از بخش شیب‌آب که جمعیتی در حدود 55300 نفر دارد، یعنی معادل %75.13 از کل جمعیت روستایی با مصرف دبی 96.25 لیتر بر ثانیه و با توجه به این نکته که حدود %70 از آب مصرفی به فاضلاب تبدیل می‌شود یعنی برای کل جمعیت روستایی پس‌آب تولید شده معادل 490 لیتر بر ثانیه و برای بخش شیب‌آب 67 لیتر بر ثانیه فاضلاب تولید می‌شود. بخش شیب‌آب سیستان شامل 161 روستا از مجموع کل 837 روستای سیستان است و دلیل انتخاب این قسمت از منطقه که تقریباً شامل یک پنجم کل روستاهای سیستان می‌شود صرفه اقتصادی داشتن طرح و اجرایی بودن آن است. لازم به ذکر است یک مرحله پیش تصفیه فاضلاب خام تولیدی توسط مخازن سپتیک موجود در شبکه جمع‌آوری صورت می‌گیرد. ابعاد استاندارد تصفیه‌خانه‌های بیولوژیک برای هر 1000 نفر جمعیت روستایی به عرض 33.60 و طول 76.30 از پشت تا پشت دیواره‌های تصفیه‌خانه می‌باشد که مساحت مفید آن معادل 2530 مترمربع می‌باشد. در جدول زیر اسامی و مشخصات 11 روستا که از لحاظ جمعیت و نیاز به تصفیه‌خانه روستایی، تنها از بخش شیب‌آب سیستان آمده است.

| تعداد | بخش    | شهر      | دهستان        | آبادی | جمعیت  | واحد تصفیه خانه مورد نیاز |
|-------|--------|----------|---------------|-------|--------|---------------------------|
| 1     | شیب‌آب |          |               |       | 44'376 | 44                        |
| 2     | شیب‌آب |          | تیمورآباد     |       | 6'272  | 6                         |
| 3     | شیب‌آب |          | کوه خواجه     |       | 6'648  | 6                         |
| 4     | شیب‌آب |          | شهرک علی اکبر |       | 4'799  | 4                         |
| 5     | شیب‌آب |          | لوتک          |       | 14'319 | 14                        |
| 6     | شیب‌آب |          | اسلام آباد    |       | 2'926  | 2                         |
| 7     | شیب‌آب |          | لوتک          |       | 1'003  | 1                         |
| 8     | شیب‌آب |          | لوتک صفرشاه   |       | 1'012  | 1                         |
| 9     | شیب‌آب |          | محمدآباد      |       | 14'753 | 14                        |
| 10    | شیب‌آب |          | فیروزه ای     |       | 1'121  | 1                         |
| 11    | شیب‌آب | محمدآباد |               |       | 2'384  | 2                         |

جدول 3: اسامی روستاها، تعداد، جمعیت و تصفیه‌خانه‌های مورد نیاز بخش شیب‌آب سیستان

که با توجه به تجزیه و تحلیل‌ها حدود 95 واحد تصفیه‌خانه بیولوژیک روستایی که مساحت مجموع معادل 240350 مترمکعب یعنی 24 هکتار می‌باشد. که این طرح در فازهای تکمیلی خود ظرفیت افزایش تا 2 برابر را نیز در آینده دارد. اگر بخواهیم مدیریت بحران خشکسالی را برای کل منطقه سیستان با چشم اندازی چند ساله و واقع بینانه برنامه‌ریزی کنیم تا 120 هکتار از مناطق روستایی را با ایجاد تصفیه‌خانه بیولوژیک و احیای نيزارها در فاز اولیه طرح و تا 240 هکتار در فاز ثانویه به احیای سطح زیر کشت نيزارها فقط در تصفیه‌خانه‌های روستایی برد و رونق اقتصاد بیمار جامعه روستایی و احیای صنعت صنایع دستی و دامپروری و سطح بهداشت مردم منطقه کمک شایانی خواهد کرد. نکته قبل توجه این که پس‌آب تصفیه شده توسط نيزار در

تصفیه‌خانه‌ها پس از سپری کردن طول تصفیه‌خانه از خروجی آن خارج شده و باقی مانده آن در پایین دست و دشت رها می‌شود که با این وجود در پایین دست آنها نیز می‌توان به کشت نیزار پرداخت و با توجه به محاسبات وسعتی در حدود 100 هکتار زیر کشت نیزار می‌رود که برای هر روستای بالای 1000 نفر جمعیت امکان ایجاد یک مزرعه نیزار 5 تا 10 هکتاری به وجود می‌آید. حال با توجه به این که تنها در بخش فاضلاب می‌توان به جامعه روستایی این منطقه چنین خدمات ارزنده و بنیادینی را ارائه داد و از بزرگترین بحران شرق کشور، مردم این منطقه را نجات دهیم امید است در بخش‌های دیگر نیز برای بهبود سطح جامعه روستایی و توسعه‌ی پایدار سیستان اقدامات لازم صورت گیرد.

## 5. منابع و مأخذ:

- 1- بریمانی، فرامرزی، (1383)، "آثار فزاینده‌ی خشکسالی در محیط حوضه‌های آبریز آندروئیک: مورد سیستان"، مجله اطلاعات سیاسی-اقتصادی، تهران، شماره 201-202.
- 2- شرکت مهندسی مشاور جاماب، (1378)، "طرح جامع آب کشور، حوضه آبریز هیرمند"، وزارت نیرو. تهران.
- 3 - Wilhite, Donald. A, (2005) "Moving Toward Drought Risk Management: The Need For A Global Strategy", National Drought Mitigation Center, [WWW.NDMC.Org](http://WWW.NDMC.Org).
- 4- بذرافشان، جواد، (1383)، "اثرات خشکسالی‌های 83-1377 بر اقتصاد روستایی سیستان و راهکارهای مقابله با آن"، پایان‌نامه دانشجویی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- 5- اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، (1383)، "گزارش از برآورد خسارات در شرایط خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان"، زاهدان.
- 6- شرکت سهامی آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، (1388)، "گزارش وضعیت منابع آبی استان سیستان و بلوچستان در سال 1388"، زاهدان.
- 7- اداره کل حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان، (1388)، "محیط زیست و خشکسالی"، زاهدان.
- 8- استانداری سیستان و بلوچستان و سازمان عمران سیستان، (1381)، "گزارش اولین کارگاه بررسی ابعاد فنی، حقوقی و اقتصادی آب رودخانه هیرمند"، استانداری سیستان و بلوچستان، زاهدان.
- 9- مهندسین مشاور فریاک، (1361)، "گزارش مرحله اول طرح تأمین آب و توسعه تصفیه‌خانه شهر زابل"، تهران.
- 10- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و سازمان عمران سیستان، استراتژی بلند مدت و طرح توسعه پایدار سیستان، جلد دوم.
- 11- مرکز آمار ایران، (1386)، "نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال 1386 استان سیستان و بلوچستان".