بسم الله الرحمن الرحيم

بررسی اثرات خشکسالی بر تنوع زیستی جزایر دریاچه ارومیه و راهکارهای جایگزین تامین منابع آب

از مجموعه مستندات طرح حفاظت از تالاب‌های ایران
بررسی اثرات خشکسالی بر تنوع زیستی جزایر دریاچه ارومیه
و راهکارهای جایگزین تامین منابع آب
عنوان و نام پدیدآور: بررسی اثرات خشکسالی بر تنوع زیستی جزایر دریاچه ارومیه و راهکارهای جایگزین تامین منابع آب/طرح حفاظت از تالاب‌های ایران/ انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران.
مشخصات نشر: بیرجند: نشر چهار درخت، ۱۳۹۴
مشخصات ظاهری: ۲۱۲ ص.
شابک: ۱-۸۶-۷۵۲۱-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع:بررسی روش‌های تأمین منابع آب پایدار برای حیات وحش
موضوع: تنوع زیستی
موضوع: جزایر دریاچه ارومیه
شناسه افزوده: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۴ ۴ب/GB۷۹۲
رده‌بندی دیویی: ۵۵۳/۷۸۰۹۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی: ۴۱۲۴۴۸۳

تدوین و گردآوری: طرح حفاظت از تالاب‌های ایران، انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران
با همکاری: اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان غربی
ویراستار فنی: سید جواد طباطبایی یزدی
طراح گرافیک: سعید دین‌پناه
صفحه‌آرایی: زهرا وزیری
ناشر: نشر چهار درخت
محل نشر: بیرجند
تعداد: ۱۵۰۰ نسخه
چاپ اول: ۱۳۹۴
شابک: ۱-۸۶-۷۵۲۱-۶۰۰-۹۷۸

بیرجند خیابان معلم، بین معلم ۴۴ و خیابان ۱۵ خرداد
تلفن: ۳۲۴۳۳۲۸۶-۰۵۶ - همراه: ۰۹۱۵۵۶۱۷۱۵۵
WWW.4derakht.ir

نشر چهار درخت

طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

انجمن سطوح آبگیر باران ایران

طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

سازمان حفاظت محیط زیست

دولت ژاپن

پیشگفتار

در میان اکوسیستم‌های طبیعی دنیا، تالاب‌ها در زمره مهم‌ترین و با ارزش‌ترین آنها از لحاظ تولید و تنوع می‌باشند. تعدد و فراوانی ارزش‌ها و خدماتی که تالاب‌ها ارائه می‌کنند با هیچ کدام از سایر اکوسیستم‌ها قابل مقایسه نمی‌باشد از اینرو حفاظت، مدیریت و استفاده مناسب از خدمات و منابع این اکوسیستم‌ها در دنیا مورد توجه بسیاری از جمله مدیران و تصمیم‌گیران سرزمین‌ها می‌باشد. علی‌رغم ارزش‌های بسیار زیاد، در مواردی این اکوسیستم‌ها مورد بی‌مهری قرار گرفته و حتی خسارت‌های برگشت‌ناپذیری متحمل شده‌اند. بنابراین تالاب‌ها در زمانی بیشترین توجه‌ها را به خود جلب کرده‌اند که حداقل بخشی از ارزش‌ها و کارکردهای خود را از دست داده‌اند.

توجه به آمار و ارقام بارندگی‌ها در کشور نشان می‌دهد که ایران در منطقه جغرافیایی گرم و خشک دنیا واقع شده است. همچنین این آمار و ارقام نشاندهنده این موضوع هستند که ما تنها یک سوم بارندگی متوسط سالانه را در مقایسه با متوسط جهانی دریافت می کنیم. این واقعیت همراه با اتفاقات اخیری که در دریاچه ارومیه روی داده شرایط بسیار ناگواری را در محدوده‌های خشک حفاظت شده این دریاچه به وجود آورده است. حیات‌وحش وابسته به دریاچه شاداب و سالم، با خطر تهدید و نابودی مواجه شده‌اند و تقریبا منابع آبی در دسترس خود را از دست دادند. شرایط به وجود آمده برنامه‌ریزی و تأمین منابع آب پایدار برای حیات‌وحش جزایر دریاچه ارومیه را امری ضروری و لازم الجرا کرده بود. از اینرو این مطالعه با هدف حفاظت از تنوع زیستی در معرض خطر دریاچه ارومیه با استفاده از ویژگی‌های طبیعی منطقه صورت پذیرفت و طی تفاهم‌نامه‌ای سه جانبه بین طرح حفاظت از تالاب‌های ایران، انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران و اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان غربی انجام شد.

این مطالعه متشکل از چهار فصل و دو پیوست می‌باشد. فصل‌های این مطالعه علاوه بر این که اقلیم و حیات‌وحش جزایر دریاچه ارومیه را به تفصیل مورد بررسی قرار می‌دهد به روش‌های جمع‌آوری آب باران به منظور تأمین آب شرب حیات‌وحش، مکانیابی نقاط مستعد برای استحصال آب باران و طراحی سیستم‌های سطوح آب باران نیز می‌پردازد. در نهایت با توجه به تجربیات و نتایج این مطالعه و اجرای آن، دستورالعملی تدوین شده و در انتهای این کتاب قرار داده شده است

که اجرای این پروژه در سایر مناطق را به تفصیل بیان و راهنمایی می‌کند. همچنین از ویژگی‌های بارز این مطالعه اجرای نتایج و خروجی‌های آن می‌باشد که در انتهای کتاب تصاویری از آن نشان داده شده است.

در پایان لازم می‌دانم از افراد زیر که در تهیه و تدوین این مکتوب همکاری داشتند تقدیر و تشکر نمایم. از همکاران اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان غربی مدیر کل محترم آقای پرویز آراسته و آقایان حجت جباری، علیرضا سیدقریشی، حمید رعناقد و امید بنابی در مطالعه و بخصوص اجرا نقش تعیین‌کننده و مهمی داشتند. از همکاران دفتر زیستگاه‌ها خانم مهندس اشرفی‌زاده و آقای مسعود باقرزاده کریمی برای پشتیبانی و حمایت از مطالعه و اجرای کار، از همکار دفتر تنوع زیستی و حیات‌وحش خانم مهندس شهریاری برای نکات ارزشمند فنی، از اعضای انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران به ویژه آقایان طباطبایی و احد توسلی که مسئولیت انجام مطالعه و اجرا را بر عهده داشتند و همکاران دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های ایران آقای مهدی صفری اسکویی و یوسفعلی احمدی ممقانی که مسئولیت و راهبری پروژه در دفتر طرح را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

محسن سلیمانی روزبهانی
مدیر ملی طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

فهرست مطالب

فصل اول: مروری بر اقلیم حوضه و تنوع زیستی جزایر دریاچه ارومیه

خلاصه ۲۴
۱-۱- هواشناسی و اقلیم ۲۴
۱-۱-۱- مقدمه ۲۴
۱-۱-۲- ایستگاه‌های هواشناسی منطقه ۲۵
۱-۱-۳- درجه حرارت ۲۶
۱-۱-۴- بارندگی ۲۷
۱-۱-۵- رطوبت نسبی ۲۹
۱-۱-۶- ساعات آفتابی ۲۹
۱-۱-۷- اقلیم‌شناسی ۳۲
۱-۱-۷-۱- روش دومارتن ۳۲
۱-۱-۷-۲- روش آمبرژه ۳۳
۱-۱-۷-۳- اقلیم به روش نشریه ۳-۱۱۷ ۳۵
۱-۲- وضعیت جغرافیایی و توپوگرافی محدوده مطالعاتی ۳۵
۱-۲-۱- جزیره کبودان ۳۵
۱-۲-۲- جزیره اسپیر ۳۶
۱-۲-۳- جزیره آرزو ۳۷
۱-۳- خاک‌شناسی و زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی ۳۸
۱-۳-۱- خصوصیات خاک‌شناسی ۳۸
۱-۳-۲- خصوصیات زمین‌شناسی ۳۹
۱-۴- وضعیت پوشش گیاهی ۴۰

۱-۴-۱- وضعیت پوشش گیاهی در جزیره کبودان ۴۰
۱-۴-۲ وضعیت پوشش گیاهی در جزیره اسپیر ۴۲
۱-۴-۳ وضعیت پوشش گیاهی جزیره آرزو ۴۲
۱-۵- وضعیت حیات وحش جانوری ۴۳
۱-۵-۱- پستانداران ۴۳
- گوزن زرد ایرانی ۴۳
- قوچ و میش ارمنی (Ovis orientalis gmellini) ۴۶
۱-۵-۱-۱- جمعیت پستانداران جزایر دریاچه ارومیه ۴۸
۱-۵-۱-۲- پرندگان شاخص جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه ۴۹
۱-۶- اثرات خشکسالی بر جمعیت حیات وحش جزایر دریاچه ارومیه ۴۹
۱-۷- وضعیت ضریب رواناب در جزایر مورد مطالعه ۵۰
۱-۸- وضعیت مدیریت حفاظتی پارک ملی دریاچه ارومیه ۵۱
۱-۸-۱- نحوه تردد در داخل پارک ملی دریاچه ارومیه ۵۱
۱-۸-۲- تامین انرژی مورد نیاز (برق و سوخت) ۵۱
۱-۹- چالش‌های موجود در جزایر ۵۲
۱-۹-۱- کاهش منابع آبی ۵۲
۲-۹-۲- کاهش پوشش گیاهی ۵۳
۱-۱۰- حجم آب مورد نیاز ۵۴
۱-۱۰-۱- نیاز آبی حیات وحش جزایر ۵۴
۱-۱۰-۲- سرانه آب مورد نیاز گونه‌های مختلف حیات وحش جزایر ۵۷
فهرست منابع ۵۸

فصل دوم: مروری بر روش‌های جمع‌آوری آب باران به منظور تامین آب شرب حیات‌وحش

خلاصه ۶۲
۲-۱- مقدمه ۶۲
۲-۲- مروری بر انواع سطوح آبگیر باران، کاربردها و استفاده‌های موجود ۶۴
۲-۳- طبقه‌بندی روش‌های استحصال آب و سامانه‌های سطوح آبگیر باران ۶۷
الف سامانه‌های سطوح آبگیر باران با سطح تیمار شده مصنوعی ۷۱
ب- سامانه‌های سطوح آبگیر باران با سطح آبگیر طبیعی ۷۱

ج- سامانه‌های سطوح آبگیر باران زیرزمینی ۷۲
۲-۴- مرور منابع و کارهای انجام شده در خصوص سطوح آبگیر در ایران و جهان ۷۳
۲-۴ -۱- تجارب سایر کشورها ۷۳
۲-۴-۲- تجارب داخل کشور ۸۴
۲-۴-۳- تجارب موجود در حوضه دریاچه ارومیه ۸۷
الف) سطوح آبگیر با بستر طبیعی ۸۸
ب) سطوح آبگیر با بستر مصنوعی ۸۸
فهرست منابع ۹۱

فصل سوم: مکان‌یابی نقاط مستعد برای استحصال آب باران

۳-۱- مقدمه ۹۶
۳-۲- سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) ۹۶
۳-۲-۱- تعریف ۹۶
۳-۲-۲- معیارها ۹۷
۳-۲-۳- تخمین میزان رواناب از سطوح صخره‌ای ۹۸
۳-۲-۴- نقاط انتخابی ۹۸
۳-۳- سطوح عایق مصنوعی ۱۰۹
۳-۳-۱- تعریف ۱۰۹
۳-۳-۲- معیارها ۱۱۰
۳-۳-۳- نقاط انتخابی ۱۱۱
۳-۴- رواناب سطحی (آبراهه‌ای) ۱۱۲
۳-۴-۱- تعریف ۱۱۲
۳-۴-۲- معیارها ۱۱۲
۳-۴-۳- نقاط انتخابی ۱۱۳
۳-۵- جریان زیر سطحی (بند زیرزمینی) ۱۱۵
۳-۵-۱-تعریف ۱۱۵
۳-۵-۲- معیارها ۱۱۶
۳-۵-۳- نقاط انتخابی ۱۱۷

فصل چهارم: طراحی سیستم‌های سطوح آبگیر باران

۴-۱- مقدمه ۱۲۸
۴-۱-۱- سطوح عایق طبیعی ۱۲۸
۴-۱-۱-۱- اولویت‌بندی نقاط انتخابی ۱۲۹
۴-۱-۱-۲- مشخصات فنی ۱۳۰
۴-۱-۱-۳- شرح خدمات اجرا ۱۳۲
۴-۱-۱-۴- متره و برآورد ۱۳۶
۴-۱-۲- استفاده از جریانات زیرسطحی در آبراهه‌های فصلی ۱۳۷
۴-۱-۲-۱- مقدمه ۱۳۷
۴-۱-۲-۲- مشخصات فنی ۱۳۷
۴-۱-۲-۳- شرح خدمات اجرا ۱۳۹
۴-۱-۲-۴- متره و برآورد ۱۴۰
۴-۲- نقشه‌های اجرایی ۱۴۱
۴-۲-۱- سطح عایق طبیعی (نقطه R-K-۱۰) ۱۴۱
۴-۲-۲- بند زیرزمینی (نقطه UD-K-۱) ۱۴۴
فهرست منابع ۱۴۵

پیوست ۱: دستورالعمل استحصال آب باران جهت تأمین آب شرب حیات وحش

بخش اول: کلیات **۱۴۸**
مقدمه ۱۴۸
پیشینهٔ تحقیق ۱۴۹
بخش دوم: مطالعات پایه **۱۵۲**
فیزیوگرافی ۱۵۲
حیات وحش و پوشش گیاهی ۱۵۲
۱- بررسی حیات وحش منطقه ۱۵۲
۲- پوشش گیاهی ۱۵۵
هوا و اقلیم شناسی ۱۵۵
۱- تبخیر ۱۵۵
۲- بارش ۱۵۶

۳- درجه حرارت	۱۵۷
۴- رطوبت نسبی	۱۵۸
۵- اقلیم شناسی	۱۵۸
هیدرولوژی و منابع آب	۱۵۸
۱- رواناب سطحی	۱۵۸
۲- ضریب رواناب	۱۵۹
۳- منابع آب موجود در منطقه	۱۶۱
۴- کیفیت منابع آب	۱۶۲
خاک‌شناسی و زمین‌شناسی	۱۶۳
۱- نوع خاک	۱۶۳
۲- ژئومورفولوژی و زمین شناسی	۱۶۵
بخش سوم: روش‌های استحصال آب باران	**۱۶۵**
استحصال آب باران با استفاده از سطوح طبیعی صخره‌ای	۱۶۵
۱- اجزای سیستم سطوح صخره‌ای	۱۶۵
۲- نحوه عملکرد سیستم سطوح صخره‌ای آبگیر	۱۶۵
۳- سنگ‌های صخره‌ای مناسب برای سطوح صخره‌ای آبگیر	۱۶۶
۴- انتقال رواناب	۱۶۶
- ناودان‌ها و شیارهای سنگی	۱۶۶
- سیستم انتقال آب	۱۶۶
۵- ارتباط بین سطوح صخره‌ای آبگیر و مخازن	۱۶۷
۶- برآورد حجم آب استحصال یافته از سطوح صخره‌ای	۱۶۷
- بارش فصلی	۱۶۸
- اندازه و شیب سطوح صخره‌ای آبگیر	۱۶۸
- نحوه تخمین حجم مخزن سدهای ذخیره آب	۱۶۸
۷- فواید و معایب روش استحصال آب از سطوح صخره‌ای	۱۶۸
۸- نکات بهداشتی	۱۶۹
۹- فواید اقتصادی روش	۱۷۰
استحصال آب باران با استفاده از سطوح عایق مصنوعی	۱۷۰
۱- شرایط استفاده از سطوح عایق مصنوعی	۱۷۱

۲- انواع روش‌های سطوح عایق مصنوعی ۱۷۱
- دگرسازی مکانیکی زمین ۱۷۱
• استفاده از خطوط تراز ۱۷۱
• آبگیر به فرم جاده‌ای ۱۷۲
- استفاده از مواد شیمیایی ۱۷۲
• نمک‌های سدیم‌دار ۱۷۲
• اصلاح خاك با سیلیکون ۱۷۲
• اصلاح خاك با پارافین ۱۷۲
• استفاده از روغن برای اصلاح خاك ۱۷۳
• پوشش‌های سطح خاك با مواد و مصالح نفوذ ناپذیر ۱۷۳
• پوشش آسفالت ۱۷۳
• پوشش پلاستیک ۱۷۳
• پوشش لاستیك ۱۷۴
• پوشش فلزی ۱۷۴
• پوشش بتنی ۱۷۴
استفاده از جریانات زیرسطحی به وسیله احداث سدهای زیرسطحی ۱۷۵
۱- اصول کلی برای احداث سدهای زیرسطحی ۱۷۵
۲- حجم مخزن و ظرفیت ذخیره آن ۱۷۶
۳- تجزیه و تحلیل هیدرولیکی ۱۷۷
- تجزیه و تحلیل بیلان آبی ۱۷۷
- تجزیه و تحلیل مقدار آب قابل استحصال ۱۷۷
۴- ارزیابی اثرات محیطی ۱۷۷
۵- دیواره سد زیرسطحی ۱۷۷
• طراحی ابعاد ۱۷۷
• مطالعه پایداری دیواره سد ۱۷۸
- ساخت دیواره سد ۱۷۸
۶- تاسیسات استحصال آب ذخیره شده در مخزن ۱۸۰
- تاسیسات مناسب جهت استحصال آب ذخیره شده ۱۸۰
- انواع روش‌های استحصال آب از مخزن ۱۸۰

۷- زهکشی آب مازاد مخزن ۱۸۱
- قاعده کلی زهکشی آب مازاد مخزن ۱۸۱
- محل و ابعاد تاسیسات زهکشی آب مازاد ۱۸۲
- انواع روش‌های زهکشی آب مازاد مخزن ۱۸۲
۸- مدیریت و نگهداری تاسیسات ۱۸۲
- عملکرد دیواره و تاسیسات آن ۱۸۳
- عملکرد مخزن و تاسیسات نگهداری آن ۱۸۳
- کیفیت آب ۱۸۳
بخش چهارم: مکان‌یابی، اجرا و احداث سامانه‌های استحصال آب برای حیات وحش ۱۸۵
انتخاب سیستم استحصال آب باران ۱۸۵
اجرای سامانه‌های استحصال آب ۱۸۹
ملاحظات اجرایی ۱۹۱
بخش پنجم: ذخیره‌سازی، بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های استحصال آب باران ۱۹۲
اصول ذخیره‌سازی آب استحصال شده ۱۹۲
انواع سیستم ذخیره آب ۱۹۳
۱- مخازن پیش ساخته ۱۹۳
۲- حوضچه‌ها و استخرهای ذخیره آب ۱۹۵
۳- سد ۱۹۶
۴- آب انبار ۱۹۷
پوشش سازه‌های ذخیره آب ۱۹۹
منابع ۲۰۱
پیوست ۲: اجرای پروژه سطوح آبگیر باران در جزیره کبودان
مقدمه ۲۰۷
- پاکسازی سطح کار ۲۰۷
- حمل بخشی از مصالح مورد نیاز ۲۰۷
- احداث دیواره‌های سطوح آبگیر ۲۰۷
- پی‌کنی حوضچه رسوبگیر ۲۰۷
- پی‌کنی و خاکبرداری مخزن ذخیره آب باران ۲۰۷
- احداث سه طرف دیوار مخزن ۲۰۷

فهرست شکل‌ها

فصل اول

شکل ۱- ۱- خطوط هم دمای سالیانه محدوده مطالعاتی ۲۷

شکل ۱- ۲- متوسط بارندگی دراز مدت ماهانه در ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه ۲۸

شکل ۱- ۳- اقلیم منطقه مورد مطالعه جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه با استفاده از روش دومارتن ۳۳

شکل ۱- ۴- تقسیمات اقلیمی ایران ۳۵

شکل ۱- ۵- نمای کلی جزیره کبودان ۳۶

شکل ۱- ۶- نمای کلی جزیره اسپیر ۳۷

شکل ۱- ۷- نمایی کلی از جزیره آرزو ۳۷

شکل ۱- ۸- خاك شناسی دریاچه ارومیه ۳۹

شکل ۱- ۹- زمین‌شناسی دریاچه ارومیه و جزایر ۴۱

شکل ۱- ۱۰- تغییرات جمعیت قوچ و میش ارمنی در جزیره کبودان ۴۸

شکل ۱-۱۱- انتقال آب با شناور به منبع ذخیره آب در جزیره اشک ۵۲

شکل ۱- ۱۲- انتقال آب با هلی‌کوپتر به جزیره اشك از اسکله رشکان ۵۳

شکل ۱- ۱۳- خروج قوچ و میش از جزیره کبودان به سمت جزیره آرزو ۵۴

شکل ۱- ۱۴- تصویری از چالاب‌های سنگی در سطح جزایر مورد مطالعه ۵۵

شکل ۱-۱۵- تصویری از چشمه‌های فصلی حاشیه جزیره کبودان ۵۶

فصل دوم

شکل ۲- ۱- دسته‌بندی سیستم‌های سطوح آبگیر باران بر اساس منشاء جمع‌آوری، انبارش و استفاده از آن اتصال شده ۶۹

شکل ۲-۲- نمونه‌های شماتیك از سامانه‌های جمع‌آوری و پخش رواناب‌های سطحی در اراضی کم شیب ۷۴

شکل ۲- ۳- نمونه‌ای از جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام و محوطه همراه با ذخیره سازی ۷۶

شکل ۲-۴- نحوه جمع‌آوری آب باران با شکل دادن زمین و کوبیدن لایه رس سطحی خاک ۷۸

شکل ۲- ۵- پلان و مقطع عرضی شماتیك سامانه‌های کوچك مقیاس سطوح آبگیر باران هلالی شکل، برای ذخیره آب در پروفیل خاك ۸۰

شکل ۲- ۶- نمایی شماتیك از روش پخش سیلاب با استفاده از کرت‌بندی زمین ۸۱

شکل ۲-۷- نمای کلی سد زیرزمینی ۸۲

شکل ۲-۸- نمای کلی سد شنی ۸۳

شکل ۲- ۹- مسیر جریان آب قبل از ورود به منبع در جزیره اسپیر ۸۹

شکل ۲- ۱۰- آبشخور در پایین دست منبع آب در جزیره اسپیر ۸۹

شکل ۲-۱۱- تصویری از آبشخورهای احداث شده که تأمین آب آنها از طریق سطوح آبگیر مصنوعی باران انجام می‌شود ۹۰

شکل ۲- ۱۲- سطح آبگیر در نزدیکی چشمه و محل آبشخور در جزیره اشک ۹۰

شکل ۲- ۱۳- منبع‌های پلی اتلینی در زیر سطوح شیب‌دار ایجاد شده در جزیره اشک ۹۰

فصل سوم

شکل۳-۱- تصویر نقطه-۱-R-K دید به غرب ۱۱۹

شکل ۳-۲- تصویر نقطه-۲-R-K دید به جنوب شرق ۱۲۰

شکل ۳-۳- تصویر نقطه-۳-R-K دید به جنوب شرق ۱۲۰
شکل ۳-۴- تصویر نقطه-۴-R-K دید به شمال ۱۲۰
شکل ۳-۵- تصویر نقطه -۵-R-K دید به شمال غرب ۱۲۱
شکل ۳-۶- تصویر نقطه-۶-R-K دید به شمال شرق ۱۲۱
شکل ۳-۷- تصویر نقطه R-K-۷ ۱۲۱
شکل ۳-۸- تصویر نقطه R-K-۸ دید به شمال غرب و حیات وحش در حال شرب از چالاب‌های سنگی طبیعی ۱۲۲
شکل ۳-۹- تصویر نقطه -۹-R-Kدید به جنوب شرق ۱۲۲
شکل ۳-۱۰- تصاویر نقطه-۱۰-R-K دید به شمال ۱۲۲
شکل ۳-۱۱- تصویر نقطه R-K-۱۱ همراه با چالاب سنگی پر شده از بارندگی- دید به غرب ۱۲۳
شکل ۳-۱۳- تصاویر ماهواره‌ای نقطه-۱-R-S دید به شمال ۱۲۳
شکل ۳-۱۴- تصویر ماهواره‌ای نقطه -۲-R-S دید به شمال غرب ۱۲۳
شکل ۳-۱۲- تصویر نقطه R-K-۱۲ همراه با چالاب های سنگی- دید به جنوب ۱۲۳
شکل ۳-۱۵- تصویر ماهواره‌ای نقطه۳-R-S دید به شمال ۱۲۴
شکل ۳-۱۶- تصویر نقطه-۱-H-A دید به شرق ۱۲۴
شکل ۳-۱۷- تصویر نقطه -۱-D-K دید به شمال ۱۲۴
شکل ۳-۱۸- تصویر نقطه -۱-UD-K دید به جنوب ۱۲۵
شکل ۳-۱۹- تصاویر حفر گمانه در نقطه ۱-UD-K ۱۲۵

فصل چهارم

شکل ۴-۱- طرح شماتیک نحوه استحصال آب از سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) ۱۲۹
شکل ۴-۲- پلان کرت آزمایشی تدقیق ضریب رواناب بر روی سطوح سنگی ۱۳۳
شکل ۴-۳- پروفیل طولی سیستم جمع آوری آب باران از سطوح صخره‌ای ۱۴۲
شکل ۴-۴- نقشه جزئیات رسوبگیر ۱۴۲
شکل ۴-۵- مخزن ذخیره آب ۱۴۳
شکل ۴-۷- جانمایی اجزاء طرح استحصال آب از سطوح صخره‌ای بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث محل انتخاب شده ۱۴۴
شکل ۴-۸- مقطع عرضی سد زیرزمینی ۱۴۴
شکل ۴-۹- جزییات اتصال تانکرهای ذخیره آب (در صورت استفاده از تانکر بجای مخازن سنگی و سیمانی) ۱۴۵

پیوست ۱

شکل ۱- استفاده از سطوح صخره‌ای برای جمع‌آوری آب باران ۱۶۵
شکل ۲- سامانه استفاده شده برای استحصال آب باران جهت مصرف ۱۷۰
شکل ۳- طرحی کلی از یک سد زیرسطحی ۱۷۶
شکل ۴- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری آب باران از سطوح صخره‌ای ۱۸۶
شکل ۵- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری آب باران از سطوح عایق مصنوعی ۱۸۷
شکل ۶- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری جریان زیرسطحی با استفاده از احداث سد زیرسطحی ۱۸۹
شکل ۷- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری رواناب با استفاده از احداث سد و بند ۱۸۹
شکل ۸- معیارهای اصلی در تعیین سطح حوضه آبگیر و طراحی مخازن ۱۹۰

شکل ۹- مخزن ذخیره آب پیش ساخته پلی اتیلن ۱۹۳
شکل ۱۰- تصاویری از حوضچه و استخر روباز ذخیره آب ۱۹۵
شکل ۱۱- تصویری از یک سد ذخیره نزولات ۱۹۶
شکل ۱۳- تصویری از یک آب انبار مدرن بتنی ۱۹۸
شکل ۱۲- مقطع عرضی یک آب انبار ۱۹۸

پیوست ۲

شکل ۱- پاکسازی سطح کار ۲۰۸
شکل ۲- حمل بخشی از مصالح مورد نیاز ۲۰۸
شکل ۳- احداث دیواره‌های سطوح آبگیر ۲۰۸
شکل ۴- (الف)، (ب) و (ج) احداث سه طرف دیوار مخزن ۲۰۹
شکل ۵- پی‌کنی حوضچه رسوبگیر ۲۱۰
شکل۶- نمای کلی از وضعیت اجرا شده پروژه ۲۱۰

فهرست جدول‌ها

فصل اول

جدول ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و مشخصات عمومی ایستگاه‌های هواشناسی محدوده مورد مطالعه ۲۶
جدول ۱-۲- داده‌های متوسط بارندگی بلند مدت منطقه بر اساس ایستگاه‌های سینوپتیک(بر حسب میلی‌متر) ۲۸
جدول ۱- ۳- مقادیر میانگین رطوبت نسبی ماهانه برای ایستگاه‌های سینوپتیك ۳۰
جدول ۱- ۴- مجموع ساعات آفتابی ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در محدوده مطالعاتی ۳۱
جدول ۱- ۶- ضریب حداکثر روزانه در مناطق مختلف آب و هوائی کشور ۳۴
جدول ۱- ۵- طبقه‌بندی اقلیم نمای آمبرژه ۳۴
جدول ۱- ۷- جمعیت گوزن زرد ایرانی در جزیره اشک دریاچه ارومیه ۴۶
جدول ۱-۸- جمعیت قوچ و میش ارمنی در جزیره کبودان دریاچه ارومیه ۴۸
جدول ۱- ۹- کیفیت آب آشامیدنی دام‌ها بر اساس میزان کل مواد جامد محلول ۵۷

فصل دوم

جدول ۲- ۱- طبقه بندی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران ۷۰

فصل سوم

جدول ۳-۱- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از سطوح سنگی طبیعی ۹۸
جدول ۳-۲- امتیاز دهی هر یک از معیارها بر اساس طبقات شایستگی استحصال آب باران ازسطوح سنگی طبیعی ۹۹
جدول ۳-۳- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱ ۱۰۰
جدول ۳-۴- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۲ ۱۰۰
جدول ۳-۵- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۳ ۱۰۱
جدول ۳-۶- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۴ ۱۰۲
جدول ۳-۷- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۵ ۱۰۲

جدول ۳-۹- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۷ ۱۰۳
جدول ۳-۸- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۶ ۱۰۳
جدول ۳-۱۰- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۸ ۱۰۴
جدول ۳-۱۱- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۹ ۱۰۵
جدول ۳-۱۲- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱۰ ۱۰۵
جدول ۳-۱۳- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱۱ ۱۰۶
جدول ۳-۱۴- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱۲ ۱۰۷
جدول ۳-۱۵- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-S-۱ ۱۰۸
جدول ۳-۱۶- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-S-۲ ۱۰۸
جدول ۳-۱۷- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-S-۳ ۱۰۹
جدول ۳-۱۸- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از سطوح عایق مصنوعی ۱۱۰
جدول ۳-۱۹- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه H-A-۱ ۱۱۱
جدول ۳-۲۰- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از بستر آبراهه‌های فرعی ۱۱۳
جدول ۳-۲۱- امتیازدهی هر یک از معیارها بر اساس طبقات شایستگی استحصال آب باران از رواناب‌های سطحی ۱۱۴
جدول ۳-۲۳- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از جریان‌های زیرسطحی ۱۱۷
جدول ۳-۲۴- امتیازدهی هر یک از معیارها بر اساس طبقات شایستگی استحصال آب باران از جریان‌های زیر سطحی ۱۱۷
جدول ۳-۲۵- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه UD-K-۱ ۱۱۹
جدول ۳-۲۶- برداشت صحرایی گمانه بستر بند زیرزمینی UD-K-۱ ۱۱۹

فصل چهارم

جدول ۴-۱- امتیازات و اولویت‌بندی نقاط پیشنهادی سطوح عایق طبیعی در جزیره کبودان ۱۲۹
جدول ۴-۲- مشخصات فنی نقطه پیشنهادی R-K-۱۰ در جزیره کبودان ۱۳۱
جدول ۴-۳- جدول ثبت نتایج آزمایشات میدانی از سطوح سنگی نقطه R-K-۱۰ ۱۳۲
جدول ۴-۴- متره و برآورد ریالی کل سازه نقطه پیشنهادی R-K-۱۰ در جزیره کبودان ۱۳۶
جدول ۴-۵- برداشت صحرایی گمانه بستر بند زیرزمینی UD-K-۱ ۱۳۹
جدول ۴-۶- متره و برآورد ریالی کل سازه نقطه پیشنهادی UD-K-۱ در جزیره کبودان ۱۴۱
جدول ۴-۷- مجموع برآورد ریالی بند زیرزمینی UD-K-۱ و سطح عایق طبیعی R-K-۱۰ ۱۴۱

پیوست

جدول ۱- توزیع پیشنهادی آبشخورها برطبق گروه‌های حیوانات ۱۵۵
جدول ۲- ضریب رواناب برای سطوح مختلف ۱۶۰
جدول ۳- راهنمای کیفیت آب مورد استفاده حیات وحش ۱۶۳

مقدمه

کشور ایران با مساحتی در حدود ۱/۶۴ میلیون کیلومتر مربع، روی کمربند خشک جهانی واقع شده است. متوسط بارش سالانه دراز مدت در ایران ۲۴۳ میلی‌متر می‌باشد، این در حالی است که این میزان برای هشت ساله اخیر منتهی به سال آبی ۹۴-۹۳ به میزان ۲۰۹ میلی‌متر می‌باشد. کاهش نزولات آسمانی به همراه تداوم خشکسالی ها در سال‌های اخیر در شرایطی رخ داده است که از این بارش محدود نیز حدود ۶۸ درصد از طریق تبخیر و تعرق دوباره وارد جو می‌شود.

از جمله آثار خشکسالی، فشار شدید بر حیات وحش و در معرض خطر قرار گرفتن تنوع زیستی می‌باشد؛ به نحوی که افزایش دما و طول دوره خشکی، نیاز آبی حیات وحش افزایش یافته و با توجه به کاهش منابع آبی، حیات این جانوران در معرض خطر قرار می‌گیرد.

روش‌های متعددی برای تعدیل خشکسالی و مدیریت منابع آبی با هدف تامین آب مورد نیاز حیات وحش وجود دارد که بایستی متناسب با محدودیت‌ها، پتانسیل‌ها و شرایط منطقه مورد بررسی قرار گرفته و اجرا گردد. بر این اساس مطالعات پیش رو با هدف بررسی اثرات خشکسالی بر تنوع زیستی در سه جزیره مهم دریاچه ارومیه به نام‌های اسپیر، کبودان و آرزو همراه با ارائه راهکارهای جایگزین تامین منابع آب حیات وحش صورت پذیرفته است. طی این مطالعه ضمن بررسی شرایط موجود جزایر و انجام مطالعات پایه، نسبت به بررسی کلیه منابع آبی فعلی و پتانسیل‌های موجود اقدام گردید. این مطالعات شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

فصل اول:

مروری بر اقلیم حوضه و تنوع زیستی دریاچه ارومیه

فصل دوم:

مروری بر روش‌های جمع‌آوری آب باران به منظور تامین آب حیات‌وحش

فصل سوم:

مکان‌یابی نقاط مستعد برای استحصال آب باران

فصل چهارم:

طراحی سیستم‌های سطوح آبگیر باران

در نهایت با توجه به تجربیات موجود در محل و نیز نتایج اقدامات انجام شده در سال‌های اخیر، سه روش کاملا جدید شامل ۱- استفاده از سطوح صخره‌ای، ۲- بند زیرزمینی و ۳- سطوح عایق مصنوعی برای استفاده در نقاط مختلف جزایر مورد ارزیابی قرار گرفته و جهت اجرا پیشنهاد شد که جزئیات اجرایی آنها در کتاب ارائه گردیده است.

علاوه بر این برای اولین بار دستورالعملی جهت مطالعه و اجرای طرح‌های مشابه تهیه و به انتهای این کتاب منظم گردیده است.

در پایان از سازمان حفاظت محیط زیست (طرح حفاظت از تالاب‌های ایران) و کلیه کارشناسانی که از طرف این سازمان و انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران در انجام این کار مشارکت نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

فصل اول:
مروری بر اقلیم حوضه و تنوع زیستی دریاچه ارومیه

خلاصه

فصل اول با عنوان "مروری بر اقلیم حوضه و تنوع‌زیستی دریاچه ارومیه با نگاه ویژه به خشکسالی-های حاکم بر منطقه" تهیه شده است، شامل ۱۰ بخش می‌باشد بدین ترتیب که در بخش‌های ابتدایی به مطالعات پایه منطقه شامل مطالعات هواشناسی، فیزیوگرافی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش‌گیاهی و وضعیت حیات وحش هر یک از جزایر سه‌گانه کبودان، اسپیر و آرزو پرداخته شده است. در ادامه به بررسی خشکسالی‌های اخیر در منطقه پرداخته و آثار متعدد آن بر روی ذخایر جانوری و گیاهی منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در نهایت با توجه به کمبود قابل توجه منابع آبی در منطقه، نیاز آبی حیات وحش موجود در منطقه تعیین و با توجه به منابع موجود میزان آب مورد نیاز جهت تامین از منابع جدید من جمله سطوح آبگیر باران تعیین گردید.

Summary

presents a general reconnaissance study of Lake Urmia, including meteorology, physiography, geology, water resources and bio-diversity. An assessment of the critical facilities for water supply, available within an accessible distance to Lake Urmia's islands is made. These include access to water, electricity and transportation as well as possible shortcomings with regards to what might be required for proposed construction activities. Based on past experiences, an estimation has been made of the wildlife water requirements.

۱-۱- هواشناسی و اقلیم

۱-۱-۱- مقدمه

یکی از علومی که در پیشرفت بسیاری از امور روزمره بشری تأثیر بسزایی دارد، علم هواشناسی است. امروزه برنامه‌ریزی‌های منظم و در نتیجه پیشبرد اموری همچون کشاورزی، سدسازی، راه‌سازی، تأسیس کارخانه و کارگاه‌ها، امور هوانوردی و دریایی و... بستگی به پیش‌بینی‌های جوی و تجزیه و تحلیل‌های به موقع و صحیح از داده‌های هواشناسی دارد. بدون شك بهره‌گیری درست و به موقع از اطلاعات و داده‌های جوی، در کلیه طرح‌های اقتصادی، عمرانی و اجتماعی و... نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. افزایش قدرت اقتصادی، بالا بردن بازده و توسعه هر ناحیه، هم‌بستگی نزدیك با نوع آب و هوا و تغییرات پدیده‌های جوی دارد. مطالعه آب و هوای ناحیه طرح، یکی از ضروری‌ترین اهداف مطالعاتی به شمار می‌آید. برای مطالعه هواشناسی هر منطقه به شبکه‌ی متراکم و مناسبی از ایستگاه‌های هواشناسی نیاز است و چنانچه دسترسی به چنین آماری ممکن نباشد بدست آوردن اطلاعات هواشناسی مستلزم محاسبات طولانی و تفسیرهای مختلف خواهد بود.

بحث امنیت غذایی و تأمین آب مطمئن برای شرب یکی از مشکلات مهم بشر امروزی می‌باشد. با توجه به تأثیر پذیری غیر قابل انکار میزان حجم آب موجود در تغییرات اقلیمی هر منطقه، شناخت این ویژگی‌ها و خصوصیات در هر منطقه به برنامه‌ریزان آن منطقه کمك می‌نماید تا با آگاهی کافی نسبت به مکان‌یابی و اندازه مناسب برای احداث سازه‌های ذخیره آب اقدام نماید.

هدف از این مطالعات تعیین راهکارهای جایگزین تامین منابع آب در جزایر دریاچه ارومیه در شرایط بحرانی و کم آبی است که این امر مستلزم انجام مطالعات پایه هواشناسی نظیر دما، روزهای یخ‌بندان و بارندگی و... و همچنین بررسی خصوصیات توپوگرافی، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و وضعیت حیات جانوری در جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه می‌باشد. برای انجام مطالعات پایه هواشناسی لازم است که شرایط کلیماتولوژی منطقه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و مشخصه‌های اقلیمی مورد نیاز طرح استخراج گردد. برای تعیین پارامترهای هواشناسی، آمار و اطلاعات موجود ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی در محدوده منطقه مورد مطالعه تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در موارد کمبود یا نبود آمار و اطلاعات، روش‌های تجربی متناسب با شرایط اقلیمی به کار گرفته شده است.

۱-۱-۲- ایستگاه‌های هواشناسی منطقه

با توجه به اینکه جزایر دریاچه ارومیه بین دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی واقع شده است برای تعیین مشخصات اقلیمی محدوده طرح، کلیه ایستگاه‌های هواشناسی موجود در اطراف منطقه که تحت تولیت ادارات کل هواشناسی آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی است و تأثیر بسزایی در روند مطالعات دارند مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. موقعیت جغرافیایی و مشخصات عمومی ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی منطقه در جدول (۱-۱) ارائه گردیده است. عوامل مهم هواشناسی که در ایستگاه‌های سینوپتیک اندازه‌گیری می‌شود عبارت است از:

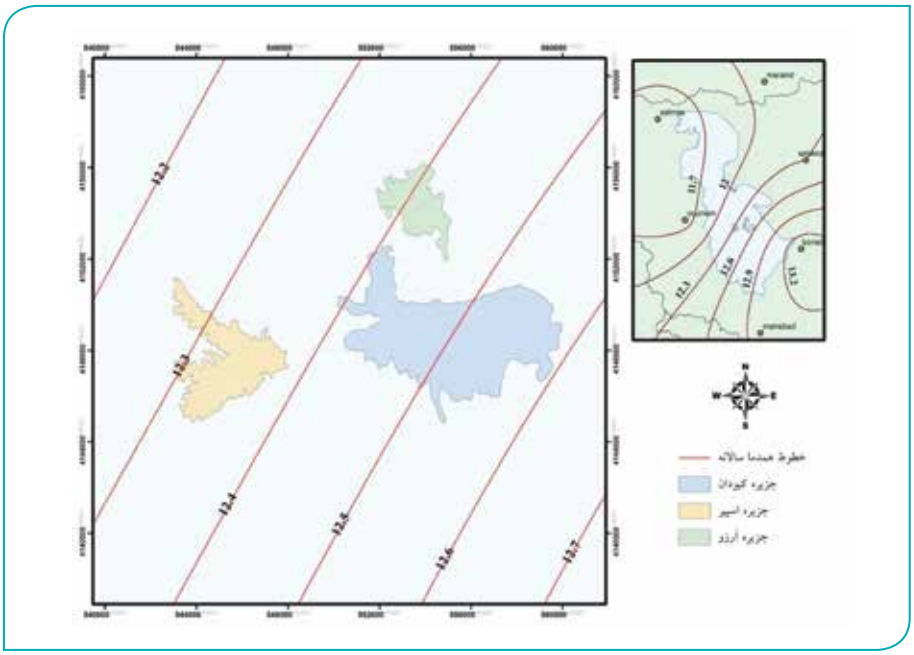
نام ایستگاه	نوع ایستگاه	متولی	سال تأسیس	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
سهند	سینوپتیک	هواشناسی آذربایجان شرقی	۱۹۹۶	۵۹۸۱۳۰	۴۱۹۹۰۰۶	۱۶۴۱
ارومیه	سینوپتیک	هواشناسی آذربایجان غربی	۱۹۵۱	۵۰۷۳۶۲	۴۱۵۴۰۴۲	۱۳۱۶
سلماس	سینوپتیک	هواشناسی آذربایجان غربی	۲۰۰۱	۴۸۶۸۶۹	۴۲۲۹۸۶۵	۱۳۳۷
مهاباد	سینوپتیک	هواشناسی آذربایجان غربی	۱۹۸۵	۵۶۳۹۶۱	۴۰۶۹۲۲۷	۱۳۸۵
مرند	سینوپتیک	هواشناسی آذربایجان شرقی	۲۰۰۰	۵۶۶۸۸۲	۴۲۵۷۸۷۳	۱۵۵۰
بناب	سینوپتیک	هواشناسی آذربایجان شرقی	۱۹۹۹	۵۹۴۴۹۳	۴۱۳۲۳۸۴	۱۲۹۰

جدول ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و مشخصات عمومی ایستگاه‌های هواشناسی محدوده مورد مطالعه

۱-۱-۳- درجه حرارت

درجه حرارت از مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده اقلیم هر منطقه است که تحت تأثیر عناصر و عوامل گوناگون به ویژه ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی و میزان تابش خورشید و وضعیت توپوگرافی از منطقه‌ای به منطقه دیگر تغییراتی را نشان می‌دهد. تحولات هیدرولوژی (مانند ذوب برف) و بیولوژی (رشد گیاهان) در هر منطقه تابع درجه حرارت است در بررسی ویژگی‌های دمای منطقه مورد مطالعه پارامترهای اصلی دما شامل میانگین‌های ماهیانه، حداقل و حداکثر و متوسط روزانه و همچنین حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت مورد مطالعه قرار می‌گیرد. طبق آمار موجود میانگین حداکثر مطلق دما در ایستگاه مرند ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد و متعلق به ماه آگوست، میانگین حداکثر دما ۳۱ درجه سانتی‌گراد در ماه آگوست و میانگین حداقل مطلق دما ۱۷/۶- درجه سانتی‌گراد و متعلق به ماه دسامبر می‌باشد. میانگین درجه حرارت ماهانه نیز در این ایستگاه ۱۲/۱ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است.

با توجه به اطلاعات آماری مربوط به درجه حرارت در ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در محدوده جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه به روش میانگین‌گیری کریجینگ اقدام به تهیه نقشه خطوط هم‌دمای سالیانه برای محدوده مطالعاتی گردید که بر اساس آن متوسط حرارت جزایر ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- خطوط هم دمای سالیانه محدوده مطالعاتی

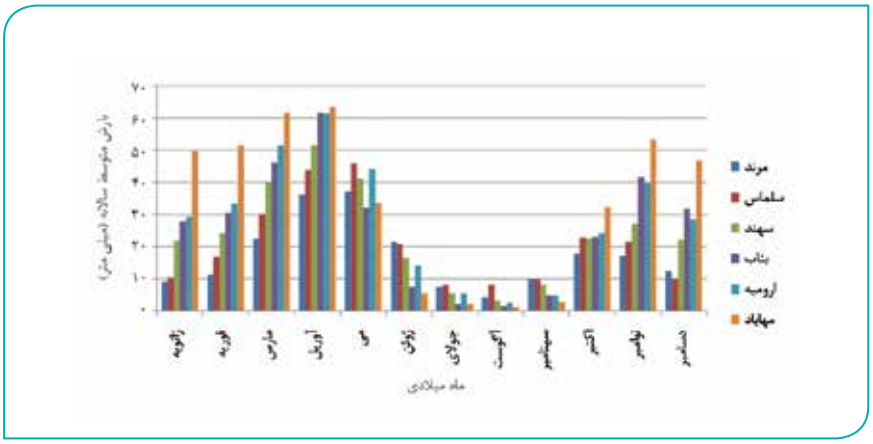
۱-۱-۴- بارندگی

امروزه در دانش اقلیم‌شناسی مشخص شده است که بدون شناخت و مطالعه توده‌های هوا و اثرات آن‌ها در مقاطع زمانی مختلف، نمی‌توان خصوصیات کلی و تیپ‌های اقلیمی و رژیم‌های بارندگی یك ناحیه را به طور دقیق مورد ارزیابی قرار داد. بارندگی یکی از مراحل چرخه آب در طبیعت می‌باشد و از مهم‌ترین عوامل تشکیل‌دهنده اقلیم یك منطقه به حساب می‌آید. بارندگی در تغذیه و افزایش ظرفیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی موثر است. تداوم ریزش‌های جوی و وفور آب‌های سطحی و زیرزمینی موجب سرسبزی محیط و جذابیت‌های گردشگری و افزایش جمعیت جانداران می‌شود. همچنین بارندگی بر تولید رواناب و سیلاب رودخانه‌ها و مسیل‌ها نقش اساسی دارد.

جدول (۱-۲) و شکل (۱-۲) آمار مربوط به متوسط بارندگی بلند مدت ماهانه را در ایستگاه‌های سینوپتیک را نشان می‌دهد که بر اساس آن متوسط بارندگی جزایر ارومیه ۲۹۷ میلی‌متر برآورد گردیده است.

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
مرند	۹	۱۱/۴	۲۲/۴	۳۶	۳۷	۲۱/۵	۷/۶	۴/۲	۹/۷	۱۷/۹	۱۷/۱	۱۲/۴	۲۰۶/۲
سهند	۲۲	۲۴/۲	۴۰	۵۱/۶	۴۱/۱	۱۶/۴	۵/۶	۳/۳	۷/۹	۲۲/۵	۲۷/۱	۲۲/۱	۲۴۷/۵
بناب	۲۷/۷	۳۰/۵	۴۶/۱	۶۱/۶	۳۲	۷/۴	۲/۲	۱/۵	۴/۶	۲۲/۹	۴۱/۶	۳۱/۸	۲۸۳/۸
سلماس	۱۰/۳	۱۶/۸	۲۹/۹	۴۳/۹	۴۶	۲۰/۷	۸	۸/۱	۹/۹	۲۲/۶	۲۱/۵	۹/۸	۳۰۹/۹
ارومیه	۲۹/۳	۳۳/۲	۵۱/۵	۶۱/۳	۴۴/۳	۱۴/۲	۵/۵	۲/۴	۴/۷	۲۴/۳	۳۹/۶	۲۸/۶	۳۳۸/۹
مهاباد	۴۹/۸	۵۱/۴	۶۱/۷	۶۳/۵	۳۳/۶	۵/۴	۲/۳	۱/۱	۲/۸	۳۲/۲	۵۳/۴	۴۶/۶	۴۰۳/۸

جدول ۱-۲- داده‌های متوسط بارندگی بلند مدت منطقه بر اساس ایستگاه‌های سینوپتیک(بر حسب میلی‌متر)



شکل ۱- ۲- متوسط بارندگی دراز مدت ماهانه در ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه

نیاز به آب در جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه در ماه‌های گرم سال یعنی خرداد، تیر، مرداد و شهریور از بقیه ماه‌ها بیشتر می‌باشد بنابراین بهترین زمان برای ذخیره آب ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت می‌باشد. لذا آگاهی از بارندگی‌های محتمل در این ماه‌ها می‌تواند نقشه مهمی در طراحی‌ها برای احداث سطوح آبگیر ایفا نماید.

۱-۱-۵- رطوبت نسبی

رطوبت نسبی که به صورت بخار آب در هوا وجود دارد از دیگر عناصری است که در ارتباط مستقیم با درجه حرارت و بارش قرار دارد و عبارت است از رطوبت موجود در هر واحد حجم هوا به حداکثر رطوبتی که هوا می‌تواند در آن درجه حرارت در خود جای دهد و غالباً به درصد بیان می‌شود. شناخت میزان رطوبت نسبی یک منطقه در مطالعات هواشناسی، به خصوص در برآورد میزان تبخیر و تعرق یک منطقه اهمیت فراوانی دارد. در مطالعات حاضر از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک سلماس، ارومیه، مهاباد، مرند، سهند و بناب (به لحاظ قرار گرفتن محدوده مطالعاتی در بین این ایستگاه‌ها) استفاده گردید.

به طور کلی حداکثر رطوبت نسبی سالانه در سردترین ماه سال و حداقل آن در گرم‌ترین ماه سال اتفاق می‌افتد. آمار رطوبت نسبی برای ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی برای سه نوبت در روز ثبت می‌شود. به منظور مقایسه بهتر وضعیت رطوبت نسبی در منطقه مورد مطالعه، مقادیر میانگین رطوبت نسبی ماهانه برای ایستگاه‌های سینوپتیک با میانگین‌گیری بین رطوبت نسبی در سه نوبت در جدول (۲-۳) آمده است.

۱-۱-۶- ساعات آفتابی

یکی از پارامترهایی که برای شناخت رژیم دمایی منطقه در مطالعات منابع آب دارای اهمیت است میزان میانگین ساعات آفتابی منطقه می‌باشد. اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری ساعات آفتابی فقط در ایستگاه‌های سینوپتیک اندازه‌گیری می‌شود. جدول (۱-۴) متوسط مجموع ساعات آفتابی ماهانه (n) و عدد تئوریك ساعات آفتابی (N) و نسبت بین این دو عدد n/N را برای ایستگاه‌های سینوپتیک واقع در محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.

همانطور که در جدول (۱-۴) مشاهده می‌شود متوسط کل ساعات آفتابی سالیانه در ایستگاه‌های سینوپتیک مرند، سهند، بناب، سلماس، ارومیه و مهاباد به ترتیب معادل ۲۸۲۲، ۳۱۱۱، ۳۰۴۵، ۲۸۶۴، ۲۸۴۴ و ۲۸۷۲ ساعت بوده است. مقدار نسبت n/N بسته به میزان ابری بودن، رطوبت هوا، غبار، آلودگی هوا و همچنین وجود موانع اطراف متغیر است. میزان ابری بودن در ماه‌های سرد سال بیشتر از ماه‌های گرم سال می‌باشد. به همین دلیل نسبت ساعات آفتابی در فصول گرم بیشتر از فصول سرد است. در شرایطی که رطوبت و غبار یا آلودگی ناچیز باشد و هوا بدون ابر باشد نسبت n/N برابر یك خواهد بود. هر چقدر درصد ابری بودن هوا بیشتر و رطوبت و غبار آلودگی زیادتر باشد، نسبت مذکور کمتر می‌باشد.

		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالیانه
مرند	میانگین متوسط رطوبت نسبی	۷۲	۶۲	۵۲	۵۱	۴۹	۳۸	۳۵	۳۴	۳۷	۴۷	۶۲	۷۲	۵۱
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۸۲	۷۵	۶۷	۶۸	۶۶	۵۴	۴۸	۴۷	۵۰	۶۰	۷۳	۸۲	۶۴
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۶۲	۵۱	۴۱	۳۸	۳۶	۲۶	۲۵	۲۳	۲۷	۳۶	۵۲	۶۳	۴۰
سهند	میانگین متوسط رطوبت نسبی	۷۳	۶۲	۵۴	۴۹	۴۶	۳۵	۳۶	۳۲	۳۴	۴۲	۵۸	۶۸	۴۹
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۸۵	۷۸	۷۱	۶۸	۶۵	۵۱	۵۱	۴۷	۴۸	۵۶	۷۱	۸۰	۶۴
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۶۰	۴۹	۳۹	۳۳	۳۰	۲۱	۲۲	۱۹	۲۱	۳۰	۴۵	۵۴	۳۵
بناب	میانگین متوسط رطوبت نسبی	۷۲	۶۳	۵۱	۵۰	۴۴	۳۴	۳۳	۳۳	۳۴	۴۳	۶۲	۷۰	۴۹
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۸۵	۸۲	۷۵	۷۵	۶۹	۵۵	۴۹	۵۰	۵۴	۶۵	۸۲	۸۴	۶۹
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۵۹	۴۹	۳۷	۳۶	۳۰	۲۳	۲۴	۲۳	۲۲	۲۹	۴۶	۵۶	۳۶
سلماس	میانگین متوسط رطوبت نسبی	۷۵	۷۰	۵۸	۵۷	۵۵	۴۴	۴۲	۳۹	۴۵	۵۵	۶۷	۷۳	۵۶
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۸۷	۸۵	۷۸	۷۸	۸۰	۶۹	۶۴	۶۰	۶۵	۷۵	۸۴	۸۶	۷۶
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۵۹	۵۲	۳۹	۳۹	۳۶	۲۷	۲۶	۲۴	۲۸	۳۵	۴۷	۵۷	۳۹
ارومیه	میانگین متوسط رطوبت نسبی	۷۶	۷۲	۶۴	۵۹	۵۷	۵۰	۴۸	۴۸	۴۹	۵۹	۷۰	۷۵	۶۰
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۸۷	۸۶	۸۲	۸۰	۷۹	۷۱	۶۸	۶۷	۷۰	۷۸	۸۶	۸۷	۷۸
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۶۰	۵۴	۴۵	۴۰	۳۷	۳۱	۳۰	۲۹	۳۰	۳۸	۴۹	۵۸	۴۲
مهاباد	میانگین متوسط رطوبت نسبی	۷۳	۶۸	۶۰	۵۵	۵۰	۳۸	۳۸	۳۶	۳۶	۵۰	۶۳	۶۹	۵۳
	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۸۶	۸۳	۸۰	۷۷	۷۳	۵۹	۵۶	۵۴	۵۵	۷۰	۸۱	۸۴	۷۲
	میانگین حداقل رطوبت نسبی	۵۷	۵۱	۴۱	۳۶	۳۱	۲۲	۲۴	۲۱	۲۰	۳۱	۴۳	۵۲	۳۶

جدول ۱ - ۳- مقادیر میانگین رطوبت نسبی ماهانه برای ایستگاه‌های سینوپتیک

		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
مرند	n	۴/۲	۵/۷	۶/۲	۶/۹	۸/۰	۱۱/۹	۱۱/۵	۱۱/۶	۱۰/۲	۷/۶	۵/۲	۳/۷
	N	۹/۸	۱۰/۸	۱۱/۹	۱۳/۲	۱۴/۲	۱۴/۸	۱۴/۵	۱۳/۶	۱۲/۵	۱۱/۲	۱۰/۱	۹/۵
	n/N	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۵	۰/۴
سهند	n	۴/۵	۶/۶	۶/۹	۷/۹	۹/۷	۱۲/۵	۱۱/۹	۱۱/۸	۱۰/۷	۸/۲	۶/۵	۴/۹
	N	۹/۸	۱۰/۸۲	۱۱/۹	۱۳/۲۲	۱۴/۲۴	۱۴/۸	۱۴/۵۴	۱۳/۶۲	۱۲/۴۶	۱۱/۲۴	۱۰/۱۲	۹/۵
	n/N	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۷	۰/۶	۰/۵
بناب	n	۴/۱	۵/۸	۶/۹	۷/۳	۹/۹	۱۳/۰	۱۲/۴	۱۲/۱	۱۰/۷	۷/۷	۵/۷	۴/۳
	N	۹/۹	۱۰/۹	۱۱/۹	۱۳/۲	۱۴/۲	۱۴/۷	۱۴/۵	۱۳/۶	۱۲/۴	۱۱/۳	۱۰/۲	۹/۶
	n/N	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۷	۰/۶	۰/۴
سلماس	n	۴/۷	۵/۸	۶/۶	۶/۸	۸/۵	۱۱/۱	۱۱/۳	۱۰/۸	۹/۸	۷/۳	۶/۳	۵/۲
	N	۹/۸	۱۰/۸	۱۱/۹	۱۳/۲	۱۴/۲	۱۴/۸	۱۴/۵	۱۳/۶	۱۲/۴	۱۱/۲	۱۰/۱	۹/۵
	n/N	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵
ارومیه	n	۴/۰	۵/۴	۶/۰	۶/۹	۸/۹	۱۱/۶	۱۱/۸	۱۱/۲	۱۰/۰	۷/۴	۵/۸	۴/۲
	N	۹/۹	۱۰/۹	۱۱/۹	۱۳/۲	۱۴/۲	۱۴/۷	۱۴/۵	۱۳/۶	۱۲/۴	۱۱/۳	۱۰/۲	۹/۶
	n/N	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۴
مهاباد	n	۴/۳	۵/۴	۶/۳	۷/۲	۹/۵	۱۱/۶	۱۱/۸	۱۰/۸	۹/۶	۷/۳	۶/۰	۴/۵
	N	۱۰/۰	۱۰/۹	۱۱/۹	۱۳/۱	۱۴/۱	۱۴/۶	۱۴/۴	۱۳/۵	۱۲/۴	۱۱/۳	۱۰/۲	۹/۷
	n/N	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵

جدول ۱- ۴- مجموع ساعات آفتابی ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در محدوده مطالعاتی

۱-۱-۷- اقلیم‌شناسی

اقلیم یا کلیما نتیجه تأثیر توام پدیده‌های هواشناسی است که در مدت زمان طولانی و در تطابق با موقعیت جغرافیایی هر ناحیه پدیدار می‌شود و حالت متوسط اتمسفر یک ناحیه دلخواه را بیان می‌کند. درجه حرارت، بارندگی، رطوبت، فشار هوا، باد، تبخیر و پدیده‌های مختلف دیگر از عناصر آب و هوایی محسوب می‌شوند که تحت تأثیر عواملی مانند طول و عرض جغرافیایی، پستی و بلندی، دوری یا نزدیکی به دریا ارتفاع از سطح دریا قرار می‌گیرند؛ توده‌های هوا نیز بر آن اثر گذاشته و تغییرات و اختلافات آب و هوایی را در مکان‌های مختلف به وجود می‌آورند و حاصل این وضع پیدایش اقلیم‌های متنوع است. تقسیم‌بندی‌های اقلیمی متعددی وجود دارد که شامل دو روش کلی فرمول‌ها و ضرایب اقلیمی (نظیر روش‌های کوپن، دومارتن، بارات، ترنت وایت و سلیانینوف) و نمودارهای اقلیمی (نظیر منحنی‌های آمبروترمیك، هایترگراف و آمبرژه) می‌باشد. در ادامه اقلیم منطقه مورد مطالعه بر اساس آمار ایستگاه‌های سینوپتیک به چند روش متداول تقسیم‌بندی اقلیم تعیین می‌شود.

۱-۱-۷-۱- روش دومارتن

دومارتن بین درجه حرارت و مقدار رطوبت رابطه تجربی زیر را ارائه داده است:

رابطه (۱-۱)

$$Q=\frac{۲۰۰۰\ p}{M^{۲}-m^{۲}}$$

که در این رابطه:

I= ضریب خشکی

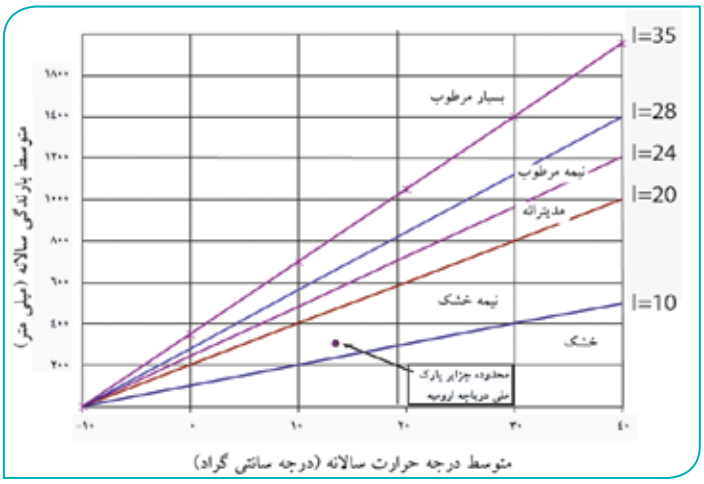
T =متوسط درجه حرارت سالانه (درجه سانتی‌گراد)

p= متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)

بر این اساس ۶ نوع اقلیم را می‌توان مشخص نمود که عبارت است از:

خشك	I>۱۰	نیمه مرطوب	۲۴>I>۲۸
نیمه‌خشك	۱۰>I>۲۰	مرطوب	۲۸>I>۳۵
مدیترانه‌ای	۲۰>I>۲۴	بسیار مرطوب	I <۳۵

شکل (۱-۳) اقلیم منطقه مورد مطالعه جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه را با استفاده از روش دومارتن نشان می‌دهد.



شکل ۱- ۳- اقلیم منطقه مورد مطالعه جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه با استفاده از روش دومارتن

بارندگی سالیانه منطقه مورد مطالعه با توجه به اینکه در بین شش ایستگاه سینوپتیک و در بین پارک ملی دریاچه ارومیه واقع شده است با میانگین‌گیری وزنی از میزان بارندگی ایستگاه‌های سینوپتیک واقع شده در محدوده مورد مطالعه معادل ۲۹۷ میلی‌متر و درجه حرارت متوسط سالانه معادل ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بدین ترتیب ضریب خشکی ۱۳/۲۶ خواهد بود و اقلیم منطقه بر اساس روش دو مارتن نیمه‌خشک محسوب می‌شود.

۱-۱-۷-۲- روش آمبرژه

آمبرژه بر اساس تجربیات خود اقلیم نمایی را تهیه کرد که عوامل تعیین کننده اقلیم در آن عبارتند از:

M: میانگین حداکثرهای درجه حرارت در گرم‌ترین ماه سال (درجه کلوین)

m: میانگین حداقل‌های درجه حرارت در سردترین ماه سال (درجه کلوین)

P: میانگین بارندگی سالیانه (میلی‌متر)

که با محاسبه ضریب رطوبتی Q از رابطه (۱-۲)، می‌توان با استفاده از جدول (۱-۵) اقلیم منطقه مورد مطالعه را تعیین نمود.

رابطه (۱-۲)

$$Q = \frac{۲۰۰۰\ p}{M^{۲} - m^{۲}}$$

نوع اقلیم	مقدار Q
بیابانی	کوچکتر از ۱۰
خشک	۱۰ تا ۲۸
نیمه‌خشک	۲۸/۱ تا ۳۸
نیمه‌مرطوب	۳۸/۱ تا ۵۵
مرطوب	۵۵ تا ۱۱۰
خیلی مرطوب	بیشتر از ۱۱۰

جدول ۱- ۵- طبقه‌بندی اقلیم نمای آمبرژه

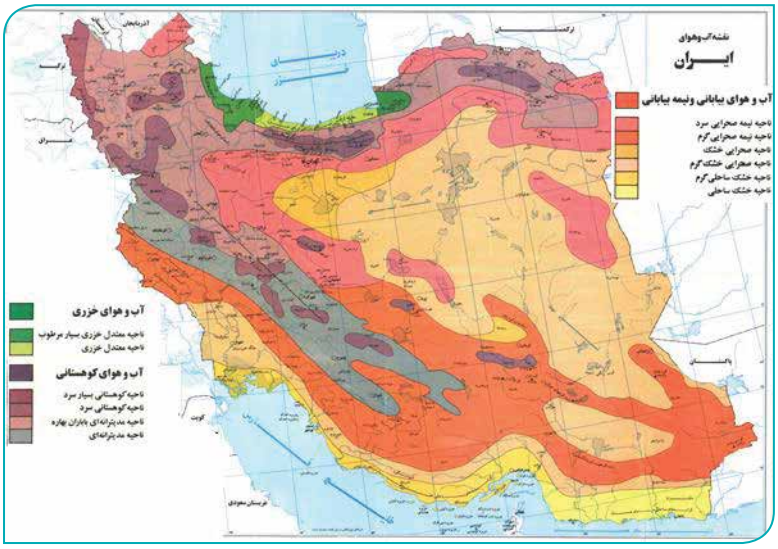
مقادیر M و m به ترتیب معادل ۳۱۲ و ۲۶۴/۸ درجه کلوین و P معادل ۲۹۷ میلی‌متر می‌باشد لذا شاخص Q معادل ۲۱/۸ است. بر اساس اقلیم نمای آمبرژه منطقه طرح در اقلیم خشک واقع می‌شود.

۱-۱-۷-۳- اقلیم به روش نشریه ۳-۱۱۷

بر اساس جدول (۱-۶) و شکل (۱-۴) که برگرفته از نشریه ۳-۱۱۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور می‌باشد، منطقه مطالعاتی جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه، در منطقه مدیترانه‌ای با باران بهاره واقع شده است.

شماره	نوع منطقه آب و هوایی
۱	ناحیه معتدل خزری بسیار مرطوب
۲	ناحیه معتدل خزری
۳	ناحیه کوهستانی بسیار سرد
۴	ناحیه کوهستانی سرد
۵	ناحیه مدیترانه‌ای با باران بهاره
۶	ناحیه مدیترانه‌ای
۷	ناحیه نیمه صحرایی سرد
۸	ناحیه نیمه صحرایی گرم
۹	ناحیه صحرایی خشک
۱۰	ناحیه صحرایی خشک گرم
۱۱	ناحیه خشک ساحلی گرم
۱۲	ناحیه خشک ساحلی

جدول ۱- ۶- ضریب حداکثر روزانه در مناطق مختلف آب و هوائی کشور



شکل ۱- ۴- تقسیمات اقلیمی ایران

۱-۲- وضعیت جغرافیایی و توپوگرافی محدوده مطالعاتی

۱-۲-۱- جزیره کبودان

جزیره کبودان با وسعت ۳۱۲۵ هکتار، بزرگ‌ترین جزیره پارک ملی دریاچه ارومیه می‌باشد (شکل ۲-۵). زرزا با بلندی ۱۵۰۰ متر، گل دره با بلندی ۱۵۰۰ متر و قره داغ با بلندی ۱۴۲۷ متر ارتفاعات این جزیره محسوب می‌شوند. همچنین قوچ دره‌سی، جن‌ها، حسن‌آقا و گل دره؛ دره‌های معروف این جزیره هستند. این جزیره دارای سه چشمه بوده که آب مورد نیاز وحوش و همچنین آب مصرفی پرسنل محیط زیست (محیط بانان) و سایر مراجعه کنندگان را تأمین می‌نمایند. این چشمه‌ها عبارتند از:

الف) چشمه دام دامه: این چشمه تقریباً در ضلع شمال غربی جزیره و در ارتفاعات مشرف به تاسیسات جزیره واقع شده و دارای آبدهی متوسط ۳۰۰۰ الی ۴۰۰۰ لیتر در شبانه روز می‌باشد. آب این چشمه به صورت قطره قطره از سقف غار کم عمقی پایین می‌ریزد و پس از جمع‌آوری از طریق لوله به آب انبارهای احداثی به ظرفیت ۱۵۰ متر مکعب هدایت می‌گردد. قسمتی از آب ذخیره شده در مخازن به یک آبشخور هدایت می‌گردد تا به مصرف وحوش جزیره برسد و بخشی نیز از طریق لوله‌ها به تاسیسات جزیره جهت مصرف بازدید کنندگان و پرسنل پارک ملی هدایت می‌گردد.

ب) چشمه شکاربان: این چشمه با آبدهی حدود ۷۰۰ لیتر در شبانه روز در مبدا دره مهم و حساس

قوچ‌درسی واقع شده است. در پایین دست این چشمه آبشخور احداث شده و تمام آب چشمه جهت استفاده حیات وحش به آن هدایت می‌گردد. البته آب این چشمه بیشتر مورد مصرف قوچ‌های مسن و محتاط قرار می‌گیرد.

ج) چشمه کهریز: این چشمه در منتهی الیه ضلع شرقی جزیره کبودان واقع شده و میزان آبدهی آن ۴۰۰۰ الی ۵۰۰۰ لیتر در شبانه روز (حدوداً ۲/۸ تا ۳/۵ لیتر در دقیقه) می‌باشد. آب این چشمه نیز از طریق لوله به آبشخور جهت مصرف حیات وحش هدایت می‌گردد. به دلیل آرامش و سکوت مطلقی که در محدوده اطراف این چشمه وجود دارد تعداد زیادی از جمعیت قوچ و میش را به خود جلب می‌کند.

شکل ۱- ۵- نمای کلی جزیره کبودان

۱-۲-۲- جزیره اسپیر

جزیره اسپیر با مساحت ۱۱۵۰ هکتاری، سومین جزیره بزرگ دریاچه ارومیه بوده و از نظر زمین‌شناسی کلاً آهکی می‌باشد. بر اساس بررسی‌ها و مشاهدات، جزیره فوق تنها دارای یک چشمه آب شیرین با آبدهی بسیار کم بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ لیتر در شبانه‌روز می‌باشد. ضمناً این جزیره نیز دارای سنگ‌آب‌های متعددی بوده و آب باران در گودی سنگ‌ها ذخیره می‌گردد. ساری تپه با بلندی ۱۴۲۲ متر بلندترین ارتفاع این جزیره است. همچنین اسکله و کت درسی دره‌های معروف این جزیره هستند (شکل ۱-۶).

شکل ۱- ۶- نمای کلی جزیره اسپیر

۱-۲-۳- جزیره آرزو

مساحت جزیره آرزو ۵۴۵ هکتار است و از نظر وسعت در بین جزایر این پهنه آبی مقام چهارم را دارد. این جزیره نیز مانند سایر جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه از سنگ آهک تشکیل شده و در آن چشمه وجود ندارد (شکل ۱-۷).

شکل ۱- ۷- نمایی کلی از جزیره آرزو

۱-۳- خاک‌شناسی و زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی

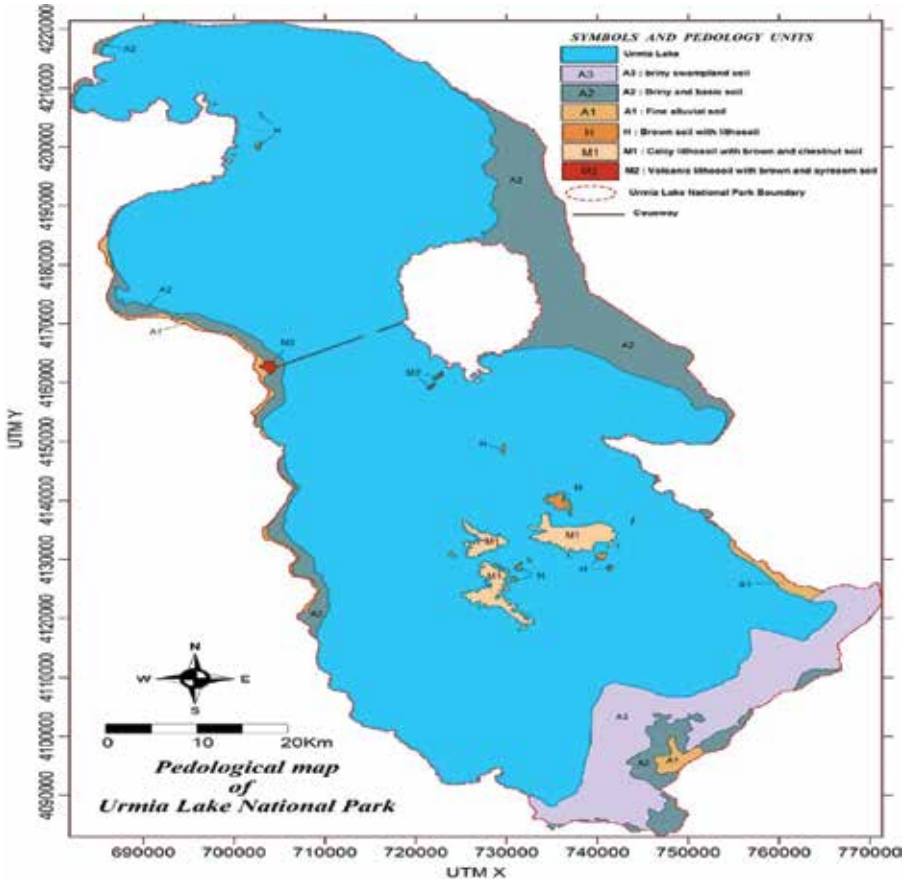
۱-۳-۱- خصوصیات خاک‌شناسی

شوره‌زارهای دریاچه ارومیه به صورت اراضی پست و بسیار شور متشکل از خاک‌های عمیق، بافت سنگین تا نیمه‌سنگین و دارای زهکش نامناسب و قابلیت نفوذ آهسته هستند. خاک‌های شور حاشیه دریاچه در گروه خاک دشت‌ها و دره‌ها (Soils of the Plains and Valleys) و زیرگروه‌های: خاک‌های شور و سدیمی (Solonchak and Solonclz Solls)، خاک‌های باتلاقی شور (salt Marsh Soils)، خاک‌های آبرفتی شور (SalineAlluvialSoils)، خاک‌های آبرفتی بافت ریز(Fine-Textured Alluvial Soils) و خاک‌های مرطوب گیاخاکی و کم‌گیاخاکی (Low-Humic Gley and Humic Gley Soils) قرار می‌گیرند .(Dewan & Famouri, 1964)

بر اساس مطالعات انجام شده، خاک‌های شوره‌زارهای دریاچه ارومیه در دو رده درون منطقه‌ای (Intrazonal Soils) و برون منطقه‌ای (Azonal Soils)قرار می‌گیرند. بر پایه طبقه‌بندی قدیمی آمریکایی رده اول شامل دو زیر رده خاک‌های شور ریخت (Halomorphic Soils) با گروه‌های بزرگ خاک‌های شور و سدیمی و زیر رده خاک‌های آب ریخت (Hydromorphic) با گروه‌های بزرگ خاک‌های مرطوب گیاخاکی و کم‌گیاخاکی می‌باشد. رده برون منطقه‌ای شامل گروه بزرگ خاک‌های آبرفتی (Alluvial Soils) است (صمدی (۱۳۴۳ الف و ب)، حاجوی (۱۳۵۵)، محمدی (۱۳۵۵)، زومار (۱۳۷۲) و فرامرزنیا (۱۳۷۲).

در روش جدید طبقه‌بندی آمریکایی این گروه‌های خاک در سه رده Inceptisols، Entisols و Aridisols قرار می‌گیرند (بای بوردی و کوهستانی، ۱۳۶۰). خاک‌های آبرفتی در رده اول و زیر رده Fluvents، خاک‌های مرطوب گیاخاکی و کم‌گیاخاکی در رده دوم و زیر رده Aquepts و سایر خاک‌های منطقه در رده سوم و زیر رده Orthids طبقه‌بندی می‌شوند.

خاک‌های منطقه مورد مطالعه به علت پیش‌روی آب دریاچه در فصول پر باران، بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی شور، جریان رودخانه‌های شور، کمی بارش‌ها برای خاکشویی، زهکشی ضعیف خاک، از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی و اثر آن بر حاشیه، شور گردیده‌اند (شکل ۱-۸). از مهم‌ترین علل شوری آب‌های زیرزمینی می‌توان به وضعیت خاص حوضه‌ی آبریز دریاچه (بسته بودن آن)، ویژگی خاص زمین‌شناسی مناطق تبخیری، شیب بسیار کم جاینگاری (Topography) به ویژه در شرق دریاچه و غیره اشاره کرد.



شکل ۱- ۸- خاك‌شناسی دریاچه ارومیه

۱-۳-۲- خصوصیات زمین‌شناسی

در مورد پیدایش دریاچه ارومیه نظریه‌های مختلف ارائه شده است. نخست اینکه دریاچه ارومیه به نسبت جوان است و بعد از آخرین فعالیت‌های یخچالی و بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی پدید آمده است (قنبری، ۱۳۷۰). برخی اعتقاد دارند که دریاچه یك چین زمین‌شناسی است و طبقات رسوبی به سمت مرکز دریاچه امتداد دارند. نظریه دیگر آن است که پس از تشکیل حوضه‌های نوزای (neogene) آذربایجان و فعالیت گسل تبریز در میوسن میانی، چاله تبریز - ارومیه به وسیله

نهشته‌های (deposites) دریاچه‌ای پوشیده شده است که به این لحاظ می‌توان آن را به اواخر دوره پلیوسن نسبت داد (خورشید دوست، ۱۳۶۸). بر پایه این نظریه در فاصله زمانی طولانی دوره یخچالی که دوران چهارم دیرینه را از بحران‌های آب و هوایی آن جدا می‌کند، تراس‌هایی پدیدار شده‌اند که پایین‌ترین آن ناشی از آخرین مرحله آب و هوایی سرد و مرطوب بوده است و می‌توان آن را با تاردی گلاسیر (Tardiglaciaire) همزمان دانست. چون در طول دوره‌ی یخچالی دوران چهارم این بخش از ایران تحت تاثیر پر فشار قطبی و دارای اقلیمی سرد بوده است، عملکرد فرسایش با حاکمیت قلمرو سولی فلوکشن (Solifluction) مشخص می‌شده است. اما در دوره‌های بین یخچالی تحت تاثیر قلمرو فرسایش بارانی بوده است. در این که تحولات دوران چهارم تراس‌هایی را به وجود آورده است همه توافق دارند. از نظر میزان گسترش آب، وسعت دریاچه در دوره پلیوستوسن (دوران چهارم) خیلی بیش‌تر از امروز بوده است و سطح امروزی آن در حدود ۳۵۰ متر پایین‌تر از آن زمان است. بنابراین در دوران چهارم به موازات تحولات اقلیمی سطح آن به طور دائم تغییر کرده است. شواهد این تغییرات را می‌توان به صورت پله‌ها و تراس‌هایی در اطراف دریاچه پیدا کرد.

از نظر زمین‌شناسی، شوره‌زارهای دریاچه متشکل از رسوب‌های آبرفتی و دشت‌های ساحلی به صورت باتلاق‌های نمکی است که از این لحاظ به دوران کواترنری نسبت داده می‌شود. در بخش‌هایی از شوره‌زارها تشکیلات سنگ آهك خاکستری سفید رنگ معادل سازند قم و همچنین تشکیلات آندریت و سنگ‌های متوسط همراه آن با برش‌های آتشفشانی (Volcanic breccia) مربوط به دوره میوسن مشاهده شده است (علوی نائینی و همکاران، ۱۳۶۴).

جزایر مورد مطالعه نیز غالباً از سنگ‌های آهکی و مارنی متعلق به الیگوسن (oligomiocen marly limestone) تشکیل یافته‌اند (شکل ۱-۹).

۱-۴- وضعیت پوشش گیاهی

۱-۴-۱- وضعیت پوشش گیاهی در جزیره کبودان

جزیره کبودان منطقه‌ای کوهستانی با سیمایی استپی و درختان پراکنده است. این جزیره دارای ارتفاعات و دره‌هایی است که زیستگاه تعداد زیادی قوچ و میش ارمنی می‌باشد.

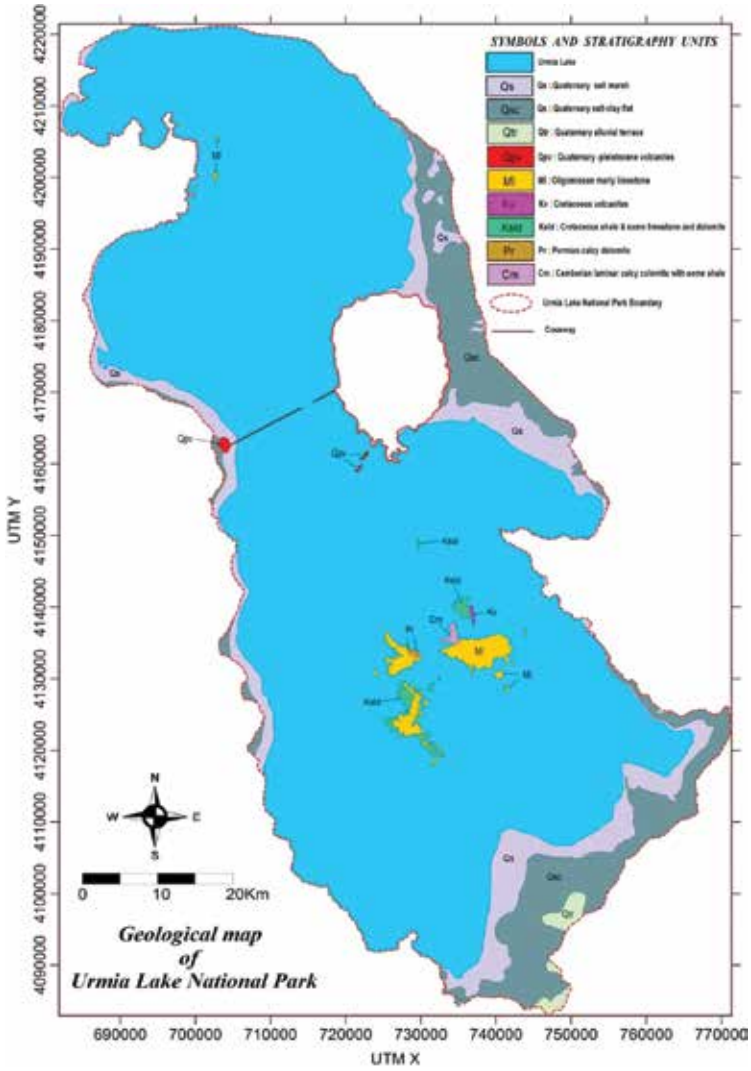
جزیره کبودان در مقایسه با جزیره اشك از تراکم پوشش گیاهی کمتری برخوردار است ولی از نظر تنوع گونه‌ای چندان تفاوتی ندارند. بجز آنکه در دماغه شرقی جزیره در دامنه‌ای رو به شمال غرب، جامعه کوچکی از درختان ارس مشاهده می‌شود. همراه ارس (Juniperus polycarpus) گونه‌های علفی و درختچه‌ای کوچکی نظیر گونه‌های ذیل در ارتفاعات ۱۵۰۰ متر مشاهده می‌شوند:

(Astragalus (tracacantha Dianthus orientalis

Hymenocrater butiminosus Eryngium billardieri

Prunus pseudoprostrata Daphne mucronata

Atraphaxis spinosa Thymus fedtschenkoi



شکل ۱- ۹- زمین‌شناسی دریاچه ارومیه و جزایر

عموماً جامعه‌های بنه و تنگرس در این جزیره از تراکم کمی حدود ۱ تا ۵ درصد برخوردارند. بسیاری از درختان از قدیم قطع شده و از بین رفته‌اند ولی گاهی کنده یا قسمت‌های پایین کنده‌های درختان باقی مانده‌اند. با توجه به اینکه در جزیره کبودان و اشك قطر اکثر درختان ۱۶ تا ۱۸ سانتیمتر است بنابراین عمر آنها ۳۶ تا ۴۱ سال برآورد می‌گردد. از مجموعه اندازه‌گیری‌های به عمل آمده می‌توان چنین نتیجه گرفت که در زمانی بین ۳۳ تا ۴۰ سال پیش، درختان جزایر به استثنای چند درخت قطور باقی‌مانده، همگی به منظور ذغال‌گیری نابود شده‌اند. درختان جوان موجود همه (به استثنای چند درخت) دانه زاد می‌باشند و در زمان قطع برای ذغال‌گیری بسیار جوان و ۱ تا ۵ ساله بوده و برای ذغال‌گیری مناسب نبوده‌اند. آن تعداد کم درخت مسن که از قطع کامل جان سالم به در برده‌اند قطورتر از میانگین جزیره‌اند و قطورترین آنها ۷۸ سانتی‌متر قطر دارند.

به طور کلی وضعیت پوشش گیاهان علفی در مقایسه با میزان بارندگی خوب بوده ولی در صورت افزایش قوچ و میش خطر انهدام پوشش گیاهی وجود دارد. به همین منظور اداره کل حفاظت محیط زیست همیشه برنامه‌های خاصی جهت تعدیل جمعیت قوچ و میش این جزیره برنامه‌ریزی می‌نماید.

۱-۴-۲ وضعیت پوشش گیاهی در جزیره اسپیر

جزیره اسپیر به عنوان سومین جزیره دریاچه در شمال جزیره اشك و غرب جزیره کبودان قرار داشته و سیمایی مشابه با کبودان دارد ولی از پستی و بلندی کمتری برخوردار می‌باشد؛ پوشش جنگلی آن نیز از کبودان متراکم‌تر و از اشك کم پشت‌تر است. پوشش گیاهی جزیره ۵ تا ۱۲ درصد بوده و بنه گونه غالب و قابل توجه آن را تشکیل می‌دهد. ارتفاع متوسط درختان بین ۳ تا ۴ متر اندازه‌گیری شده است.

۱-۴-۳ وضعیت پوشش گیاهی جزیره آرزو

جزیره آرزو در شمال جزیره کبودان قرار دارد و بر عکس سه جزیره قبلی چندان پر درخت نبوده و پستی و بلندی کمتری دارا می‌باشد. این جزیره از نظر تراکم و ابعاد درختان نیز فقیرتر از سه جزیره قبلی بوده و درخت اصلی آن را بنه تشکیل می‌دهد. تاج پوشش این درختان بین ۲ تا ۷ درصد بوده و ارتفاع آنها به طور متوسط ۳ تا ۴ متر اندازه‌گیری شده است. از گونه‌های دیگری که در جزیره یافت می‌شود می‌توان گونه Rhamnus pallasii را نام برد.

۱-۵- وضعیت حیات وحش جانوری

۱-۵-۱- پستانداران

در جزایر پارک ملی از پستانداران دو گونه زیست می‌کند که از گونه‌های بسیار مهم حیات وحش کشور و از گنجینه‌های ذخایر ژنتیکی کشور ایران می‌باشند.

- گوزن زرد ایرانی

در میان پستانداران وحشی، گوزن‌ها یکی از جذاب‌ترین جانوران با پراکندگی جهانی هستند که در راسته زوج‌سمان یا آرتیوداکتیلا قرار دارند. این راسته شامل ۹ خانواده و در حدود ۱۷۱ گونه می‌باشند. در خانواده گوزن‌ها ۱۶ جنس و ۲۷ گونه در دنیا وجود دارد. بر اساس بقایای فسیلی و نشانه‌های زیستی معلوم شده است که گوزن‌ها ابتدا در اوایل دوره الیگوسن در آسیا زیست می‌کرده‌اند و سپس به تدریج پراکندگی خود را تا اوایل دوره میوسن به آمریکای شمالی گسترش داده‌اند.

یکی از ۱۶ جنس در خانواده گوزن‌ها جنس داما می‌باشد که خود مشتمل بر چند گونه فسیلی و یک گونه گوزن زرد با دو زیر گونه یکی گوزن زرد ایرانی و دیگری گوزن زرد اروپایی است.

گوزن زرد ایرانی که یکی از نادرترین گوزن‌های دنیا محسوب می‌شود، از گونه اروپایی بزرگ‌تر بوده ولی شاخ‌هایش به پهنا و گستردگی شاخ‌های گونه اروپایی نمی‌باشد، رنگ دم نیز در دو گونه مورد بحث اندکی تفاوت دارد. علاوه بر وجود تمایز فوق، اختلافات جزئی دیگری نیز بین دو گونه وجود دارد که عمده‌ترین آن‌ها را می‌توان در ساختمان جمجمه مشاهده نمود، بدین معنا که انتهای فوقانی استخوان‌های بینی در گوزن زرد ایرانی پهن‌تر از گوزن زرد اروپایی است، و اتصال استخوان‌های آسیایی و فکی نیز در دو گونه متفاوت است. اگر چه اختلافات ذکر شده در دو حیوان باعث شده است که این دو از نظر رده‌بندی در دو گونه مجزا قرار گیرند، ولی برخی عقیده دارند که اختلافات بین این دو گوزن به قدری جزئی است که تنها دو حیوان را می‌توان در حد زیر گونه از یکدیگر جدا نمود. با اینکه پراکندگی این دو حیوان در شرایط فعلی از یکدیگر بسیار فاصله دارد اما یافته‌های فسیلی دلالت بر این دارند که در زمان‌های دور پراکندگی این دو در بعضی از قسمت‌ها با یکدیگر مشترك و یا با هم مجاور بوده است.

در گوزن زرد تنها جنس نر دارای شاخ می‌باشد که هر ساله در اواخر زمستان می‌افتد و شاخ جدید بلافاصله شروع به رشد می‌کند. رشد شاخ‌ها از زائده استخوانی که بر روی استخوان پیشانی وجود دارد شروع می‌شود، در زمان رشد روی شاخ‌ها را پوست نرم و مو داری پوشانیده است که عمدتاً نقش تغذیه شاخ‌ها را بر عهده دارد. زمانی که رشد شاخ‌ها کامل می‌شود، یعنی اواسط تابستان، این پوست خشك شده و می‌ریزد که در این هنگام تنها شاخ‌های اصلی باقی می‌مانند. این چرخه همه ساله در گوزن زرد و اکثر گونه‌های خانواده گوزن‌ها تکرار می‌شود. شاخ گوزن زرد از زوائد و شاخك‌های

متعددی تشکیل شده است.

رنگ گوزن زرد ایرانی معمولاً مخلوطی از زرد و قرمز است که در فصول مختلف سال تغییراتی در آن صورت می‌گیرد. در تابستان زرد مایل به قهوه‌ای روشن با خال‌های سفید در دو طرف خط تیره پشتی، و زمینه‌ای سفید در سطح شکم می‌باشد. در زمستان به علت رشد پشم در سطح بدن، رنگ حیوان به زرد مایل به قهوه‌ای تیره می‌گراید. اختلافات جزئی در رنگ بدن (پشم) در افراد مختلف یك جمعیت نیز ممکن است دیده شود که این تغییرات عمدتاً به تمرکز پیگمان‌های رنگی در موها و وضعیت فیزیکی حیوان بستگی دارد. معمولاً تمرکز پیگمان‌های رنگی در انتهای آزاد موها زیادتر است، به طوری که ابتدای مو به صورت کمرنگ دیده می‌شود. اندازه و بلندی مو در سطح بدن متفاوت است، معمولاً موهای دست و پا، روی سر، زیر شکم کوتاه‌تر از موهای گردن، اطراف سم، زیر شکم کوتاه‌تر از موهای گردن، اطراف سم و پیرامون دهان می‌باشد. تعویض یا ریختن مو (پشم) در گوزن زرد سالی دو بار انجام می‌شود. ابتدا در بهار پشم‌های زمستانی شروع به ریختن می‌کند و معمولاً از ناحیه گردن و دو طرف بالای ران شروع می‌شود. دومین ریزش مو در پاییز انجام می‌شود که حیوان در تدارك پشم زمستانی است.

در سطح بدن گوزن زرد تعدادی غدد معطر وجود دارد، نقش اصلی این غدد در گوزن زرد هنوز به خوبی روشن نشده است، با این حال وجود این غدد در بر قرار نمودن ارتباط بین افراد مختلف جمعیت این گونه بی‌تاثیر نمی‌باشد.

غدد بین انگشتی فوق مچی و بالاخره زیر چشمی که به طور زوج قرار دارند در دو جنس نر و ماده وجود داشته و تنها ممکن است در جنس نر غده دیگری در قسمت صفحه آلت تناسلی دیده شود.

تعداد دندان‌ها در حیوان بالغ ۳۲ عدد می‌باشد. تعداد ۲۰ دندان در آرواره پایین و ۱۲ دندان در آرواره بالا قرار گرفته است. ۸ دندان جلوئی در آرواره پایین را که از دندان‌های پیش و نیش تشکیل شده است، اصطلاحاً دندان‌های پیشین می‌نامند. دو دندان وسط از ۸ دندان جلوئی را اولین دندان‌های پیش می‌نامند که از بقیه دندان‌های پیش بزرگتر بوده و تقریباً ۲ برابر اندازه آن‌ها است. آرواره بالایی فاقد دندان‌های پیشین می‌باشد.

وزن بدن و اندازه‌های اعضا در گوزن‌های نر و ماده و همچنین در سنین مختلف متفاوت است. معمولاً گوزن نر بالغ وزنی در حدود ۸۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم دارد که از ماده‌های هم سن خود بزرگ‌تر است. طول بدن گوزن‌های نر با احتساب دم تا ابتدای پوزه از ۱۸۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع یا طول بلندی حیوان از ابتدای سم تا بر آمدگی شانه از ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر است.

جفت‌گیری معمولاً در شهریور ماه صورت می‌گیرد. کمی قبل از این زمان گوزن‌های بالغ تحت تأثیر شرایط محیطی و ترشحات هورمونی رفتار خاصی از خود نشان می‌دهند که رفتار جفت‌یابی

نامیده می‌شود. باید اضافه کرد که بیش‌ترین رشد شاخ‌های گوزن نر به علت ترشح هورمونی تستسترون در این زمان صورت می‌گیرد. معمولاً پس از جفت یابی در صورت آماده بودن حیوانات، جفت‌گیری آغاز می‌شود. علاوه بر رشد کامل شاخ، گوزن‌های نر از خود صدا تولید می‌کنند، و افزایش قطر گردن، انتشار بوی مخصوص در گوزن‌های نر از اختصاصات زمان جفت‌گیری است. از ابتدای بروز عادات و رفتار جفت‌یابی تا زمانی که گوزن نر قادر به جفت‌گیری و بارور سازی باشد مدتی به طول می‌انجامد این مدت را فصل جفت‌گیری یا فصل باروری می‌نامند. طول مدت فصل بارآوری در گوزن‌ها بستگی به شرایط و عوامل محیطی دارد و در جمعیت‌های مختلف متفاوت است. مدت آبستنی در گوزن‌های ماده معمولاً ۸ ماه به طول می‌انجامد. معمولاً رنگ نوزاد در مرحله تولید تیره‌تر از ماده خود می‌باشد. به طور متوسط طول عمر گوزن زرد ۱۵ سال برآورد می‌گردد.

در زمان‌های گذشته (حدود یکصد سال پیش) گوزن زرد ایرانی از مناطق جنوب غرب ایران تا کشورهای شرقی مدیترانه مانند لبنان، فلسطین، سوریه و عراق پراکندگی داشت و در ایران از نواحی جنگل‌های حاشیه رودخانه‌های خوزستان تا جنگل‌های بلوط سلسله جبال زاگرس زیست می‌کرده و دارای جمعیت قابل توجهی بوده است. اما عواملی مختلفی همچون افزایش جمعیت، شکار بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها باعث کاهش بیش از حد این گونه در زیستگاه‌های طبیعی فوق گردید به طوری که بعد از گذشت نیم قرن از زمان فوق، تصور می‌گردید که نسل گوزن زرد ایرانی منقرض شده است.

مطالعات تقریباً مفصلی در مورد گوزن زرد و زیستگاه آن، از سال ۱۹۵۵ به بعد توسط هالت نورث و دیگر افراد خارجی در منطقه خوزستان انجام پذیرفته است. در این بررسی‌ها معلوم شد که گوزن زرد ایرانی تنها در دو منطقه کوچك جنگلی که در مسیر رودخانه‌های دز و کرخه در استان خوزستان واقع‌اند، توانسته است به زندگی خود ادامه دهد. در واقع بقای گوزن زرد ایرانی را مدیون باقیمانده محدودی از جنگل‌های نیمه حاره‌ای خوزستان می‌دانستند.

بعد از اثبات وجود گوزن زرد ایرانی در منطقه دز و کرخه، با سعی و کوشش فراوان تعدادی از گوزن‌ها زنده‌گیری شدند و به زیستگاه‌های مختلف در سایر نقاط کشور (دشت ناز ساری و منطقه سمسکنده در جنوب شرقی ساری) و همین‌طور به باغ وحشی در آلمان منتقل نمودند. جمعیت گوزن زرد در زیستگاه دشت ساری تا سال ۱۳۵۶ افزایش چشمگیری پیدا نمود. در این هنگام نه تنها تولید گیاهی منطقه برای تغذیه گوزن‌ها کافی نبوده، بلکه علوفه و غذای دستی نیز الزامی بوده است. بنابراین ضرورت انتقال تعدادی از این گوزن‌ها به مناطق و زیستگاه‌های مناسب دیگر به چشم می‌خورد. از این رو در سال ۱۳۵۶ کارشناسان حیات‌وحش با همکاری شکاربانان سازمان حفاظت محیط زیست تعداد ۳ راس گوزن زرد را (۲ راس ماده و یك راس نر) زنده‌گیری و به جزیره اشك واقع

در پارك ملی دریاچه ارومیه انتقال داده و رها نمودند. همچنین در مهر ماه سال ۱۳۶۰ تعداد ۷ راس (۴ راس ماده و ۳ راس نر) و در مهرماه سال ۱۳۶۱ و در سومین مرحله، تعداد ۸ راس (۴ ماده و ۴ نر) گوزن زرد را از منطقه دشت ناز، زنده‌گیری و پس از انتقال به پارك ملی دریاچه ارومیه در جزیره اشك رها سازی نمودند. رهاسازی مرحله چهارم در شهریور ماه سال ۱۳۶۲ تعداد ۵ راس (۴ ماده و یك راس نر) انجام گرفته است. در مجموع تعداد ۲۳ راس گوزن زرد در جزیره اشك پارك ملی دریاچه ارومیه رها سازی گردیده است. در حال حاضر که حدوداً ۳۵ سال از رها سازی اولین جمعیت گوزن‌های زرد به جزیره اشك می‌گذرد، جمعیت این گونه به خوبی افزایش یافته و به حدوداً ۳۰۰ راس رسیده است که این موضوع حاکی از مساعد بودن وضعیت بسیار مناسب این زیستگاه و مدیریت صحیح آن می‌باشد، به طوری که به نظر می‌رسد باید سازمان حفاظت محیط زیست کشور در فکر انتقال تعدادی از گوزن‌ها به زیستگاه‌های دیگر در خارج از پارك ملی دریاچه ارومیه باشد (جدول ۱-۷).

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
جمعیت	۱۴۷	۲۰۰	۲۱۱	۲۴۱	۲۴۰	۲۶۱	۲۹۱	۳۰۶	۲۸۸	۳۲۱

جدول ۱- ۷- جمعیت گوزن زرد ایرانی در جزیره اشک دریاچه ارومیه

لازم به ذکر است که کاهش جمعیت مشاهده شده در فاصله سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۷ در نتیجه انجام پروژه زنده‌گیری و انتقال گوزن زرد از جزیره اشک به سایر زیستگاه‌های مستعد کشور به تعداد ۶۴ راس می‌باشد.

اگر چه جزیره اشک در محدوده مطالعاتی این پروژه قرار ندارد اما خشک شدن آب مابین جزیره اشک و سه جزیره بزرگ و چسبیدن آن‌ها به هم موجب شده گوزن زرد غیر از خروج از جزیره اشک به سمت ساحل غربی که در سال ۹۰ اتفاق افتاد و تلفاتی را نیز بر جای گذاشت، به سایر جزایر نزدیک نیز مهاجرت کند که البته آمار دقیقی از جمعیت در این جزایر وجود ندارد.

- قوچ و میش ارمنی (Ovis orientalis gmellini)

قوچ و میش ارمنی در فصل تابستان با موهای کوتاه و رنگ بدن قهوه‌ای روشن (کرم)، زیر شکم سفید و موهای کوتاه سینه و گلو سیاه رنگ است. در فصل زمستان بعضی قوچ‌ها دارای خال بسیار بزرگی از موهای سفید و خاکستری در قسمت پهلوها می‌باشند که آلاکم خوانده می‌شوند. در نرها شاخ دارای پیچش به طرف پشت گردن و مقطع عرضی آن مثلثی است و طول آن‌ها تا ۸۸/۵ سانتی‌متر دیده شده است.

این جانوران رژیم گیاه‌خواری دارند که نیازهای غذایی خود را با مصرف انواع زیادی از علوفه‌های کوتاه و اندام‌هایی از گیاهان مثل جوانه‌ها، برگ‌ها و گل‌ها که از نظر مواد غذایی غنی‌ترند، تامین می‌کنند. جنس‌های نر و ماده در طول دوره معین از سال جدا از یکدیگرند و نیز با توجه به تغییر مواد گیاهی مختلف در طول فصول از منابع غذایی مختلفی استفاده می‌کنند؛ جوان‌ها برای رشد سریع و ادامه زندگی نیاز به کسب انرژی و عناصر غذایی بیش‌تری دارند، که معمولاً با تغذیه مداوم نیازهای خود را تامین می‌کنند.

بر اساس مشاهدات صورت گرفته و مقایسه گوسفندان وحشی در مناطق آزاد و جزیره کبودان در پارك ملی دریاچه ارومیه، قوچ و میش‌های مناطق آزاد به علت تغذیه خوب و متنوع و سایر عوامل زیستی نسبت به قوچ و میش‌های جزیره کبودان، تندرست‌تر و شاداب‌تر و معمولاً جثه بزرگ‌تری پیدا کرده‌اند.

زمان جفت‌گیری و به دنیا آمدن بره‌ها را به علت تغییرات آب و هوایی نمی‌توان به طور دقیق مشخص نمود. در فصل جفت‌گیری، نر و ماده‌های بالغ (نرهای بیش از چهار سال) با هم مخلوط شده و معمولاً جفت‌گیری در کبودان از اواسط آذرماه تا اواسط دی‌ماه ادامه دارد.

میش‌ها قبل از رسیدن به بحران جنسی آمادگی جنسی را نداشته و در مواجهه با مزاحمت از سوی نرها با نشان دادن اعمالی نظیر ادرار، مدفوع و فرار حیوان نر را از آماده نبودن خود آگاه می‌نماید. قوچ با بوئیدن ادرار از وی جدا می‌شود. برای تصاحب ماده، قوچ نر با شاخ‌های بزرگ‌تر با انجام رفتارهای نمایشی (Display) قوچ نر جوان را تهدید نموده و با درگیری از میدان به در می‌کند. اگر چه نرهای غالب بیش‌تر فرصت جفت‌گیری با میش‌ها را می‌یابند ولی نرهای جوان نیز در فرصت‌های مناسب با ماده‌ها جفت‌گیری می‌کنند. طول دوران بارداری حدود پنج ماه و نیم بوده، و در اواخر اردیبهشت ماه و اوایل خرداد معمولاً ۳-۱ بره به دنیا می‌آورند. بر اساس مشاهدات گسترده، میش‌های ارمنی هنگامی که بیش از یك سال دارند، آمیزش کرده و اولین بره‌های خود را در دو سالگی به دنیا می‌آورند. میش‌های مسن‌تر بیش‌تر از میش‌های جوان دو قلو می‌زایند. بره‌ها چند ساعت بعد از تولد جست و خیز کنان به دنبال مادر راه می‌افتند و پس از چند روز می‌توانند به سرعت بدوند و تا چهار ماهگی از شیر مادر تغذیه می‌کنند.

قوچ و میش ارمنی در مقایسه با سایر گونه‌ها، فراوان‌ترین پستاندار علف‌خوار استان بوده که در سطح گسترده‌ای از جمله در جزایر کبودان، جزیره اسپیر پارك ملی دریاچه ارومیه و ارتفاعات و تپه ماهورهای ماکو، خوی، سلماس، ارومیه، بوکان، مهاباد و تکاب پراکنده می‌باشد. اگر چه باید اعتراف نمود در مناطق آزاد، جمعیت قوچ و میش از وضعیت خوبی برخوردار نمی‌باشد.

در پارك ملی جزیره کبودان هیچ‌گونه جانور گوشت‌خواری که از قوچ و میش‌ها تغذیه کند وجود

ندارد به همین جهت، جمعیت قوچ و میش‌ها در طی هر سال افزایش می‌یابد که به دلیل محدود بودن وسعت جزیره و همینطور محدود بودن پوشش گیاهی نیاز به تعدیل افزایش جمعیت قوچ و میش جزیره می‌باشد (جدول ۱-۸). این عمل معمولاً از دو طریق صورت می‌پذیرد: الف) صدور پروانه‌های ویژه شکار برای شکارچیان تا حدی که بتوان جمعیت را در یك حد مطلوب نگه داشت، ب) زنده‌گیری و رها سازی آن در مناطق آزاد خارج از جزیره.

در طی سال‌های گذشته به دلایلی چون: بیماری، امکان بروز جهش‌های ژنتیکی و مشکلات در منابع غذایی به دلیل بروز خشکسالی و...، جمعیت این گونه در نوسان بوده است. شکل (۱-۱۰) تغییرات جمعیت قوچ و میش ارمنی در جزیره کبودان را نشان می‌دهد.

سال	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
جمعیت	۱۳۰۴	۱۳۰۴	۷۵۰	۸۵۰	۷۳۷	۶۷۳	۹۳۰	۱۳۱۹	۱۴۰۷	۱۳۱۷	۱۳۳۷

جدول ۱-۸- جمعیت قوچ و میش ارمنی در جزیره کبودان دریاچه ارومیه

شکل ۱- ۱۰- تغییرات جمعیت قوچ و میش ارمنی در جزیره کبودان

۱-۵-۱-۱- جمعیت پستانداران جزایر دریاچه ارومیه

در حال حاضر آمار دقیقی از حیات وحش جزایر وجود ندارد. برای جزیره کبودان آخرین آمار سرشماری که در سال ۱۳۹۰ و برای گونه قوچ و میش انجام گرفته در حدود ۱۳۳۷ راس بوده است. بعد از این تاریخ و به دلیل خشک شدن جنوب دریاچه ارومیه و اتصال جزایر به یکدیگر، حیات وحش در بین جزایر پراکنده گردیده است. همچنین تعدادی از حیات وحش قوچ و میش و گوزن زرد از جزایر خارج و به بیرون از دریاچه مهاجرت نمودند که در بین راه تعدادی نیز تلف شدند که آمار دقیقی از جمعیت تلف شده وجود ندارد.

بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ نزدیک به ۱۳۳۷ راس قوچ و میش در جزیره کبودان زیست می‌کنند و چندین راس نیز در سه جزیره آرزو، اسپیر و اشک پراکنده شده‌اند. البته دلیل اصلی عدم ازدیاد جمعیت قوچ و میش در دو جزیره اسپیر و آرزو بیشتر به دلیل عامل محدود کننده منابع آبی می‌باشد. لذا به دلیل مشکلات مربوط به تردد به جزایر و همچنین جلوگیری از ایجاد استرس در زیستگاه‌های مذکور، امکان سرشماری حیات وحش در سه سال گذشته مقدور نبوده است.

در مورد گونه گوزن زرد نیز تا حدودی این موضوع صدق می‌کند. آخرین سرشماری گوزن زرد در جزیره اشک نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۷ تعداد ۳۲۱ راس در این جزیره زیست می‌کرده‌اند که البته به دلایل مختلف که شامل خروج از جزیره و تلفات بوده است جمعیت آن در این جزیره کاهش داشته و احتمال می‌رود چندین راس در جزیره اسپیر وجود داشته باشد.

۱-۵-۱- ۲- پرندگان شاخص جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه

در جزایر پارک ملی دریاچه ارومیه گونه‌های مختلفی از پرندگان زیست می‌کنند که بعضی از آن‌ها حتی در این جزایر جوجه‌آوری نیز می‌کنند. اما بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که تنها دو گونه شامل کبک و کلاغ برای نوشیدن آب به آبشخور می‌آیند که با توجه به میزان مصرف آن‌ها حجم قابل توجهی نداشته و در برآورد میزان مصرف حیات وحش از آن صرفه نظر می‌شود.

۱-۶- اثرات خشکسالی بر جمعیت حیات وحش جزایر دریاچه ارومیه

اثرات خشکسالی بر حیات وحش جزایر به طور خاص مطالعه نشده است. اما در طی سال‌های گذشته که با خشکسالی‌هایی مواجه بودیم پیامدهایی مشاهده شده است که برای غلبه بر آن‌ها اقداماتی از طرف متولی حفاظت و مدیریت حیات وحش جزایر انجام شده است. البته در طی سال‌های گذشته متاسفانه در چندین نوبت حیات وحش جزایر به خصوص گوزن زرد از جزایر به سمت سواحل حرکت نموده که چندین راس از آن‌ها خود را به سواحل جنوبی و جنوب غربی دریاچه رسانده بوده و از این بین متاسفانه تعدادی هم در مسیر تلف شده بودند.

یکی از اثرات خشکسالی طی سال‌های گذشته کاهش پوشش گیاهی جزایر بوده که دو گونه پستاندار این جزایر با مشکل کم غذایی مواجه کرده بودند. در راستای حل این مشکل اداره کل حفاظت محیط زیست استان اقدام به انتقال علوفه مورد نیاز حیات وحش به جزایر نموده است. از دیگر پیامدهای مشاهده شده طی سال‌های گذشته، اتمام منابع آبی مورد استفاده حیات وحش در جزایر بوده است که طی این سال‌ها بارها از طریق زمینی و هوایی اقدام به انتقال آب و رفع نیاز حیات وحش شده است.

در هر حال عمده‌ترین عوامل محدود کننده جمعیت حیات وحش در جزایر دریاچه ارومیه پوشش گیاهی و آب بوده که خود تاثیرپذیر از میزان بارندگی می‌باشد. در سال‌هایی که میزان بارندگی در سطح جزایر خوب بوده اولاً پوشش گیاهی سطح جزایر بسیار خوب رشد نموده و حیات وحش از نظر غذایی با کمبودی مواجه نبوده‌اند؛ ثانیاً میزان آبدهی چشمه‌های موجود افزایش یافته و آب انبارها از آب پر شده و در ماه‌های گرم سال که حیات وحش به آب نیاز دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۷- وضعیت ضریب رواناب در جزایر مورد مطالعه

بر اساس مطالعات حوضه‌های آبخیز جزیره کبودان، درصد سنگ مادر (سنگ آهک) در ارتفاعات هر سه حوضه آبریز در حدود ۶۰ درصد و ۴۰ درصد و بقیه سطح حوضه از خاک با ضخامت کم (۱ ۰/۲ متر) تشکیل یافته است. از این‌رو، آب باران پس از اشباع خاک از حد فاصل خاک و سنگ مادر به صورت نشتی، جریان یافته و به طرف خط القعر حوضه هدایت می‌گردد؛ در خط القعر حوضه‌ها و مخصوصاً در نواحی پست و مسطح، عمق خاک و رسوبات آبرفتی بیش از ۳ متر می‌باشد. به همین جهت در ارتفاعات ضریب جریان آب بیش از ۲۰ درصد بوده و در نتیجه میزان جریان آب در قسمت ارتفاعات حوضه‌ها بیشتر از مقدار گفته شده در منابع (۱۰ درصد) می‌باشد. ولی در نواحی مسطح و مخصوصاً در قسمت‌های انتهایی حوضه‌ها (نزدیک ساحل دریاچه) به علت زیاد بودن ضخامت خاک و رسوبات آبرفتی، علاوه بر آب بارندگی، قسمتی از آب سرازیر شده از ارتفاعات در مناطق مذکور نیز نفوذ نموده و به عبارت دیگر، میزان جریان سطحی به طرف انتهای حوضه آبریز کاهش می‌یابد. بر این اساس برای تمام حوضه‌ها ضریب جریان ۱۰ درصد انتخاب شده است (مطالعات ایجاد پارک طبیعت جزایر دریاچه ارومیه، ۱۳۷۰).

بررسی‌های میدانی و مطالعات نشان می‌دهد در جزایر مورد مطالعه مقدار آب شیرینی که به صورت جریان‌های سطحی در سطح حوضه‌ها جریان یافته و به دریاچه می‌ریزد با توجه به وسعت حوضه‌ها قابل ملاحظه بوده و اگر مقاطع مناسبی در حوضه‌ها شناسایی گردد، می‌توان آب شیرین به حد کافی ذخیره نمود. همچنین برای احداث مخازن ذخیره آب می‌توان از مصالح موجود در جزایر (سنگ آهک، خاک رس و شن و ماسه) نیز استفاده نمود.

در تمامی حوضه‌های آبریز جزایر مورد مطالعه به علت کوچکی حوضه‌ها و لحظه‌ای بودن جریان آب و عدم وجود امکانات و ایستگاه‌های هیدرومتری، هیچ‌گونه آمار و اطلاعاتی در مورد میزان جریان آب سطحی وجود ندارد و عملاً هیچگونه اقدامی در مورد محاسبه جریان‌های سطحی صورت نپذیرفته است. با این وجود طی بازدیدهای میدانی از حوضه‌های آبریز، مشاهده گردید که در خط القعر اکثر حوضه‌ها، داغاب و مسیر جریان آب‌های سطحی کاملاً مشخص و مشهود می‌باشد.

مخصوصاً در حوضه‌های آبریز که سطح حوضه‌ها عمدتاً از سنگ آهک (سنگ مادر) تشکیل گردیده است میزان جریان‌های سطحی قابل توجه خواهد بود.

بر عکس در حوضه‌های آبریز با ضخامت آبرفت نسبتاً زیاد و خاک نرم قسمت عمده آب حاصل از بارندگی تبخیر و یا در زمین نفوذ می‌کند، و در ادامه میزان جریان سطحی بسیار کم و به حداقل می‌رسد. ضمناً در فصول پائیز و زمستان به علت پائین بودن درجه حرارت محیط و بالا بودن رطوبت نسبی میزان تبخیر به حداقل می‌رسد و آمار موجود نشان می‌دهد حداکثر بارندگی در فصول پائیز و زمستان و دو ماهه اول فصل بهار اتفاق می‌افتد که میزان آن در حدود ۸۴ درصد کل بارندگی سالیانه می‌باشد.

قسمت عمده بارندگی در فصول مذکور به صورت جریان‌های سطحی به طرف دریاچه جریان یافته و نهایتاً به دریاچه می‌ریزد؛ بخشی از بارندگی نیز جذب زمین گشته و آب زیرزمینی جزایر و همچنین آب چشمه‌ها را تامین می‌نماید. قسمت عمده آب زیرزمینی جزایر، با توجه به توپوگرافی و وضعیت زمین‌شناسی جزایر به صورت جریان‌های زیرزمینی به دریاچه هدایت می‌گردد.

۱-۸- وضعیت مدیریت حفاظتی پارک ملی دریاچه ارومیه

در حال حاضر مدیریت حفاظتی در پارک ملی دریاچه ارومیه با ۱۹ نفر نیرو اداره می‌شود. از این تعداد دو نفر باغبان، یک نفر رئیس پارک و بقیه محیط‌بان پارک می‌باشند، که به صورت ۶ روز مداوم در پاسگاه‌های پارک ملی اقامت و کار حفاظت از پارک ملی را به عهده داشته و ۴ روز پس از آن استراحت می‌نمایند. پاسگاه‌های محیط‌بانی مورد نظر در جزایر کبودان و اشک احداث گردیده‌اند که برای اقامت محیط‌بانان و کارشناسان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۸-۱- نحوه تردد در داخل پارک ملی دریاچه ارومیه

زمانی که دریاچه در وضعیت نرمال و طبیعی بود تردد با قایق و از طریق سر محیط‌بانی رشکان انجام می‌پذیرفت اما با کاهش سطح تراز در آب دریاچه کم‌کم اسکله‌ها از کار افتاده و به دلیل خشک شدن جنوب دریاچه تردد به جزایر از طریق انواع چهار چرخ انجام می‌گیرد و همچنین در بین جزایر از موتور سیکلت و خودروهای پیکاب استفاده می‌گردد. در گذشته زمان رسیدن با قایق به جزایر حداکثر یک ساعت اما در حال حاضر برای دسترسی به جزایر به بیش از ۳ ساعت زمان نیاز است.

۱-۸-۲- تامین انرژی مورد نیاز (برق و سوخت)

برای تامین انرژی برق در دو جزیره کبودان و اشک تا حدوداً ۵ سال پیش از ژنراتور استفاده می‌شد اما در طی سال‌های اخیر به دلیل مشکلات انتقال سوخت و همین‌طور جهت استفاده از

سوخت پاک سلول‌های انرژی خورشیدی نصب شده است که برای مصارف روشنایی، شارژ بی‌سیم و موبایل و یخچال مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته برای سیستم حرارتی ساختمان‌های محیط بانی به خصوص در فصل زمستان از سوخت نفت و گاز استفاده می‌شود. همچنین برای مصارف تامین سوخت موتور سیکلت‌ها و خودروها از بنزین استفاده می‌شود که به طور مرتب به جزایر منتقل و ذخیره می‌شود.

۱-۹- چالش‌های موجود در جزایر

۱-۹-۱- کاهش منابع آبی

حدوداً تا ده سال گذشته آب ذخیره شده در منابع آبی جزایر اشک، اسپیر و کبودان کفاف مصرف حیات وحش بوده و تقریباً می‌توان گفت هیچ‌گونه مشکل کم آبی در جزایر، برای حیات وحش وجود نداشته است. حتی در جزیره کبودان که تعداد قوچ و میش گاهی بیش از جمعیت فعلی بوده است هیچ‌گونه مشکل کم آبی جدی وجود نداشته است. اما در طی دهه اخیر با وجود افزایش منابع ذخیره آب و همچنین افزایش تعداد سطوح آبگیر در بعضی سال‌ها، میزان آب ذخیره شده برای حیات وحش به اتمام رسیده و به ناچار، اقدام به انتقال آب از خارج پارک ملی، برای بقای حیات وحش گردید. نمونه‌های بارز آن انتقال آب در سال ۸۵ با استفاده از شناور بوده است. در این سال در حدود ۱۵۰۰۰ لیتر آب با استفاده از یک مخزن شناور به نزدیک جزیره اشک انتقال و سپس از طریق پمپاژ، آب به داخل مخزن هدایت گردید (شکل شماره ۱-۱۱).

شکل ۱-۱۱- انتقال آب با شناور به منبع ذخیره آب در جزیره اشک (عکس از حجت جباری)

همچنین در سال‌های بعدی بارها آب با استفاده از قایق‌ها به محل منابع ذخیره آب در جزیره اشک و اسپیر انتقال داده شده است. اما در طی ۳ سال اخیر که جنوب دریاچه خشک شد و جزایر به هم و همچنین به سواحل متصل شدند انتقال آب از طریق قایق و شناور مقدور نگردید و به ناچار ۱۵۰۰۰ لیتر آب از طریق هوایی در بیش از ۱۵ سورتی پرواز به جزیره اشک انتقال داده شد (شکل ۱-۱۲).

شکل ۱- ۱۲- انتقال آب با هلی‌کوپتر به جزیره اشك از اسکله رشکان) عکس از حجت جباری)

۲-۹-۲- کاهش پوشش گیاهی

غیر از مشکل کم آبی برای شرب حیات وحش در جزایر کمبود علوفه نیز در سال‌های گذشته اتفاق افتاده و بارها علوفه به جزایر به خصوص برای گوزن زرد، انتقال داده شده است. عوامل مختلفی می‌تواند دلیل کاهش علوفه در جزایر شود که نمونه‌ای از آن‌ها عبارتند از:

- افزایش جمعیت حیات وحش که موجب مصرف پوشش گیاهی و کاهش آن می‌گردد.
- کاهش میزان بارندگی‌ها و افزایش دما که نهایتاً کاهش پوشش گیاهی را در پی داشته است.
- خشک شدن دریاچه موجب بلند شدن ذرات نمک و گرد و خاک در زمان وزش باد شده که ذرات خاک و نمک بعد از رسوب بر روی برگ و ساقه گیاهان موجب سخت شدن گیاهان و کاهش کیفیت پوشش گیاهی شده که در نهایت حیات وحش نمی‌تواند از پوشش گیاهی تعلیف نماید.

به همین جهت و برای جلوگیری از مرگ و میر حیات وحش اقدامات زمینی و هوایی برای انتقال علوفه به جزایر بارها انجام گرفته است.

تا قبل از بروز بحران کاهش آب دریاچه ارومیه، جزیره اشک زیستگاه منحصر به فرد گوزن زرد ایرانی و جزیره کبودان زیستگاه قوچ و میش ارمنی بوده است و در دو جزیره اسپیر و آرزو جمعیت بسیار کمی از این پستاندارن وجود داشته است. به خصوص اینکه در جزیره آرزو هیچ‌گونه منبع آبی وجود نداشته و در جزیره اسپیر اگر چه چشمه وجود داشته است، اما حجم آن بسیار کم بوده و نیاز حیات وحش این جزیره که چند راس قوچ و میش بوده است را تامین نمی‌نمود. به همین جهت آب در این دو جزیره به یک عامل محدود کننده تبدیل شده بود. ادامه کاهش سطح تراز آب دریاچه و پس‌روی آب نهایتاً موجب گردید تمامی جنوب دریاچه ارومیه که محل چهار جزیره بزرگ بوده است کاملاً خشک و این جزایر به هم متصل شوند. نزدیکی جزایر به هم و راحتی تردد حیات وحش در بین جزایر موجب شده دو گونه قوچ و میش و گوزن زرد ایرانی از دو جزیره اشک و کبودان به سوی دو جزیره اسپیر و آرزو حرکت کنند که در نتیجه به شدت نیاز به تامین آب برای حیات وحش در این جزایر احساس می‌گردد (شکل ۱-۱۳).

شکل ۱- ۱۳- خروج قوچ و میش از جزیره کبودان به سمت جزیره آرزو (عکس از حجت جباری)

۱-۱۰- حجم آب مورد نیاز

۱-۱۰-۱- نیاز آبی حیات وحش جزایر

تا به حال هیچ‌گونه مطالعاتی در خصوص نیاز حیات وحش جزایر به آب انجام نگرفته و مقدار نیاز برآورد نشده است. اما تجربیات کارشناسان و محیط بانان پارک ملی دریاچه ارومیه حاکی است در طول فصول سرد سال یعنی حدوداً از اولین بارندگی انجام گرفته در فصل پائیز تا اواخر فصل بهار

حیات وحش به هیچ وجه برای خوردن آب به آبشخورها نیامده و نیازی به آب‌های ذخیره شده در جزایر وجود ندارد. در طی این مدت حیات وحش آب مورد نیاز خود را از طریق عوامل زیر تهیه می‌نماید:

۱- آب موجود در علوفه‌های مورد استفاده: در طی فصولی که بارندگی وجود دارد به خصوص در فصل بهار که گیاهان در حال رشد هستند و حیات وحش از پوشش گیاهی تغذیه می‌نماید بخشی از نیاز آبی حیات وحش از طریق آب موجود در بافت گیاهان تامین می‌شود. آب موجود در گیاهان بسیار متغیر است و ممکن است از ۶۰۰ گرم در کیلوگرم (در بذور) تا بیشتر از ۹۰۰ گرم در کیلوگرم (در محصولات ریشه‌ای) تغییر نماید، لذا مقدار آب گیاهان در حال رشد بستگی به مرحله رشد و سن آن‌ها دارد.

۲- آب متابولیکی: بر اثر اکسیداسیون مواد آلی موجود در غذا که حاوی عنصر هیدروژن می‌باشد در هنگام متابولیسم بعد از ترکیب با اکسیژن، آب به وجود می‌آید.

۳- از طریق آب ذخیره شده در چالاب‌های سنگی: در بخش‌هایی از سطح جزایر سنگ‌ها در طول سال‌ها به صورت چاله‌هایی درآمده است که در زمان بارندگی، پر از آب شده و تا چندین روز، آب را در خود نگه می‌دارند و حیوانات نیاز آبی خود را در مقاطعی از زمان، از این ذخایر بر طرف می‌سازند. در خصوص میزان آب ذخیره شده در این چالاب‌ها اطلاعات زیادی وجود ندارد ولی بازدیدهای میدانی کارشناسان و محیط بانان این موضوع را تائید می‌نماید (شکل ۱-۱۴).

شکل ۱- ۱۴- تصویری از چالاب‌های سنگی در سطح جزایر مورد مطالعه

۴-چشمه‌های فصلی: در طی فصول زمستان و بهار که بارندگی اتفاق می‌افتد بخشی از آب‌های سطحی حاصل از بارندگی در زمین نفوذ نموده و در پایین دست حوضه‌ها به صورت چشمه‌های فصلی و موقت خارج و به سمت دریاچه جریان می‌یابند. البته آب بعضی از این چشمه‌ها شور بوده و شوری آن تا ۲۰۰ گرم در لیتر نیز می‌رسد (چشمه‌های موجود در جزیره آرزو). لازم به توضیح است که آب چشمه‌های شور مورد استفاده حیات وحش قرار نمی‌گیرد (شکل ۱-۱۵).

شکل ۱-۱۵- تصویری از چشمه‌های فصلی حاشیه جزیره کبودان

مقدار مصرف آب آشامیدنی در قوچ و میش و گوزن زرد و هر پستاندار دیگر به عوامل مختلف ارتباط دارد: درجه حرارت، میزان بارندگی، مقدار فعالیت و تحرک حیوان، سن، متابولیسم پایه‌ای، دفعات نوشیدن آب، مقدار مصرف غذا، سطح تغذیه (خوب یا بد)، کیفیت غذا (آبدار و خشک)، ظرفیت مرتع و آب منطقه از جمله عواملی هستند که روی حجم آب آشامیدنی حیات وحش اثر مستقیم دارند.

در شرایط طبیعی، مقدار آب مورد نیاز گوسفند در محیط آب و هوای خشک و چرای آزاد تقریباً ۴ لیتر در روز است و در آب و هوای معتدل، نسبت احتیاج گوسفند کمتر و تقریباً معادل ۱/۵ لیتر در روز می-باشد.

در جدول (۱-۹) کیفیت آب آشامیدنی دام‌ها بر اساس میزان کل مواد جامد محلول و تاثیرات ناشی از آن آمده است.

(TDS (PPM	کیفیت آب
کمتر از ۱۰۰۰	بسیار مناسب برای کلیه دام‌ها و طیور
۱۰۰۰ - ۳۰۰۰	رضایت بخش برای کلیه دام‌ها و طیور، در دام‌هایی که عادت به آشامیدن چنین آب‌هایی ندارند ممکن است باعث اسهال موقتی و خفیف و در طیور سبب فضولات آبکی شود
۳۰۰۰ - ۵۰۰۰	رضایت بخش برای دام، اما ممکن است باعث بروز اسهال موقتی شده یا دام‌هایی که عادت به آشامیدن چنین آب‌هایی ندارند ابتدا از آشامیدن آن‌ها امتناع ورزند. نامطلوب برای طیور، اغلب در آن‌ها باعث فضولات آبکی شده، میزان مرگ و میر را بالا برده و از رشد پرنده، مخصوصاً بوقلمون‌ها خواهد کاست
۵۰۰۰ - ۷۰۰۰	استفاده از آب برای گاوهای گوشتی و شیری، گوسفند و اسب بی‌خطر است. برای حیوانات آبستن و شیرده نباید استفاده کرد. غیر قابل قبول برای طیور
۷۰۰۰ - ۱۰۰۰۰	غیر قابل قبول برای طیور، برای گاوها، اسب‌ها یا گوسفندان آبستن و شیرده و یا جوان خطرهای زیادی دارد
بیشتر از ۱۰۰۰۰	بسیار خطرناک و غیر قابل استفاده

جدول ۱- ۹- کیفیت آب آشامیدنی دام‌ها بر اساس میزان کل مواد جامد محلول

۱-۱۰-۲- سرانه آب مورد نیاز گونه‌های مختلف حیات وحش جزایر

با توجه به موارد فوق الذکر، برآورد نیاز آبی در سه جزیره مورد مطالعه بر اساس جمعیت حیات وحش به طور دقیق مقدور نخواهد بود. در جزیره کبودان در وضعیت نرمال، کمبود منابع آبی وجود ندارد و در طی سال‌های گذشته نیز بحران شدید آبی در این جزیره به وجود نیامده است. اما آنچه احداث آب انبار و استفاده از سطوح آبگیر باران را ضروری می‌نماید بروز خشکسالی و کمبود بارندگی‌ها می‌باشد، که در صورت وقوع، آب در دسترس حیات وحش به شدت کاهش خواهد یافت و بحران کم آبی حیات وحش را تهدید خواهد نمود. لذا ضرورت دارد جهت رفع کمبودهای احتمالی، منابع ذخیره آب در جزایر تقویت شود. همچنین وجود منابع محدود آبی باعث می‌شود حیات وحش صرفاً از منابع مذکور آب مورد نیاز خود را تامین نمایند که به سبب محدودیت در منابع آبی، احتمال شیوع انواع بیماری‌ها و سرایت آن به تمامی جامعه وجود دارد لذا می‌توان با احداث آب انبارهای جدید و همچنین آبشخورهای جدید از احتمال بروز بیماری‌های مختلف جلوگیری نمود. در ضمن با توجه به اینکه محل حضور محیط بانان و کارشناسان جزیره کبودان می‌باشد و در این جزیره همیشه چند

نفر اقامت شبانه‌روزی دارند لذا نیاز آبی برای مصارف بهداشتی نیروهای انسانی و حتی مهمان‌ها وجود دارد، بنابراین با تقویت منابع آبی جزیره کبودان برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی در این جزیره و سایر جزایر بهتر و بیشتر حمایت و تقویت خواهد شد.

پیرو توضیحات داده شده برای تصمیم‌گیری جهت تامین آب در نقاط مختلف این جزیره بعد از شناسایی زیر حوضه‌های مختلف و بررسی روش‌های مناسب، اقدام به جانمایی نقاط دارای پتانسیل اجرای روش‌های استحصال آب باران خواهد گردید.

علی‌رغم اینکه سرانه آب مصرفی برای حیات وحش جزایر را نمی‌توان به طور دقیق برآورد نمود، و لیکن به طور تقریبی و با در نظر گرفتن شرایط نرمال برای حیات وحش جزایر کبودان، اسپیر و آرزو حداقل در حدود ۳ ماه و حداکثر در ۵ ماه از سال آب مورد نیاز خواهد بود. آخرین برآورد جمعیت برای گونه قوچ و میش جزیره کبودان حاکی است در حدود ۱۳۳۷ راس قوچ و میش در این جزیره زیست می‌کند که با احتساب حداکثر ۴ لیتر در روز برای این گونه در طول یک شبانه روز میزان آب مصرفی در حدود ۵۲۰۰ لیتر خواهد بود که برای یک دوره یک‌ماهه این رقم به ۱۵۶۰۰۰ لیتر خواهد رسید و برای دوره ۵ ماهه این مصرف به ۸۰۲۲۰۰ لیتر در پنج ماه (معادل ۸۰۲/۲ متر مکعب) خواهد بود.

فهرست منابع

۱- اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان غربی و دانشگاه ارومیه (۱۳۷۶). طرح شناخت و احیاء محیط زیست طبیعی استان آذربایجان غربی.

۲- موسسه تحقیقات آب (۱۳۸۴). مدیریت جامع منابع آب حوضه دریاچه ارومیه (مدول ۳ آب برای اکوسیستم‌ها)، وزارت نیرو.

۳- مهندسین مشاور یکم (۱۳۸۰). مطالعات زیست محیطی پروژه بهبود وضعیت آبیاری برای مدیریت اکوسیستم دریاچه ارومیه، وزارت جهاد و کشاورزی.

۴- مهندسین مشاور گل‌رود (۱۳۸۳). بررسی وضعیت زیستی و زیستگاهی پلیکان سفید در آذربایجان غربی، اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان غربی (پروژه مطالعاتی).

۵- اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان غربی (۱۳۷۰). مطالعه ایجاد پارك طبیعت جزایر دریاچه ارومیه، اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان غربی، جلد ۱و۲.

۶- اسکات، درك؛ مروج همدانی، حسین؛ ادهمی میرحسینی، علی (۱۳۵۴)؛ پرندگان ایران، سازمان حفاظت محیط زیست.

۷- بهروزی‌راد، بهروز (۱۳۷۰). فهرست پرندگان مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.

۸- جبارلوی شبستری، بهرام (۱۳۷۴). دریاچه ارومیه (اشك طبیعت ایران)
۹- دانشگاه ارومیه (۱۳۷۵). پروژه بررسی وضعیت گونه‌های نادر گیاهی و جانوری، سازمان حفاظت محیط زیست آذربایجان غربی، جلد ۱و۲.
۱۰- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۴). قوانین و مقرارت حفاظت محیط زیست، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
۱۱- مجنونیان، هنریک (۱۳۷۷). تالاب‌ها و حفاظت تالاب‌ها، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست.
۱۲- مجنونیان، هنریک؛ مولوی، مسعود (۱۳۶۴). مقدمه‌ای بر گوزن زرد ایرانی و زیستگاه‌های آن، مجله محیط شناسی سال دوازدهم شماره ۱۳.

فصل دوم:
مروری بر روش‌های جمع‌آوری آب باران به منظور تامین آب حیات‌وحش

خلاصه

فصل دوم با عنوان "مروری بر روش‌های جمع‌آوری آب باران به منظور تامین آب حیات وحش" در سه بخش تهیه شده است. در بخش اول به مروری بر انواع سطوح آبگیر باران، کاربردها و استفاده‌های موجود آن پرداخته شده است، بخش دوم شامل طبقه‌بندی روش‌های استحصال آب و سامانه‌های سطوح آبگیر باران می‌باشد و در بخش سوم مرور منابع و کارهای انجام شده در خصوص سطوح آبگیر باران در ایران و جهان ارائه گردیده است.

Summary

presents common practices for rainwater harvesting in dry–land regions which have been documented by relevant international organizations such as FAO and ICARDA. A review of domestic and local activities with regards to wildlife watering experiences has also been included. A brief introduction is also presented about the most common definitions and categorization of different rainwater harvesting methods and applications.

۲-۱- مقدمه

هم‌جواری ۳ پدیده طبیعی شامل: ۱- پهنه آب‌شور دریاچه ارومیه و آرتمیای موجود در آن؛ ۲- تالاب-های آب شیرین حاشیه جنوبی دریاچه؛ و ۳- جزایر دریاچه ارومیه در حوضه ارومیه ویژگی منحصر به فردی را به وجود آورده که منجر به تبدیل شدن این منطقه به یکی از کانون‌های تنوع زیستی گردیده است.

در پارک ملی دریاچه ارومیه ۱۰۲ جزیره بزرگ و کوچک وجود دارد که بیشتر آن‌ها به صورت صخره‌های سنگی هستند. مجموع مساحت این جزایر ۷۸۱۶ هکتار برآورد شده است. چهار جزیره بزرگ کبودان، اشک، آرزو و اسپیر مجموعاً مساحتی در حدود ۶۹۷۰ هکتار (۸۹٪ از کل مساحت جزایر) را پوشش می‌دهند. جزایر دریاچه ارومیه نه تنها امن‌ترین زیستگاه برای تخم‌گذاری و جوجه‌آوری پرندگان مهاجر به ویژه پلیکان سفید (Pelecanus onocrotalus) می‌باشند، بلکه یکی از زیستگاه‌های ایده آل برای حفظ بقای گونه در معرض خطر گوزن زرد ایرانی (Dama mesopotamica) و قوچ و میش ارمنی (Ovis orientalis gmelini) به شمار می‌روند.

تنوع زیستی دریاچه ارومیه، جزایر و تالاب‌های اقماری آن تحت نظام بندی‌های مختلف جهانی به شرح زیر مدیریت می‌شوند:

- دریاچه ارومیه به دلیل داشتن ویژگی‌های طبیعی و اکولوژیکی، حفظ گونه‌های شاخص و در خطر انقراض از سال ۱۳۵۴ به عنوان پارك ملی (National Park NP) اعلام شده است.
- دریاچه ارومیه و تعدادی از تالاب‌های اطراف آن یعنی تالاب‌های شورگل، یادگارلو، درگه سنگی

و قوپی باباعلی در حاشیه جنوبی آن و دریاچه قوریگل در شرق حوضه دریاچه از سال ۱۳۵۴ به دلیل دارا بودن تعدادی از معیارهای کنوانسیون رامسر به عنوان تالاب با اهمیت جهانی Ramsar Site (RS) در فهرست این کنوانسیون به ثبت رسیده است. در سال ۱۳۸۰ نیز تالاب کانی برازان در جنوب دریاچه ارومیه به این فهرست اضافه شد.

- متاسفانه از سال ۱۳۷۰ به این سو تالاب‌های شورگل، یادگارلو و درگه سنگی در فهرست تالاب‌های تغییر اکولوژیک یافته کنوانسیون رامسر (Montrox Record) قرار گرفته و به نظر می‌رسد اگر اقدامات نجات دریاچه ارومیه به نتیجه نرسد، باید این دریاچه را نیز به فهرست مذکور اضافه کنیم.

- دریاچه ارومیه در سال ۱۳۵۶ به عنوان یکی از مناطق دارای ارزش ذخیره گاهی Biosphere Reserve (BR) و نمونه بارز تعامل طبیعت و جوامع محلی تحت برنامه جهانی انسان و کره مسکون (Man & Biosphere) به سازمان یونسکو معرفی گردیده است.

- دریاچه ارومیه و تالاب‌های حاشیه‌ای آن به عنوان مناطق با اهمیت جهانی برای پرندگان مهاجر (Important Bird Area (IBA توسط سازمان جهانی تالاب‌ها (wetland international) معرفی شده است.

در حال حاضر کاهش ورودی‌های جریان آب به دریاچه ارومیه و افزایش دما و در نتیجه افزایش تبخیر بزرگ‌ترین معضلات تنوع زیستی دریاچه هستند که به ویژه حیات وحش جزایر دریاچه با آن مواجه هستند.

کاهش بارش و افزایش تبخیر در حوضه دریاچه ارومیه در سال‌های اخیر موجب افزایش تنش آبی برای حیات‌وحش جزایر این دریاچه شده است. این تنش به دو صورت کاهش توده گیاهی جزایر و کمبود دسترسی حیات‌وحش به آب شرب بروز یافته است. از طرفی، خشکی شدید دریاچه ارومیه در سال‌های اخیر باعث شده که جزایر چهارگانه اصلی دریاچه (کبودان، اسپیر، اشک و آرزو) به اراضی اطراف دریاچه متصل شده و خطر پراکنده شدن حیات وحش جزایر در اراضی نا امن پیرامونی دریاچه افزایش یابد و در این فرایند احتمال بروز تلفات در اثر شکار غیر مجاز و گیر کردن در باتلاق‌های حاشیه‌ای نیز وجود دارد.

مشکل بزرگ‌تر اینکه با توجه به شرایط پیش آمده در دریاچه امکان آبرسانی زمینی به جزایر وجود ندارد و یا دوام و پایداری لازم را نخواهد داشت و آبرسانی هوایی نیز پرهزینه است.

با توجه به میانگین میزان بارندگی ایستگاه‌های سینوپتیک واقع شده در محدوده مورد مطالعه که معادل ۲۹۷ میلی‌متر و درجه حرارت متوسط سالانه معادل ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و مساحت ۷۸۱۶ هکتاری جزایر اصلی چهارگانه به نظر می‌رسد حجم آب قابل توجهی در جزایر وجود دارد که

با استفاده از روش‌های استحصال آب باران و سطوح مختلف آبگیر بتوان کلیه نیازهای شرب حیات وحش و حتی نیازهای انسانی پرسنل مستقر در این جزایر و بازدید کنندگان را فراهم نمود.

تامین آب برای جزایر به ویژه برای حیات وحش آن یکی از اقدامات ضروری است که اگر به صورت مطمئن و با کیفیت مناسب صورت نگیرد، چه بسا جمعیت‌های زیادی از حیات وحش منطقه در جستجوی آب از جزایر خارج شوند و تلفات جبران ناپذیری به ذخایر ژنتیکی پارک ملی وارد شود.

مطالعات حاضر با هدف کلی تامین آب برای حیات وحش جزایر کبودان، اسپیر و آرزو با استفاده از سطوح آبگیر باران صورت می‌گیرد و اهداف عملیاتی آن عبارتند از:

- مطالعه و طراحی سطوح آبگیر باران به منظور تامین آب شرب حیات وحش جزایر سه گانه دریاچه ارومیه (کبودان، اسپیر و آرزو) به نحوی که این روش سازگار با محیط زیست بوده و تامین آب آن نسبتاً قابل اطمینان و بادوام باشد.
- بومی‌سازی الگوهای مطالعه و طراحی سیستم‌های سطوح آبگیر باران جهت استفاده در سایر مناطق حفاظت شده کشور.

۲-۲- مروری بر انواع سطوح آبگیر باران، کاربردها و استفاده‌های موجود

به طور کلی برای استحصال آب تعاریف متعدد و متفاوتی توسط متخصصین ارائه شده است واژه استحصال آب (Water Harvestirg) برای اولین بار در سال 1963 توسط Geddes به کار برده شد (Cullis & Pacey, 1986). اگر چه این واژه يك واژه هیدور- اگرونومی است، اما به هنگامی که برای مهار رواناب‌های سطحی به کار برده شود می‌توان آن را جزء واژگان هیدرولوژی به حساب آورد. علت این امر مبتنی بر توان بالقوه استحصال آب در تأمین و حفاظت آب، مهار سیلاب‌ها و فرسایش خاك می‌باشد.

تعریف زیر برای استحصال آب توسط Geddes (1963) ارائه شده است:

"جمع‌آوری و ذخیره هر نوع رواناب سطحی برای مصرف در کشاورزی"

تعریف فوق هر چند دارای مفهوم گسترده‌ای است اما بیانگر تعریف کاملی از استحصال آب نمی‌باشد. زیرا جمع‌آوری و ذخیره رواناب‌های سطحی تنها نمی‌تواند با هدف مصرف آب برای کشاورزی و محدود به آن باشد. از این رو متخصصین زیادی سعی در ارائه تعاریف جامع‌تر و گویاتر بعد از تعریف ارائه شده توسط Gedds (1963) نمودند. به نحوی که هر يك با هدف ویژه مورد نظر خود تعاریفی را بیان داشته‌اند. این امر سبب شد که تعاریف متعددی از استحصال آب در بسیاری از نوشتارهای علمی در دسترس قرار گیرد. Evenari (1986) و Nessler بر این نکته تأکید دارند که واژه استحصال آب را نمی‌توان محدود به نوع معین و خاص از رواناب‌های سطحی نمود. بنابراین

به نظر می‌رسد به دلیل اختلاف نظرهای فراوان در تعریف استحصال آب نمی‌توان تعریف واحدی را برای این واژه ارائه نمود که بتواند در برگیرنده کلیه جنبه‌های مختلف استحصال آب از نظر مصرف و هدف مربوط به جمع‌آوری، ذخیره و استفاده از آب‌های استحصال شده باشد. بی‌شك ضرورت دارد بسته به اینکه رواناب‌های سطحی دارای چه منشائی بوده و چگونه تولید شده‌اند تعاریف ویژه‌ای از استحصال آب در نظر گرفته شود. به طور مثال Pacey (1986) و Callis، موضوع استحصال آب را به جمع‌آوری آب باران و رواناب‌های ناشی از آن، با احداث سطوح آبگیر کوچك مقیاس که نزولات جوی مستقیماً بر آن‌ها نازل می‌شود، محدود کردند و بدین ترتیب تعریف ویژه‌ای را بیان داشته‌اند. بر اساس این تعریف استحصال آب باران عبارت است از:

"جمع‌آوری و ذخیره آب باران در محل نزول جهت تأمین آب برای مصارف مختلف"

Hudson (1987) با ارائه تعریف مشابه، استحصال آب در محل نزول ریزش‌های جوی و در اولین مراحل تشکیل رواناب‌های سطحی را به عنوان استحصال آب برای تأمین و حفاظت آب تلقی نموده است.

نکته قابل توجه در تعاریف ارائه شده برای استحصال آب، وجود اتفاق نظر در زمینه شامل نشدن واژه استحصال آب به مهار، جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب از طریق احداث سدهای مخزنی در رودخانه‌های دائمی است.

با توجه به تعاریف بیان شده در فوق، استحصال آب مشتمل بر جمع‌آوری، ذخیره و بهره‌برداری از آب‌های استحصالی است که منشاء آب‌های استحصالی نیز بارش‌های جوی و رواناب‌های ناشی از آن‌ها در اولین مراحل تشکیل و قبل از پیوستن به رودخانه‌های دائمی می‌باشد. از این‌رو برای استحصال آب با مفهوم ذکر شده لازم است از سامانه‌های سطوح آبگیر استفاده شود.

اما Bores (1982) و Ben-Asher بر این نکته تأکید ویژه دارند که سامانه‌های سطوح آبگیر شامل سامانه‌های بزرگ مقیاس استحصال آب، نظیر سدهای مخزنی و حوضه‌های آب آبخیز بالادست آن‌ها و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی با عمق نسبتاً زیاد نمی‌شود. در مجموعه حاضر نیز سامانه‌های سطوح آبگیر مشتمل بر شیوه‌ها و روش‌هائی است که موجب جمع‌آوری یا تمرکز ریزش‌های جوی و رواناب‌های سطحی و زیر قشری قبل از پیوستن به رودخانه‌های دائمی و ذخیره‌سازی آن‌ها برای مصارف مختلف می‌شوند. به طور مثال سامانه‌های آبگیر پشت بام‌ها، رواناب‌های تولید شده از دامنه‌های شیب‌دار، سطوح آبگیر روزمینی، بندهای کوتاه قابل احداث در آبراهه‌ها، سیستم‌های پخش سیلاب و زراعت سیلابی نمونه‌های از چنین سامانه‌هایی هستند.

در مجموع لازم است به این موضوع توجه شود که استحصال آب به طور معمول به عنوان یك واژه پوششی برای مجموعه‌ای از روش‌های تجمع و تمرکز اشکال مختلف رواناب‌های سطحی شامل رواناب

پشت بام، جریان‌های سطحی روی زمینی، جریان سیلاب‌ها، استحصال مستقیم آب باران، مه و شبنم به کار می‌رود، که هدف از کاربست آن‌ها در قالب سامانه‌های سطوح آبگیر تأمین آب برای استفاده در کشاورزی، مصارف خانگی و شرب انسان و دام و حیات وحش است(Geddes, 1963) . تعریف مذکور با توجه به سایر تعاریف بیان شده در صفحات پیشین بر این نکته تأکید دارد که رواناب‌های سطحی به عنوان کلید اصلی در استحصال آب بوده و سایر عوامل لحاظ شده در تعاریف ارائه شده نظیر منشاء رواناب‌های سطحی، چگونگی تشکیل رواناب‌ها، هدف و نحوه استفاده از آب‌های استحصال شده و چگونگی جمع‌آوری و ذخیره آب، اجزاء اصلی آن به حساب می‌آیند.

به این ترتیب واژه‌هایی نظیر «استحصال آب باران»، «استحصال باران»، «جمع‌آوری آب باران»، «پخش سیلاب»، «جمع‌آوری آب مه و شبنم»، «جمع‌آوری رواناب‌های سطحی در اولین مراحل تشکیل»، و بالاخره «جمع‌آوری یخچه و برف» در قالب واژه استحصال آب اصولاً واژه‌های هیدرولوژیکی می‌باشند. ولی به هنگامی که هدف از استحصال آب به صورت یاد شده برای تأمین آب کشاورزی باشد، در این صورت واژه استحصال آب به صورت واژه هیدرواگرونومی مطرح می‌شود. افزون بر این باید توجه داشت که واژه رواناب یك واژه جامع است. به طوری که مشتمل به کلیه جریان‌های سطحی آب و جریان‌های زیر قشری می‌شود. زیرا رواناب‌های سطحی خود به دو جریان روزمینی (جریان ورقه‌ای) و جریان متمرکز رودخانه‌ای تقسیم می‌شود و جریان زیر قشری نیز به جریان آب در درون توده خاك اطلاق می‌گردد، که به تدریج و به آرامی به رودخانه‌ها تخلیه شده و موجب ایجاد جریان پایه در مشارکت با جریان‌های آب‌های زیرزمینی می‌شود. موضوع یاد شده از این جهت دارای اهمیت است که رواناب‌های مورد نظر، در واقع رواناب‌های سطحی و زیر قشری قبل از رسیدن به رودخانه دائمی و یا فصلی می‌باشند(Boers et al, 1986). در این میان از واژه‌هایی نظیر استحصال تندآب‌های ناگهانی، سیلاب‌های پر حجم و سیلاب‌های آنی نیز در برخی از نوشتارها استفاده شده است که به طور کلی در برگیرنده مفهوم آب دائمی جاری در رودخانه‌های دائمی نمی‌باشد.

در این راستا، تعاریف مربوط به کشاورزی و احیای مراتع توسط استحصال آب از سامانه‌های آبگیر طبیعی و مصنوعی است که تحت عنوان استحصال آب از سطوح آبگیر کوچك مقیاس نیز مطرح می-باشد (Bores & Ben Asher, 1982). اما چنین تعریفی به مفهوم ایجاد محدودیت در استحصال و بهره‌برداری از سیلاب‌ها نمی‌باشد. زیرا استحصال آب از سطوح آبگیر کوچك مقیاس، مبتنی بر جمع‌آوری رواناب‌ها از سطوح آبگیر کوچك (به طور معمول با وسعت ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر مربع) است. در حالی که استحصال آب از آبخیزهای طبیعی برای مصارف کشاورزی، احیاء مراتع و توسعه محیط زیست از طریق مهار تندآب‌ها و سیلاب‌ها به مفهوم استحصال آب در قالب سامانه‌های

سطوح آبگیر باران می‌باشد.

به همین دلیل است که عده زیادی از متخصصین استحصال آب از واژه‌های «سامانه‌های پخش آب» و «سامانه‌های پخش سیلاب»، به عنوان سامانه‌های سطوح آبگیر متشکل از خاکریزها، بندها و نهرهای زهکش استفاده نموده‌اند(Huibers, 1985) . در این زمینه باید توجه داشت که پخش قشری از آب، بر روی اراضی کم شیب نسبتاً پهناور و یا انحراف سیلاب‌ها از رودخانه‌های فصلی و پخش آن‌ها بر روی اراضی زراعی و مراتعی مجاور رودخانه‌ها به عنوان استحصال آب با به کارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر باران مد نظر می‌باشد(Tadmor & Shanan, 1969) .

در هر حال واژه‌های «پخش آب»، «انحراف آب رودخانه‌های فصلی» و «پخش سیلاب‌ها» و ذخیره آب در حوض‌چه‌ها و یا پخش آب‌های استحصال شده توسط نهرهای گسترشی و یا حتی ذخیره‌ای، واژه‌های هیدولوژی هستند که کارشناسانی مانند(1966) Newman و Cunniugham (1970) از آن‌ها نام برده‌اند.

به طور کلی اکثر متخصصین هیدرولوژی براساس تعاریف به عمل آمده از استحصال آب با استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران، عوامل زیر را به عنوان ویژگی‌های اصلی در مبحث استحصال آب تلقی نموده‌اند:

الف- ذخیره‌سازی آب‌های استحصال شده از سطوح آبگیر طبیعی و مصنوعی در مناطق خشك و نیمه‌خشك با توجه به خصوصیات ریزش‌های جوی و فصلی بودن نزولات، جزء اصلی و ضروری اجرای سامانه‌های استحصال آب است.

ب- برای استحصال آب و بهره‌برداری از رواناب‌های سطحی، از یك‌سو نیاز به وجود رواناب‌های سطحی و از سوی دیگر به محل ذخیره و یا ناحیه دریافت کننده آب‌های استحصال شده می‌باشد.

ج- سامانه‌های سطوح آبگیر باران نقش جمع‌آوری و هدایت آب‌های استحصال شده را به نقاط پایین دست مجاور دارند. به همین دلیل سدهای انحراف آب را نیز می‌توان از انواع سامانه‌های سطوح آبگیر باران به حساب آورد.

د- سامانه‌های سطوح آبگیر باران اصولاً سامانه‌های نسبتاً کوچك مقیاس هستند. از این‌رو، به طور معمول این سامانه‌ها فاقد حوضه آبگیر بزرگ بوده و مقادیر آب قابل استحصال از آن‌ها در مقایسه با سدهای مخزنی که دارای حوضه‌های آبخیز وسیع هستند، اندك می‌باشد.

۲-۳- طبقه‌بندی روش‌های استحصال آب و سامانه‌های سطوح آبگیر باران

برای طبقه‌بندی روش‌های استحصال آب ضرورت دارد ابتدا منابع آب شناسائی و گروه‌بندی شود. زیرا در نبود چنین طبقه‌بندی و با توجه به تعاریف ارائه شده برای استحصال آب، امکان

ارائه طبقه‌بندی برای روش‌های متنوع استحصال آب و سامانه‌های سطوح آبگیر سازگار به منظور جمع‌آوری، ذخیره و بهره‌برداری از آب‌های استحصال شده وجود نخواهد داشت. Pacey و Cullis (1976) منابع آب را بر اساس منشاء تولید به شرح شکل شماره (۲-۱) تقسیم‌بندی نموده‌اند. با توجه به شکل (۲-۱)، شاید بتوان با در نظر گرفتن مفهوم رواناب‌های ورقه‌ای شکل سطحی (رواناب‌های غیر متلاطم) و رواناب‌های متمرکز (رواناب‌های متلاطم)، استحصال آب را به دو گروه متفاوت تقسیم‌بندی نمود. به طوری که در هر دو گروه آب‌های جاری در رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی، در مبحث استحصال آب با استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران دخالت داده نمی‌شوند.

به دیگر سخن، منبع اصلی تولید آب در استحصال آب ریزش‌های مستقیم جوی به صورت باران، برف, مه، شبنم و امثالهم می‌باشد که موجب تولید یا ایجاد دو نوع مختلف از رواناب‌های سطحی شامل رواناب‌های ورقه‌ای و رواناب‌های متمرکز و پرحجم با قدرت فرسایندگی خاك می‌شود. به طوری که استحصال سیلاب‌ها در این گروه‌بندی مربوط به رواناب‌های متمرکز و پرحجم می‌باشد، در حالی که حجم‌آوری آب باران در مقیاس‌های کوچك محدود به رواناب‌های سطحی ورقه‌ای شکل است که به طور معمول از سطوح آبگیر با طول کمتر از ۵۰ الی ۱۵۰ متر ایجاد می‌شوند؛ شایان ذکر است که طبقه‌بندی ذکر شده، تنها با تعریف جمع‌آوری آب باران و مفهوم رواناب‌های متلاطم و متمرکز به شرحی که بیان شد، انطباق دارد و همان‌طور که قبلاً نیز بیان گردید جمع‌آوری آب باران و انبارش آن به طور معمول با کاربست سامانه‌های سطوح آبگیر با مقیاس کوچك انجام می‌شود.

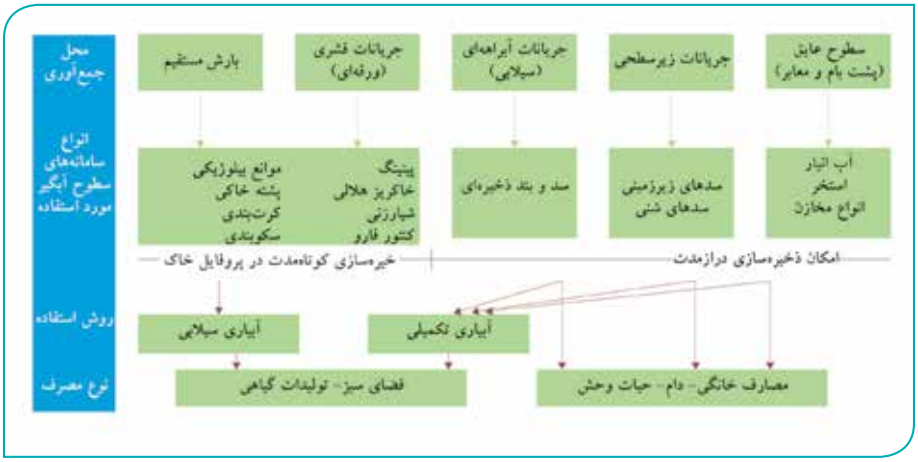
هر چند اتلاق واژه استحصال آب از این طریق می‌تواند اصولی باشد، اما در عمل به آن استحصال آب باران گفته می‌شود، زیرا هدف و منظور اصلی، جمع‌آوری و انبارش آب باران قبل از ایجاد رواناب‌های سطحی به صورت متمرکز و متلاطم است؛ از این‌رو، سطوح آبگیر طبیعی یا مصنوعی که با کاربست آنها آب در شیب‌های با طول کمتر از ۱۵۰ تا ۵۰ متر جمع‌آوری می‌شود بدون اینکه موجب فرسایش خاك شود، اصطلاحاً سطوح آبگیر باران می‌گویند.

با توجه به تعریف و مفهوم جمع‌آوری آب باران به طور کلی سه گروه یا دسته از سامانه‌های سطوح آبگیر باران از یك‌دیگر به شرح زیر قابل تفکیك می‌باشند:

الف پشت بام‌ها،

ب- سطوح آبگیر مصنوعی روی زمین (آبخیزهای کوچك مقیاس از نظر اندازه‌ها)،

ج - سطوح آبگیر بسیار کوچك با طول شیب کمتر از ۱۵۰ تا ۵۰ متر (Cullis & Pacey, 1986).



شکل ۲- ۱- دسته‌بندی سیستم‌های سطوح آبگیر باران بر اساس منشاء جمع‌آوری، انبارش و استفاده از آن اتصال شده

تقسیم‌بندی سامانه‌های سطوح آبگیر در مقیاس کوچك (Microcatchment) در قالب سه گروه عمده یاد شده، تنها از نظر موقعیت مکانی و طول شیب است. در حالی که گروه‌بندی صحیح و اصولی سامانه‌های سطوح آبگیر باید بر اساس نوع سطح آبگیر، نحوه انبارش آب‌های استحصال شده و موارد مصرف آب ذخیره شده انجام شود.

بر این اساس در جدول شماره (۲-۱) جزئیات طبقه‌بندی با لحاظ موارد یاد شده ارائه شده است.

سطوح آبگیر کوچك مقیاس برای جمع آوری رواناب‌های سطحی ورقه‌ای (جریان‌های غیر متلاطم)	سطوح آبگیر بزرگ مقیاس برای جمع‌آوری رواناب‌های متمرکز (جریان‌های متلاطم)	
-انواع پشت بام‌ها - سطوح آبگیر روزمینی با طول شیب کمتر از ۱۵۰ تا ۵۰ متر به صورت سطوح آبگیر درون مرزعه‌ای	- سطوح شیب‌دار طویل با طول شیب بیش از ۵۰ تا ۱۵۰ متر و شیارها و آبکندهای نسبتاً عمیق	- جریان‌های سیلابی در دشت‌ها آبراهه‌ها، خشکه‌رودها، رودخانه‌های فصلی و کلیه جریانان‌های متلاطم در شبکه آبراهه
روش های انبارش آب‌های استحصال شده	موارد مصرف آب های ذخیره شده	
-ذخیره در مخازن هوائی -ذخیره در مخازن روی زمین -ذخیره در مخازن زیر زمین -بندهای ذخیره آب در مقیاس کوچك -ذخیره رطوبت در پروفیل خاك	- شرب و مصارف خانگی (از سطوح آبگیر صخره‌ای، با پوشش سنگی یا بتنی) - شرب- مصارف خانگی، شرب دام، آبیاری -پخش سیلاب با هدف زراعت سیلابی و آبیاری - تکمیلی، احیاء پوشش گیاهی، درخت‌کاری و جنگل‌کاری - پخش سیلاب با هدف تقذیه مصنوعی آبخوان‌ها	

جدول ۲- ۱- طبقه بندی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران (استحصال آب باران) بر اساس سطح آبگیر، نوع مخزن، ذخیره آب و استفاده از آب های استحصال شده (Cullis & Pacey, 1986)

با توجه به شکل و جدول شماره (۲-۱) به این ترتیب از نظر منشاء اصلی آب، سامانه‌های سطوح آبگیر باران به چهار گروه به شرح زیر تقسیم می‌شوند :(Reij et al., 1988)

الف سامانه‌های ویژه استحصال آب رودخانه‌های دائمی و فصلی،

ب سامانه‌های ویژه استحصال آب از منابع آب زیرزمینی و رواناب‌های زیر قشری،

ج سامانه‌های ویژه استحصال مستقیم آب باران در محل نزول و یا در اولین مراحل تشکیل رواناب‌های سطحی ورقه‌ای.

د سامانه‌های ویژه استحصال تندآب‌ها و سیلاب‌ها به صورت رواناب‌های سطحی متلاطم و متمرکز در پای دامنه‌های شیب‌دار، خشکه رودها، آبراهه‌ها و مسیل‌ها.

شایان ذکر است که استحصال آب از رودخانه‌های دائمی و فصلی از طریق احداث سدهای مخزنی و انحرافی و استحصال آب از منابع آب زیرزمینی از طریق چاه‌های نیمه عمیق و عمیق به دلایلی که قبلاً بیان گردید در قالب مجموعه حاضر با مفهوم جمع‌آوری، انبارش و بهره‌برداری از آب‌های استحصال شده، قرار نمی‌گیرند. زیرا در این مجموعه استحصال آب با کاربست سامانه‌های سطوح آبگیر باران در برگیرنده جمع‌آوری مستقیم آب باران در محل نزول، رواناب‌های سطحی ورقه‌ای و متمرکز قبل از پیوستن به رودخانه‌های دائمی و فصلی، استحصال تند آب‌ها و سیلاب‌های نسبتاً پر حجم و متلاطم در پای دامنه-ها، آبراهه‌ها، مسیل‌ها و خشکه رودها و بالاخره استحصال رواناب‌های زیر قشری مد نظر می‌باشد. به طوری که برای جمع‌آوری، انبارش و بهره‌برداری از آب باران در رودخانه‌های فصلی و دائمی الزاماً نیاز به احداث سامانه‌هایی است که ممکن است ضمن تشابه از لحاظ مفهوم و هدف از نظر نکات فنی، ساختاری از یك‌سو و موارد مصرف آب‌های استحصال و ذخیره شده از سوی دیگر با یك‌دیگر متفاوت باشند. به طور مثال جمع‌آوری آب باران از پشت بام منازل و ساختمان‌ها، جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران در توده خاك و استحصال آب از چاه‌های دستی کم عمق، جمع‌آوری آب باران و استحصال رواناب‌های سطحی ورقه‌ای با هدف ذخیره رطوبت در پروفیل خاك جهت استقرار پوشش گیاهی از جمله مباحث مورد نظر در چارچوب مجموعه حاضر می‌باشند.

افزون بر این، سامانه‌های سطوح آبگیر باران را می‌توان از لحاظ موقعیت محل استقرار، نوع تیمارهای مصنوعی در سطوح آبگیر، شکل ظاهری، و چگونگی عملکرد و کاربرد و نوع رواناب (از لحاظ عمق و حجم جریان آب) به شرح زیر طبقه‌بندی نمود :(Cullis & Pacey, 1986)

الف سامانه‌های سطوح آبگیر باران با سطح تیمار شده (مصنوعی) شامل:

الف- ۱ سامانه‌های جمع‌آوری آب باران برای انبارش آب جهت مصارف شرب و خانگی.

الف- ۲ سامانه‌های جمع‌آوری آب باران برای ذخیره رطوبت در پروفیل خاك جهت زراعت، درخت‌کاری و احیای پوشش گیاهی در مراتع از طریق استحصال مستقیم ریزش‌های جوی در محل نزول و یا رواناب‌های سطحی ورقه‌ای.

ب- سامانه‌های سطوح آبگیر باران با سطح آبگیر طبیعی شامل:

ب-۱ سامانه‌های جمع‌آوری آب باران و رواناب‌های نسبتاً متلاطم برای آبیاری تکمیلی و یا زراعت سیلابی از طریق ذخیره رطوبت در پروفیل خاك و یا تغذیه مصنوعی آبخوان‌های نیمه‌عمیق و استحصال آب از طریق چاه‌های دستی.

ب-۲- سامانه‌های جمع‌آوری آب باران و رواناب‌های متلاطم از طریق ذخیره آب در حوضچه‌ها و مخازن سطحی جهت تأمین آب شرب دام‌ها، حیات وحش و آبیاری تکمیلی.

ب-۳- سامانه‌های جمع‌آوری آب باران و رواناب‌های متلاطم پرحجم با هدف پخش سیلاب جهت زراعت نیمه‌دیم، احیای پوشش گیاهی در مراتع، ایجاد مراتع مشجر و جنگل‌کاری در مناطق خشك و نیمه‌خشك.

ب-۴ سامانه‌های جمع‌آوری آب باران و رواناب‌های سطحی با سطوح آبگیر تلفیقی (مصنوعی و طبیعی) جهت ذخیره رطوبت در پروفیل خاك برای زراعت، احیای مراتع، تغذیه آبخوان‌های نیمه عمیق و یا ذخیره‌سازی آب جهت مصارف مورد نظر.

ج- سامانه‌های سطوح آبگیر باران زیرزمینی شامل:

ج-۱ سامانه کاریز یا قنات

ج-۲ سامانه چاه‌های افقی

لازم به توضیح است که سامانه‌های سطوح آبگیر باران از نقطه نظر اینکه در داخل یا خارج از محل مصرف آب‌های ذخیره شده باشند نیز به دو گروه سامانه‌های برون و دورن مزرعه‌ای تقسیم می‌شوند (Cullis & Pacey, 1986; Reij et al., 1988) به طوری که سامانه‌های سطوح آبگیر برون مزرعه‌ای به سامانه‌هائی گفته می‌شود که سطح آبگیر آن‌ها در خارج از محل ذخیره و مصرف آب‌های استحصال شده، قرار دارد و معمولاً آب‌های جمع‌آوری شده توسط مجرای انتقال به مخزن یا محل مصرف هدایت می‌شود. به هنگامی که سطح آبگیر به عنوان جزء جمع‌آوری کننده آب باران و رواناب‌های سطحی با محل ذخیره و مصرف آب به صورت توأم و بدون مجرای انتقال باشد، در این صورت به آن سامانه درون مزرعه‌ای گفته می‌شود. افزون بر این، برخی از متخصصین استحصال آب، سامانه‌های سطوح آبگیر باران را از نظر شکل و کاربرد به گروه‌های متفاوتی تقسیم‌بندی نموده‌اند. به نحوی که در این رابطه مهم‌ترین تقسیم‌بندی انجام شده شامل موارد زیر است. (Cullis & Pacey, 1986; Reij et al., 1988)

الف- سامانه‌های سطوح آبگیر باران مصنوعی جهت جمع‌آوری آب، برای تأمین آب شرب انسان، دام، حیات وحش و مصارف خانگی

ب سامانه‌های سطوح آبگیر مصنوعی و تیماره شده، جهت جمع‌آوری آب برای تأمین آب کشاورزی و ذخیره رطوبت در پروفیل خاك با هدف احیای پوشش گیاهی در مراتع و جنگل‌کاری در مناطق خشك و نیمه‌خشك.

لازم به توضیح است که منظور از سطوح آبگیر تیمار شده سطوح آبگیری هستند که با انجام

یك سری اقدامات نظیر تسطیح، جمع‌آوری سنگ‌ریزه و بقایای گیاهی، کوبیدن و فشردن خاك، سنگ‌فرش و ایجاد سطح غیر قابل نفوذ با استفاده از مواد شیمیایی، سیمان، مالچ‌های نفتی و امثالهم احداث و آماده می‌شوند.

۲-۴- مرور منابع و کارهای انجام شده در خصوص سطوح آبگیر در ایران و جهان

منابع موجود در این زمینه را به ویژه در زمینه‌های اهداف، روش‌های مورد استفاده، میزان برداشت آب، اثرات محیطی، مساحت منطقه اجرایی و ... می‌توان در دو بخش تجارب داخل کشور و تجارب سایر کشورها دسته‌بندی کرد:

۲-۴-۱- تجارب سایر کشورها

بررسی‌های انجام شده درباره سکونت‌های جمعی و طایفه‌ای و پرداختن به فعالیت‌های کشاورزی، نشانگر این است که خاورمیانه علی‌رغم دارا بودن شرایط آب و هوایی خشك و نیمه‌خشك، مهد کشاورزی بوده است (EvenariMashash, 1975). به نظر می‌رسد با توجه به شواهد موجود، شرایط آب و هوائی در این منطقه دارای تفاوت‌های فاحشی با شرایط فعلی نبوده است. از این‌رو بی‌شک ساکنین این ناحیه از کره زمین از روش‌های مختلف استحصال آب به ویژه جمع‌آوری آب باران با استفاده از سامانه‌های سنتی استحصال آب استفاده می‌کرده‌اند (Cullis & Pacey, 1986). دلیل این مدعا شواهد و آثار باقی مانده کشف شده از سامانه‌های سنتی استحصال آب می‌باشد که امروزه نیز با گذشت هزاران سال در برخی نقاط هنوز از آنها استفاده می‌شود. اما این بدان معنی نیست که در سایر نقاط جهان مردم دارای خلاقیت‌ها و ابتکاراتی در بهره‌برداری از آب‌های قابل دسترسی اعم از ریزش‌های جوی، رواناب‌های سطحی ورقه‌ای، متلاطم و رواناب‌های زیر قشری و منابع آب زیرزمینی نبوده‌اند.

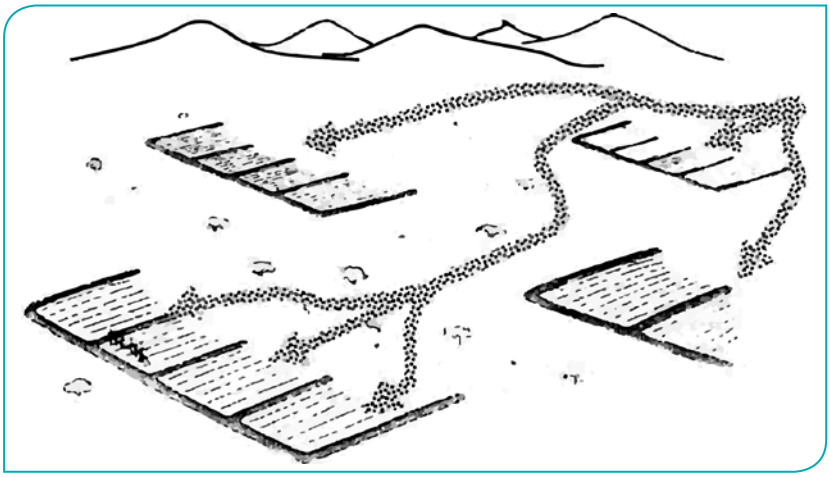
به طوری که به نظر می‌رسد، استحصال سنتی رواناب‌های سطحی تولید شده از سطوح آبگیر طبیعی به ویژه سطوح صخره‌ای و هدایت آنها به عرصه‌های زراعی (مزارع کوچك) در اراضی کم شیب واقع در پای دامنه‌های شیب‌دار از قدیمی‌ترین روش‌هایی است که در بسیار از نقاط جهان برای زراعت سیلابی استفاده می‌شده است (Husdon, 1987).

به طور مثال در آمریکای شمالی سرخ‌پوستان، قرن‌ها با استفاده از شیوه‌های مختلف آبیاری سیلابی اقدام به زراعت و تولید محصولات زراعی مورد نیاز می‌نموده‌اند (Husdon, 1987)، دلیل این ادعا، استفاده گسترده سرخ‌پوستان ساکن در بخش جنوب‌غربی آمریکای شمالی از آب‌های جمع‌آوری شده سیلاب‌ها و ذخیره رطوبت در پروفیل خاك می‌باشد، و از این طریق اقدام به زراعت سیلابی می‌کرده‌اند؛ به طوری که آب مورد نیاز بیش از ۷۰ درصد از اراضی زراعی آنان از طریق استحصال سیلاب‌ها در مناطق با بارندگی سالانه ۳۰۰-۲۰۰ میلی‌متر تأمین می‌شده است. (UNEP,

1983) و امروزه نیز حدود ۳۰ درصد از اراضی زراعی در این منطقه با همان روش سنتی آبیاری می‌شود.

استفاده از سیلاب‌های تولیدی ناشی از ریزش‌های جوی کوتاه مدت در یمن شمالی از طریق انحراف سیلاب‌ها از مسیل‌ها و آبراهه‌ها و پخش آن‌ها در اراضی کم شیب به منظور ذخیره رطوبت در پروفیل خاك برای زراعت دیم که در حال حاضر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد مثال دیگری در این باره می‌باشد(Cullis & Pacey, 1986) (شکل ۲-۲).

در بررسی‌های انجام شده برای تعیین زمان و محل ابداع و به کارگیری ابتکار استفاده از آب باران برای مقاصد مختلف، (Cullis & Pacey, 1986) به نقل از (1939) Ionides مشخص شده است که تاریخ استفاده از آب باران به سال‌های بسیار دور، قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد. Ionides در سال 1976 پس از بررسی امکان بازسازی کانال آبیاری شهر بابل در کشور عراق و مطالعه در خصوص سامانه‌های تأمین آب در کشور اردن اظهار داشته است که: «ذخیره آب باران در مخازن زیرزمینی یکی از قدیمی‌ترین روش-های اتصال آب و ذخیره آن برای تأمین آب و مصرف در طول دوره‌های خشکسالی در خاورمیانه بوده است. امروزه نیز با توجه به گستره وسیع سرزمین‌های خشك و نیمه‌خشك در این منطقه از جهان، احیای شیوه‌های سنتی و تکمیل سامانه‌های سنتی سطوح آبگیر باران با فن و دانش نوین، به دلیل رشد فزاینده جمعیت و افزایش نیاز به تأمین آب برای مصارف مختلف از یك‌سو و توان‌های طبیعی موجود و بالقوه برای احداث چنین سامانه‌هایی از سوی دیگر، می‌تواند راهکاری اساسی برای مقابله با کمبود آب در این منطقه باشد».



شکل ۲-۲- نمونه‌های شماتیك از سامانه‌های جمع‌آوری و پخش رواناب‌های سطحی در اراضی کم شیب

بنا بر اظهار(Cullis, 1986 & Parey) ، بر اساس شواهد و اسناد تاریخی موجود، جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها دارای پیشینه زیاد در بسیاری از نواحی نیمه‌خشک و اکثر مناطق نیمه‌مرطوب جهان است. در کشورهائی نظیر کنیا و اندونزی، جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها دارای دو مزیت ویژه بوده که امروزه نیز بر این دو مزیت به شرح زیر تاکید می‌شود (شکل ۲-۳).

الف- امکان بالقوه زیاد برای جمع‌آوری آب باران در فصول مرطوب سال و ذخیره‌سازی آن برای مصرف در فصول خشک.

ب استفاده از آب‌های ذخیره شده در فصول خشک سال که به دلیل مقارن بودن با فصل کار زارعین، موجب کاهش زمان مصروفه برای تهیه و حمل آب برای مصارف خانگی علاوه بر کاهش نیروی کار مورد نیاز می‌شود.

افزون بر این، در مناطقی که فاقد منابع آب زیرزمینی هستند که بی‌شك به همین دلیل نیز رودخانه‌ها دارای جریان آب پایه نیستند و چشمه‌های طبیعی هم در آنها یافت نمی‌شود، جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها و سطوح آبگیر روزمینی تنها راهکار فائق آمدن بر معضل کم آبی است. نمونه بارز در این زمینه روش سنتی جمع‌آوری آب باران از سطوح آبگیر تیمار شده (مصنوعی) در منطقه Yucatan Penisula مکزیك است که هنوز نیز از آن‌ها در منطقه یاد شده استفاده می‌شود. در کشور سنگال اگر چه آثار زیادی از سامانه‌های سطوح آبگیر باران در دسترس نمی‌باشد، اما پیشینه احداث سامانه‌های سطوح آبگیر سنتی موجود برای جمع‌آوری آب از پشت‌بام‌ها برای مصارف شرب و خانگی به سال 1940 باز می-گردد.

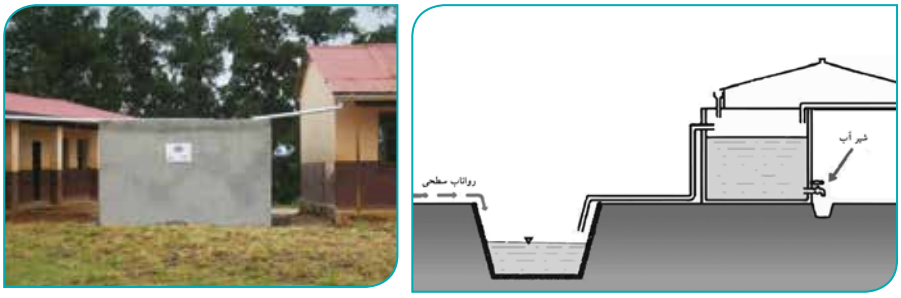
در مناطق Benin, Yaruba واقع در کشور نیجریه نیز از سامانه‌های سطوح آبگیر پشت‌بام‌ها و سنگ‌فرش حیاط خانه‌ها افزون بر سطوح آبگیر باران روزمینی، به صورت گسترده جهت تأمین آب از طریق جمع‌آوری آب باران استفاده می‌شده است (UNEP, 1983).

در جبل الطارق نمونه‌ای از سامانه‌های سطوح آبگیر باران بزرگ مقیاس ساخته دست بشر وجود دارد که از آن برای تأمین آب متمرکز جهت مصارف شرب و خانگی استفاده می‌شده است. به طوری که با بازسازی و شبیه‌سازی آن حسب مقررات وضع شده و لازم الاجرا در جبل الطارق، امروزه نیز مالکین خانه‌ها موظف به جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها می‌باشند.

وجود نواحی آهکی گسترده در کشور جامائیکا از دیرباز بهره‌برداری از آن‌ها را به عنوان سطوح طبیعی آبگیر باران امکان پذیر ساخته است. به نحوی که درشرایط فعلی نیز در چنین مناطقی تعداد زیادی از سامانه‌های آبگیر باران خصوصی و عمومی احداث شده‌اند و حجم قابل توجهی از آب شرب و مصارف خانگی ساکنین از این طریق تأمین می‌شود (Pacey & Cullis, 1986).

در مناطق خشك و نیمه‌خشك کشور بوتسوانا با بارندگی بین ۷۰۰-۵۰۰ میلی‌متر در سال آب‌های

جمع‌آوری شده ناشی از بارندگی مستقیم از پشت‌بام‌ها در دو مخزن جداگانه ذخیره می‌شود. به طوری که یك مخزن ویژه ذخیره آب برای مصارف شرب و خانگی است و از مخزن دوم برای آبیاری مزارع کوچك (باغچه) منازل استفاده می‌شود. در برخی موارد رواناب‌های سطحی و ورقه‌ای تولیدی از سطح حیاط خانه‌ها و یا سطوح آبگیر تیمار شده به داخل مخزن دوم هدایت می‌گردد و از این طریق امکان آبیاری مزارعی بزرگ‌تر برای تولید محصولات کشاورزی فراهم می‌شود(Farrar, 1974) . در گستره وسیعی از این کشور علی‌رغم وجود منابع آب زیرزمینی، استفاده از این منابع به دلیل وجود آب در اعماق زیاد از سطح زمین و یا شور بودن آب اقتصادی نیست و مناسب‌ترین راهکار تأمین آب به ویژه برای مصارف خانگی استحصال آب باران از پشت‌بام‌ها و سطوح آبگیر روزمینی می‌باشد (Gould، 1984). استفاده از این راهکار در کشور بوتسوانا به سال‌های 1940 باز می‌گردد و به نظر می‌رسد بومیان از قرن‌ها پیش، از طریق جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها آب مورد نیاز برای شرب و مصارف خانگی را تأمین می‌نموده‌اند. امروزه در بسیاری نقاط این کشور، از سامانه‌های توسعه یافته سطوح آبگیر باران برای تأمین آب برای شرب انسان و دام، زراعت در سطوح کوچك و سایر مصارف روستائی استفاده می‌شود (شکل ۲-۳).



شکل ۲- ۳- نمونه‌ای از جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام و محوطه همراه با ذخیره سازی

جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها بر اساس بررسی‌های به عمل آمده محدود به نقاط خاصی در کره زمین نمی‌باشد، به طوری که از این روش در بسیاری از نقاط جهان از دیرباز استفاده می‌شده است. درکشورهائی نظیر چین، هند، تایلند، مالزی, سنگاپور، گوام، انگلستان، آلمان، تایوان، فوجی و حتی ایران، جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها، به طور عمده برای تأمین آب شرب و مصارف خانگی متداول بوده است (شکل ۲-۳).

جمع‌آوری آب از پشت‌بام ساختمان‌های بلند و منازل، باند فرودگاه‌ها، سطح خیابان و سطوح غیر قابل نفوذ روزمینی در پارك‌های کشور سنگاپور است. به طوری که امروز از آب‌های جمع‌آوری

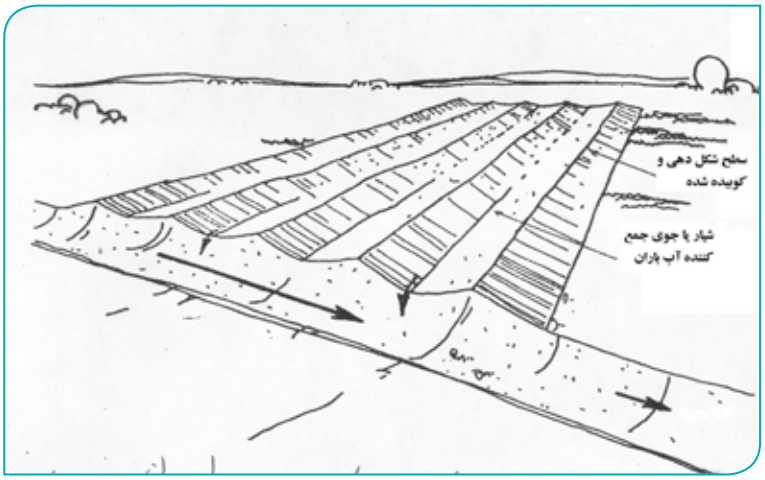
شده برای آبیاری فضاهای فضای سبز، تأمین آب برای سیستم‌های خنك کننده ساختمان‌ها و آتش نشانی در کشورهای سنگاپور، تایوان، انگلستان و ژاپن استفاده می‌شود(Lo, 1997 Appan, 1997;) (شکل ۲-۴).

استفاده از سطوح طبیعی آبگیر باران نظیر صخره‌های سنگی از دیگر شیوه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران است که در بسیاری از کشورها نظیر زیمبابوه (Richards, 1972) و کنیا (Hudson, ۱۹۸۱) هنوز نیز رایج می‌باشد. بهره‌برداری از چنین سامانه‌هائی به صورت مختلف در برخی نقاط کشورهای چین، ترکیه، فلسطین اشغالی، مکزیك، اسپانیا و هند برای تأمین آب جهت مصارف مختلف متداول است.

در مقاله‌ای تحت عنوان تأمین آب منطقه Gribraltar، کشور اسپانیا اقدام به تشریع سامانه‌های ترکیبی سطوح آبگیر باران برای تأمین آب مصارف روستائی و زراعی نموده است که سطح آبگیر آن‌ها مرکب از بیرون زدگی‌های سنگی در قله و دامنه کوه و سطوح آبگیر مصنوعی احداثی با استفاده از ورقه‌های گالوانیزه نصب شده در ادامه توده‌های سنگی بر روی دامنه شیب‌دار است.

در ایالات متحده آمریکا با بهره‌گیری از تجارب سرخ‌پوستان navajo، اقدام به ابداع سامانه‌های مصنوعی نوین آبگیر باران با استفاده از مواد شیمیایی و معدنی شده است، که به طور عمده باعث کاهش نفوذپذیری خاك در سطح آبگیر و افزایش تولید رواناب سطحی در آن‌ها می‌شود (Reij et al., 1988). از این نوع سامانه‌های آبگیر باران برای جمع‌آوری آب و ذخیره آن جهت مصارف شرب دام، احیاء مراتع و مدیریت دام در مرتع به صورت گسترده در غرب ایالات متحده آمریکا استفاده می‌شود. با بهره-گیری از تجارب حاصل از ایجاد سامانه‌های سطوح آبگیر مصنوعی روزمینی در ایالات متحده آمریکا، در کشور استرالیا اقدام به ابداع سطوح آبگیر روزمینی تیمار شده از طریق شکل‌دهی، کوبیدن و فشرده نمودن خاك پس از پاك‌سازی سطح خاك از سنگ‌ریزه و خار و خاشاك شده است (Hollick, 1982). به طوری که تا سال ۱۹۸۰ از حدود ۳۵۰۰ دستگاه سطح آبگیر باران روزمینی از نوع سطوح آبگیر شکل‌دهی و کوبیده و فشرده شده معروف به Roaded Catchment در استرالیای غربی استفاده می‌شده است.

تسطیح و شکل‌دهی همراه با کوبیدن و فشردن خاك در برخی از موارد توأم با مخلوط کردن مواد افزودنی نظیر خاك رس، روش یا شیوه دیگری از ایجاد سطوح مصنوعی آبگیر باران است که در ایالات متحده آمریکا و استرالیا به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Laing, 1975).



شکل ۲-۴- نحوه جمع‌آوری آب باران با شکل دادن زمین و کوبیدن لایه رس سطحی خاک

در این روش برای ذخیره‌سازی آب‌های جمع‌آوری شده ناشی از بارندگی‌های نازله بر سطح آبگیر، از انواع حوضچه‌های غیر قابل نفوذ احداثی یا به کارگیری مصالح ساختمانی مختلف استفاده می‌شود و از آب‌های جمع‌آوری و ذخیره شده به طور معمول برای مصارف مختلف به ویژه آب شرب دام‌ها، احیاء مراتع و آبیاری مزارع استفاده می‌شود.

اگر چه در مبحث سامانه‌های سطوح آبگیر باران سه بخش اصلی سامانه‌ها شامل سطح آبگیر، انتقال و هدایت آب‌های جمع‌آوری شده از سطح آبگیر به مخزن ذخیره آب و ذخیره‌سازی یا محل انبارش آب مطرح می‌باشند، اما همواره مباحث محدود به انواع سطوح آبگیر اعم از طبیعی و یا مصنوعی (تیمار یا تیمار نشده) می‌شود. ولی باید توجه داشت که علاوه بر نوع سطح آبگیر و نحوة انتقال و هدایت آب‌های استحصال شده، چگونگی ذخیره و نگه‌داشت آب‌های جمع‌آوری شده نیز تعیین کننده نوع و کاربرد سامانه‌های سطوح آبگیر باران می‌باشد(Hudson, 1982). به همین دلیل در مبحث جمع‌آوری و استحصال آب باران همراه با طبقه‌بندی و گروه‌بندی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، انواع سامانه‌ها نیز نام‌گذاری و کاربرد آنها مشخص می‌شود(Cullis, 1986 &Pacey al., 1988; Reij et).

حوضچه روزمینی با اشکال متنوع و در موقعیت‌های مکانی مختلف از متداول‌ترین سازه‌های ذخیره آب در مبحث سامانه‌های آبگیر باران می‌باشند که قدمت آنها معادل قدمت کشاورزی در جهان است (Hudson, 1982). به نحوی که در گذشته افزون بر تعدد و فراوانی انواع، از آب‌های ذخیره شده در حوضچه‌ها برای مقاصد مختلف استفاده می‌شده است.

بررسی‌های انجام شده نشان داده است که علی‌رغم یکسانی و مشابهت حوضچه‌ها و استخرهای ذخیره آب نوین با انواع سنتی آن‌ها در هدف یا اهداف، نام‌گذاری‌های مختلفی در گویش‌های رایج در جهان، برای حوضچه‌ها وجود دارد. اما متداول‌ترین اسامی رایج عبارتند از Water Pond در گویش انگلیسی و Hafir در گویش عربی در کشور سودان و در ایران نیز حوضچه‌های ذخیره آب دارای اسامی متفاوت در نقاط مختلف کشور می‌باشند، که تمامی آن‌ها در گویش‌های مختلف به مفهوم حوضچه ذخیره آب است. در تمام شیوه‌ها، ذخیره‌سازی آب‌های سطحی و یا آب باران پس از جمع‌آوری در حوضچه‌هایی انجام می‌شود که از طریق حفر و یا خاك‌برداری، گود کنی در اراضی مسطح، خاك‌ریزی و ایجاد مانع در قسمت خروجی گودال‌های طبیعی در خارج از شبکه آبراهه‌ها و بالاخره ایجاد دیواره‌های خاکی، خاکی سنگی، سنگ‌ریزها، آجر با ملات ساروج، سنگ‌چینی با ملات آهك، رس و یا سیمان و دیواره‌های بتنی ایجاد و احداث می‌شوند.

در تمامی این سامانه‌ها، جمع‌آوری آب از دامنه‌های شیب‌دار نسبتاً غیر قابل نفوذ طبیعی و یا سطوح آبگیر مصنوعی تیمار شده از طریق جمع‌آوری خار و خاشاك و سنگ‌ریزه‌ها از سطح زمین و یا غیر قابل نفوذ کردن نسبی سطح آبگیر با استفاده از مواد افزودنی که باعث کاهش نفوذپذیری خاك و افزایش ضریب رواناب می‌شوند، استفاده می‌گردد. به طوری که در سامانه معروف به حفیر به طور معمول رواناب‌های ناشی از بارش‌های مستقیم بر سطوح آبگیر طبیعی و یا حتی تیمار شده، از طریق ایجاد دیواره‌های خاکی هدایت کننده آب به داخل مخزن حفره شده در زمین هدایت شده و در درون آن ذخیره‌سازی می‌شود. از آب‌های ذخیره شده در حفیر به طور عمده برای شرب انسان و دام، مصارف خانگی و در برخی موارد و در صورت بزرگ بودن مخزن ذخیره آب برای تأمین آب کشاورزی استفاده می‌شود. نکته مهم درباره حفیر، موقعیت مکانی آن است که معمولاً در اراضی مسطح، در پای دامنه‌های شیب‌دار، در مناطقی که فاقد شبکه آبراهه و یا محل مناسب برای احداث انواع بندهای ذخیره آب است، احداث می‌شوند(Cullis, 1986 & Pacey) . در شمال آفریقا و خاورمیانه در نقاطی که به دلیل وجود سازندهای سخت با پوشش خاکی ناچیز تولید رواناب قابل توجه است، از دیر باز اقدام به احداث حوضچه-های ذخیره آب و ذخیره‌سازی آب از طریق جمع‌آوری آب باران از سطوح آبگیر می‌شده است. این سامانه‌ها برای تأمین آب شرب دام مورد استفاده بوده به طوری که در کشور لیبی با تکمیل سامانه مشابه حفیر طی سال‌های 1955 تا 1962 بخش قابل توجه‌ای از آب شرب دام‌ها از این طریق تأمین شده است.

Cullis (1986) و Pacey؛ (Hudson، 1982)، ابداع و استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران در قالب شیارهای احداثی بر روی خطوط تراز از طریق خاك‌برداری (بانکت)، ایجاد دیواره‌های کوتاه با استفاده از سنگ‌ریزه‌های جمع‌آوری شده از سطح زمین بر روی خطوط تراز، سکوبندی دامنه‌های

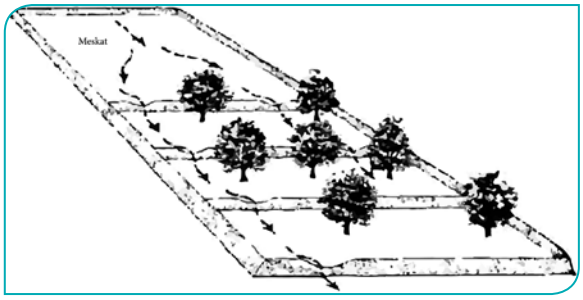
شیب‌دار با هدف جمع‌آوری و استحصال آب باران برای ذخیره‌سازی رطوبت در پروفیل خاك جهت تأمین آب برای گیاهان در بسیاری از کشورها نظیر اتیوپی، الجزایر، مراکش، تونس، برزیل و مکزیك را مربوط به ادوار پیشین دانسته‌اند. به طوری که تعیین زمان ابداع و استفاده از این نوع سامانه‌ها به درستی مشخص نمی‌باشد. اما به دلیل تأثیر آن‌ها در جمع‌آوری آب باران و امکان ذخیره‌سازی رطوبت در پروفیل خاك از یك‌سو و از طرف دیگر ممانعت از تشکیل و تولید رواناب‌های سطحی در دامنه‌های شیب‌دار که موجب جلوگیری از کنش و حمل ذرات خاك می‌شود، استفاده از آن‌ها را به صورت سنتی و نوین که با برخی اصلاحات همراه می‌باشد مورد تأکید قرار داده‌اند که امروزه نیز به صورت فراگیر در نقاط مختلف جهان از آن‌ها استفاده می‌شود.

به این نوع از سامانه‌های سطوح آبگیر باران، سامانه‌های کوچك مقیاس یا Microcatehment گفته می‌شود. علت چنین نام‌گذاری نیز به طور عمده، سطوح آبگیر محدود شده بین شیارها و سکوها و کم حجم بودن مخزن ذخیره آب در آن‌ها است که به نوعی سطوح آبگیر مصنوعی ساخته دست بشر می‌باشند. شاید در این میان بتوان سطوح کوچك مقیاس آبگیر باران معروف به Negarim Microcatehment را به عنوان سامانه‌های منفرد استحصال آب برای کشت گیاهان به حساب آورد(Tadmor & Shanan, 1969؛ Finkel et al., 1987) . این سامانه‌ها اصولاً دارای سطح آبگیر (جمع‌آوری کننده آب باران) کوچك بوده و آب‌های استحصالی از آن‌ها در گودال یا شیار احداثی در پائین دست سطح آبگیر ذخیره می‌شود و به تدریج در پروفیل خاك نفوذ می‌کند (شکل ۲-۵).

شکل ۲- ۵- پلان و مقطع عرضی شماتیك سامانه‌های کوچك مقیاس سطوح آبگیر باران هلالی شکل، برای ذخیره آب در پروفیل خاك

استفاده از سامانه‌های بزرگ مقیاس سطوح آبگیر باران برای بهره‌برداری از رواناب‌های پرحجم و سیلاب‌های تولیدی از حوضه‌های آبخیز کوچك و بزرگ که امروزه به روش‌های استحصال آب باران از سطوح آبگیر بزرگ (Macrocatchment) معروف شده‌اند، از دیرباز مورد توجه ساکنین مناطق مختلف در اقصی نقاط جهان بوده است. این نوع از سامانه‌ها، نوع خاصی از سامانه‌های آبگیر

باران به حساب می‌آیند که به طور معمول به دلیل بزرگ بودن وسعت سطح آبگیر در قالب فن و دانش جمع‌آوری و استحصال آب باران در مورد آن بحث نمی‌شود و بحث در مورد آن‌ها اصولاً در چارچوب علم آبخیزداری انجام می‌شود. به طور مثال بهره‌برداری از سیلاب‌های پر حجم تولیدی در حوضه‌های آبخیز می‌تواند به دلیل مهار سیلاب‌ها به روش‌های مختلف ساده و پیچیده از نظر فنی، استحصال آب تلقی شود، اما به دلیل عدم جمع‌آوری آب از طریق اعمال تیمار در سطح آبگیر از یك‌سو و تطبیق آن با تعریف استحصال آب (Water Harvesting) در مجموعه حاضر از سوی دیگر، با سایر سامانه‌های سطوح آبگیر (Microcatchment) ، (Minicatchment) در یك ردیف قرار ندارند. به هر حال، همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، جمع‌آوری و استفاده از رواناب‌های ورقه‌ای شکل و متلاطم کوتاه مدت، تولیدی از دامنه‌های شیب‌دار با طول و شیب زیاد (بیش از ۱۵۰ متر) و یا از زیر حوضه‌های آبگیر در بسیاری از نقاط جهان به منظور تأمین آب کشاورزی در قالب آنچه که امروزه به پخش سیلاب معروف شده است، از دیرباز متداول بوده است. به طوری که استفاده از این شیوه را نمی‌توان محدود به نقاط خاصی از جهان نمود. زیرا از این شیوه قبایل مختلف سرخ‌پوستان امریکا ۱۹۸۲)،Hudson)، سیاه‌پوستان آفریقا (Critchley, 1987) ساکنین خاورمیانه (Gilbertson, 1986)، ساکنین آمریکای مرکزی) (UNEP, 1983) اکثر کشورهای عربی امروزی(Mulder, 1979 ;El-Amami, 1983)، ساکنین خاور نزدیك(Das, 1985; Oosterbaan, 1983) و آسیای مرکزی (Hudson, ۱۹۸۲) برای زراعت سیلابی از هزاران سال پیش استفاده می‌نموده‌اند. در تمامی سامانه‌های ذکر شده، اساس کار بر جمع‌آوری رواناب‌های سطحی و یا انحراف سیلاب‌ها از آبراهه‌ها و مسیل‌های طبیعی و هدایت آب به اراضی مورد نظر برای پخش است؛ که بر هدف ذخیره‌سازی رطوبت در پروفیل خاك و تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی (آبخوان‌ها) استوار می‌باشد. به طوری که در گویش انگلیسی به Run-off Farming و Floodwater Spreading معروف است که در گویش فارسی به آن‌ها زراعت سیلابی و پخش سیلاب می‌گویند (شکل ۲-۶).



شکل ۲- ۶- نمایی شماتیك از روش پخش سیلاب با استفاده از کرت‌بندی زمین

اصلاح و تکمیل روش‌های سنتی سامانه‌های بزرگ مقیاس سطوح آبگیر باران در قالب اقدامات پخش سیلاب‌ها در نقاط مختلف جهان به ویژه در ایالات متحده آمریکا (Hudson, 1982) و استرالیا (Quilty, 1972) و کشورهای آفریقایی و آسیائی (Hudson, 1982) موجب گسترش بهره‌برداری از سیلاب‌ها برای مقاصد مختلف شامل احیای مراتع، زراعت سیلابی، ایجاد مراتع مشجر، جنگل‌کاری در مناطق خشك و نیمه‌خشك و تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها شده است.

- سدهای زیرزمینی و انواع آن

در مقایسه با سدهای معمولی که در عرض رودخانه یا نهر به منظور ذخیره آب ساخته می‌شوند و آب سطحی را در مخازن بالادست سد جمع‌آوری می‌کنند، سد آب زیرزمینی، جریان زیرزمینی را مسدود می‌کند و آب را در زیر سطح زمین ذخیره می‌نماید. همچنین به عنوان سازه جمع کننده‌ای که جریان آب زیرزمینی را منحرف می‌نماید به کار می‌رود. به عنوان مثال می تواند سفره‌های مجاور را تغذیه کند و یا سطح ایستابی را در یك سفره با جریان کم طوری بالا ببرد که به سهولت به وسیله عملیات پمپاژ قابل بهره‌برداری باشد.

سدهای آب زیرزمینی به دو صورت سدهای زیرزمینی[1] و سدهای شنی[2] اجرا می‌شوند. سدهای زیرزمینی در زیر سطح زمین ساخته می‌شوند و جریان داخل سفره را مسدود می‌نمایند، در صورتی که سدهای شنی آب را در رسوبات تجمع یافته پشت سد، ذخیره می‌کنند (شکل ۲-۷).

اصول کار سدهای زیرزمینی به این ترتیب است که ترانشه‌ای در سرتاسر عرض دره تا عمق برخورد با سنگ بستر حفر گردیده و یك دیواره نفوذناپذیر در داخل ترانشه ساخته می‌شود و سپس اطراف آن با استفاده از مصالح حفر شده پر می‌شود. مخزن ایجاد شده در پشت دیواره طی دوره بارندگی تغذیه شده و از آب ذخیره شده در کم آبی بهره‌برداری می‌گردد. همچنین مازاد آب زیرزمینی می‌تواند از بالای تاج سد، سرریز شده و آبخوان‌های پایین دست نهر را تغذیه نماید.

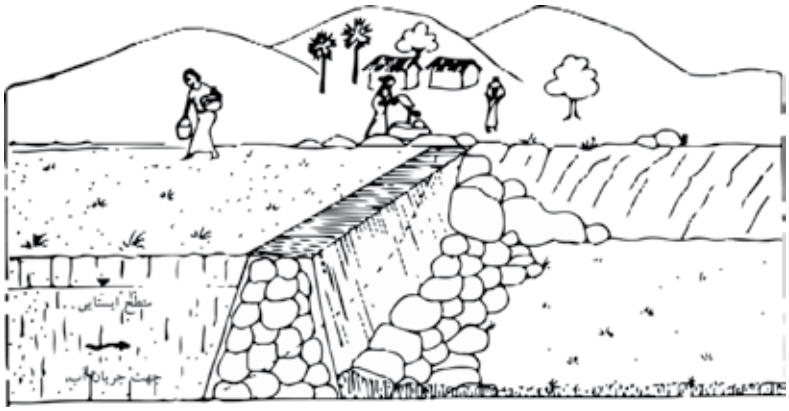
شکل ۲-۷- نمای کلی سد زیرزمینی

۱-. sub-surface dam

۲. sand-storage dam

اصول کلی سد شنی در شکل (۲-۸) نشان داده شده است. با احداث دیواره‌ای با ارتفاع مناسب در عرض بستر آبراهه، رسوبات حمل شده از طریق جریان‌های فصلی در پشت دیواره ته نشین شده و مخزن توسط این رسوبات پر می‌گردد. این سفره مصنوعی هر ساله در طول بارندگی‌ها پر شده و جهت بهره‌برداری در فصل خشك ذخیره می‌گردد.

اغلب در این روش به علت امکان استخراج ثقلی آب مخزن با استفاده از لوله‌ای در دیواره سد، نیازی به حفر چاه و نگهداری آنها نمی‌باشد. همچنین سد آب زیرزمینی ممکن است ترکیبی از دو نوع فوق‌الذکر باشد. به این صورت که هنگام ساخت سد زیرزمینی در بستر رودخانه می‌توان با مرتفع ساختن دیواره سد تا بالای سطح زمین که منجر به تجمع رسوبات بیشتری می‌گردد، حجم ذخیره آب را افزایش داد. برای احداث سد شنی نیز به منظور رسیدن به سنگ بستر (لایه غیر قابل نفوذ) نیاز به حفر ترانشه در بستر می‌باشد.



شکل ۲-۸- نمای کلی سد شنی

زمانی که سدی از نوع زیرزمینی ساخته می‌شود، همیشه قبل از طراحی می توان اطلاعاتی را از خصوصیات هیدرولیکی آبخوان بدست آورد. اما هنگام طراحی ساختمان یك سد شنی، مصالحی که آب را در خود ذخیره خواهد نمود در ارتفاعات بالادست حوزه قرار دارد که باید منتظر انتقال آن به محل سد با یك جریان ناشناخته بود. بنابراین طراحی یك سد شنی موضوع پیچیده‌تری است که محاسبات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی بیشتری را در بر می‌گیرد.

۲-۴-۲- تجارب داخل کشور

در ایران شاید بتوان دو سامانه مهم و بسیار متداول را هم نام برد که علی‌رغم معروف نبودن آن‌ها در سطح بین الملل، از نظر عملکرد و نکات فنی بسیار پیشرفته‌تر از سامانه حفیر می‌باشد. در ایران استفاده از سامانه‌های بزرگ مقیاس سطوح آبگیر باران به ویژه در استان‌های خراسان، سیستان و بلوچستان، خوزستان و اصفهان با نام‌های مختلف محلی در گذشته به صورت سنتی رواج داشته است که معروف‌ترین آن‌ها عبارتند از: بندسار، سوما، دوازل و دگار. آب انبارها که در سال‌های اخیر طی مقالات ارائه شده اقدام به معرفی و بررسی آن‌ها شده است از قدیمی‌ترین سامانه‌های سطوح آبگیر باران می‌باشند که ابداع و استفاده از آن‌ها قدمتی بیش از ۳۰۰۰ سال پیش در ایران دارد (قدوسی، ۱۳۷۶). در این نوع سامانه‌های سطوح آبگیر باران، به منظور جلوگیری از تبخیر آب‌های جمع‌آوری شده و تنظیم درجه حرارت آب و سایر موارد مربوط به حفظ کیفیت آب، اقدام به مسقف نمودن مخزن نگه‌داری آب (به طور معمول سقف‌های گنبدی شکل) می‌شده است. از آب‌های ذخیره و نگه‌داری شده در آب انبارها به طور معمول برای مصارف شرب انسان و دام، مصارف خانگی و کشاورزی استفاده می‌شده که خود به موقعیت مکانی محل آب انبارها بستگی داشته است. از این نوع سامانه‌ها هنوز نیز در برخی نقاط ایران نظیر بوشهر استفاده می‌شود (قدوسی، ۱۳۷۶).

حوضچه‌های ذخیره آب احداث شده در اراضی مسطح و یا در گودال‌های طبیعی محصور شده توسط تپه ماهورها از دیگر سامانه‌های متداول و رایج در نقاط مختلف ایران بوده است که امروزه نیز در برخی نقاط به ویژه در استان‌های زنجان، آذربایجان شرقی و خراسان از آن‌ها استفاده می‌شود. حوضچه‌های ذخیره آب معروف گل (Gol) در زبان آذری، از متداول‌ترین سامانه‌های سطوح آبگیر باران با مخزن ذخیره آب غیر مسقف بوده‌اند که بیش‌ترین کاربرد را در تأمین آب کشاورزی در مزارع کوچك از یك‌سو و ذخیره آب قنوات، چشمه‌ها و جریان‌های پایه رودخانه‌ها در فصول زمستان را از سوی دیگر برای استفاده در فصول خشك، داشته‌اند.

در ایران وجود آثار باقی مانده از شیارهای احداثی بر روی خطوط تراز، دیوارهای احداثی با استفاده با سنگ‌ریزه‌ها و قلوه‌سنگ‌ها و سکوبندی اراضی به صور مختلف به ویژه در استان‌های آذربایجان شرقی و کردستان نشانگر این است که ساکنین این مناطق از اصول استفاده از آب باران و بهینه‌سازی بهره‌برداری از آن در اراضی شیب‌دار کاملاً آگاه بوده‌اند (قدوسی، ۱۳۵۶). به نحوی که امروزه نیز به صورت سنتی و نوین از این نوع سامانه‌ها برای جمع‌آوری آب باران با هدف تأمین آب برای کشت گیاهان و ایجاد باغ بر روی دامنه‌های شیب‌دار در بسیاری از نقاط کشور استفاده می‌شود. استفاده از خوشاب در جنوب شرقی کشور با دیرینه‌ای بیش از یك‌هزار سال، به منظور جمع‌آوری آب باران از دامنه‌های شیب‌دار دارای خاك کم‌عمق، رخنمون سنگی فراوان و

ذخیره‌سازی آب در حوضه‌های سکو شکل در قسمت پایاب آن‌ها برای پرورش درختان خرما، یکی از متداول‌ترین روش‌های جمع‌آوری و استفاده از آب باران است که هنوز نیز در استان هرمزگان از آن استفاده می‌شود.

امروزه با توجه به مطرح شدن مبحث و مقوله حفاظت خاك و آب و آبخیزداری در ایران که پیشینه آن به سال‌های ۱۳۴۶ به صورت فعلی باز می‌گردد، استفاده از انواع سامانه‌های سطوح آبگیر باران کوچك مقیاس با نام‌های شیار، بانکت و سکوبندی در قالب طرح‌های آبخیزداری، جنگل‌کاری در مناطق خشك و بیابان زدائی همراه با سایر سامانه‌ها نظیر ایجاد چاله‌های کوچك مقیاس (Pitting)، جوی و پشته (Ridging) و شیارهای پیوسته بر روی خطوط تراز در اراضی کم‌شیب(Farrawing) برای احیاء مراتع از طریق استحصال آب باران، به صورت گسترده در نقاط مختلف کشور متداول شده است. علی‌رغم پرداختن به این موضوع به صورت محدود و هم زمان با شروع اقدامات آبخیزداری در کشور، در سال‌های بعد از ۱۳۵۷، مبحث پخش سیلاب‌ها و بهره‌برداری از آن‌ها به ویژه در بخش تحقیقات حفاظت خاك و آبخیزداری مورد توجه قرار گرفته است.

استحصال رواناب‌های متمرکز و متلاطم از آبراهه‌ها، مسیل‌ها و خشکه رودها از طریق احداث بندهای چوبی، خاکی، سنگ‌ریزه‌ای، خشکه چین سنگی، خشکه چین توری سنگی، ملاتی، بتنی و حتی بندهای سبك فلزی و چوبی با اهداف مختلف نظیر: انحراف آب به اراضی مجاور، ایجاد بستر مناسب برای غرس نهال و کشت و زرع در پشت بندها به هنگامی که آبراهه‌ها عریض باشند، از دیر باز در نقاط مختلف جهان به صورت سنتی و نوین رایج و متداول بوده است (Hudson, ۱۹۸۲). در ایران استفاده از آب بندان، بندهای خاکی، بندهای اصلاحی، حوضچه‌های ذخیره آب در داخل آبراهه‌ها همراه با سایر اقدامات و عملیات استحصال و حفاظت آب به صورت سنتی و نوین معمول بوده و امروزه نیز در قالب طرح‌های حفاظت آب و خاك و آبخیرداری از این نوع سامانه‌های سطوح آبگیر به صورت گسترده در کشور استفاده می‌شود (Ghoddousi, 1999).

صرف نظر از علل استفاده و یا عدم استفاده از این روش برای تأمین آب و تداوم امروزی آن از یکسو و رواج تدریجی و بازسازی دوباره این شیوه در نقاط مختلف جهان و ایران از سوی دیگر، مستندات به دست آمده نشانگر این است که در نواحی شمال شرقی ایران واقع در حاشیه دریای خزر به ویژه در نواحی ترکمن نشین نظیر آق‌قلاع و مراوه تپه، به دلیل اندکی رودخانه‌های دارای جریان‌های پایه وکیفیت پائین آب‌های سطحی و شور بودن منابع آب زیرزمینی، جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام‌ها متداول‌ترین روش تأمین آب برای مصارف شرب و خانگی در این مناطق بوده است (قدوسی، ۱۳۷۶).

استفاده از این روش امروزه نیز در نفیس آباد واقع در ترکمن صحرا ادامه دارد. وجود کاروان

سراهای متروکه به ویژه در مسیر جاده ابریشم و قلعه‌های نظامی در نقاط صعب العبور که اغلب در قله تپه‌ها و کوه‌های پرشیب واقع شده‌اند و نبود و ناچیزی و اندکی آثار باقی مانده از روش‌های تأمین آب از طریق آب رودخانه‌ها و یا چاه‌ها و امثالهم در آثار تاریخی یاد شده، این تصور را قوت می‌بخشد که تأمین آب از طریق جمع‌آوری و استحصال آب باران انجام می‌شده است. وجود پشت‌بام‌های سنگ‌فرش و آجر فرش شده، سنگ‌های صیقلی شده در رخنمون‌های سنگی در نزدیکی چنین آثاری از دلایل اصلی این مدعا می‌باشد. آنچه در زمینه‌ی جمع‌آوری آب از پشت‌بام‌ها، حیاط منازل و سطوح مصنوعی آبگیر روزمینی مطرح می‌باشد، امکان‌پذیری بهینه‌سازی استفاده از منابع آب قابل دسترس است که می‌تواند بر طرف کننده قسمتی از نیازهای انسان به آب به ویژه در مناطق روستائی برای مصارف مختلف باشد. بدیهی است استفاده از این روش در مناطق پر جمعیت و شهرهای بزرگ از نظر تأمین آب شرب به دلایل زیادی از جمله آلودگی هوا که باعث کاهش شدید کیفیت آب باران برای مصارف شرب می‌شود، نمی‌تواند برآورد کننده نیازها باشد. اما در چنین مناطقی نیز می‌توان بخش قابل توجهی از آب مورد نیاز برای مصارف غیر شرب را از طریق جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها، حیاط منازل، سطوح غیر قابل نفوذ روزمینی، مانند سطح خیابان‌ها، زمین‌های بازی دارای سطح غیر قابل نفوذ و امثالهم تأمین نمود (Lo, 1997; Appan, 1997).

از بین محدود کارهای تحقیقاتی که در ایران تحت عنوان بهره‌برداری از آب باران انجام گرفته است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: چکشی و همکاران (۱۳۹۱) در زمینه استحصال آب باران در مناطق خشك تحقیق نموده و مصادیقی از دانش بومی موجود در این زمینه را ارائه دادهاند.

حبیبی‌پور و دهقان (۱۳۹۲) سیستم‌های سطوح آبگیر باران را جهت تامین آب حیاتوحش منطقه حفاظت شده و پارك ملی سیاه‌کوه مورد ارزیابی قرار دادند نتایج نشان داد اجرای طرح آبگیرهای سنگی برای تأمین آب در ۲۵ درصد از آب انبارهای موجود منطقه سیاه‌کوه درحال حاضر انجام شده است. لیکن به دلیل حجم کم مخزن ذخیره، ضرورت دارد این مخازن سنگی سالی یك‌بار هم با استفاده از تانکر آبرسانی، آبگیری شوند؛ این درحال است که اجرای طرح آبگیرهای سنگی برای کلیه آب انبارهای موجود در منطقه امکان‌پذیر می‌باشد. این موضوع می‌تواند سالانه ۲۷۵ میلیون ریال در هزینه‌های اداره کل محیط زیست استان یزد صرفه‌جویی نماید که با توجه به ضعف شدید اعتبارات در بخش محیط زیست رقم قابل توجهی به حساب می‌آید.

باقریان کلات و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی و ارزیابی عملکرد سد زیرزمینی سنگانه کلات در تامین آب شرب دام عشایر منطقه پرداخته، این سد در هر نوبت آبگیری قابلیت ذخیره حدود ۸۰۰۰ متر مکعب آب زیرسطحی را دارا می‌باشد و با توجه به اینکه عشایر منطقه سالانه با حداقل ۴۰۰۰ مترمکعب کمبود آب شرب دام مواجه می‌باشند لذا عملکرد مناسب سد زیرزمینی رضایت کامل

دامداران را فراهم ساخت. از آنجا که عمر مفید سدهای زیرزمینی چندین برابر عمر مفید سدهای خاکی می‌باشد لذا آبگیری موفقیت‌آمیز سد زیرزمینی سنگانه می‌تواند ده‌ها سال تداوم داشته باشد. با بهره‌برداری از این سد عملاً با رفع معضل کم آبی، درآمد روستائیان نسبت به سال‌های قبل افزایش چشم‌گیری یافته است.

نیک‌نژاد (۱۳۹۲) در مطالعه خود تحت عنوان استحصال آب باران با استفاده از سطوح عایق در استان آذربایجان شرقی به ایجاد سطوح آبگیر با ضریب رواناب بالا و ذخیره کردن آن در مخازن پرداخته و برای این منظور سه تیمار مربعی شکل هر کدام در سه تکرار به مساحت ۴ متر مربع با اضلاع ۲ متر در نظر گرفته شد که شامل سطح طبیعی، سطح طبیعی با پوشش سنگ‌چینی و سطح پلاستیکی با پوشش سنگ چینی بود. برای مقایسه عمق بارندگی و عمق رواناب حاصل از آن از باران‌سنج استوانه‌ای استفاده گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های مربوط به بارندگی‌ها و رواناب متناظر با آن‌ها در طول یك سال آبی نشان داد که در شیب‌های متوسط ۱۱/۵ الی ۱۸ درصد بیش‌ترین رواناب مربوط به سطح پلاستیکی با پوشش سنگ‌چینی (۳۹/۴ درصد) و کمترین آن مربوط به سطح طبیعی با پوشش سنگ‌چینی (۵/۴ درصد) می‌باشد. رواناب حاصل از سطح طبیعی نیز در حدود ۱۵/۶ درصد بود.

پارسایی و همکاران (۱۳۹۲)، نقش سطوح عایق باران در تامین آب شرب دام در مراتع شمال استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند علاوه بر رفع مهم‌ترین مشکل دام و دامداران در مراتع قشلاقی استان در کاهش هزینه‌های جاری و همچنین از فشار چرایی ناشی از تمرکز دام‌ها در اطراف منابع آبی در اراضی مرتعی کم کند.

۲-۴-۳- تجارب موجود در حوضه دریاچه ارومیه

جباری و همکاران (۱۳۹۱)، امکان سنجی احداث آب انبار در جزیره اشك دریاچه ارومیه جهت تامین آب شرب گوزن زرد ایرانی با استفاده از نرم افزار WMS و GIS، را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند اگر در یك نوبت بارندگی که در منطقه اتفاق می‌افتد میزان بارش ۵ میلی‌متر ثبت گردد با فرض اینکه از این مقدار تنها ۱ میلی‌متر آب تبدیل به روان آب گردد در زیر حوضه‌ای که مساحت ۱۳۰ هکتاری دارد، حجم آبی که از خروجی این حوضه خارج می‌گردد برابر ۱۳۰۰ متر مکعب خواهد بود. که اگر بتوان این حجم آب را ذخیره نمود می‌توان به اندازه نیاز سالانه کل گوزن‌های جزیره اشك آب ذخیره نمود.

در جزایر داخل پارک ملی دریاچه ارومیه و در دو جزیره اشک و کبودان چشمه‌هایی وجود دارد که در طی سال آب آن‌ها در منابع بتنی و پلی اتیلنی جمع‌آوری و در فصول گرم سال مورد استفاده

حیات وحش قرار می‌گیرند. اما با توجه به افزایش جمعیت حیات وحش و همچنین عدم کفاف آب چشمه‌ها برای شرب حیات وحش، اداره کل حفاظت محیط زیست استان در طی سال‌های گذشته اقدام به ایجاد سطوح آبگیر نموده که در زیر تشریح شده است.

الف) سطوح آبگیر با بستر طبیعی

یکی از جزایری که در آن با استفاده از موقعیت حوضه آبخیز ، بخشی از آب مورد نیاز تامین می‌گردد جزیره اسپیر می‌باشد. در این جزیره با اقداماتی خروجی حوضه در پایین دست کنترل و به یک منبع بتنی به حجم ۹۰۰۰۰ لیتر هدایت و ذخیره می‌گردد. در این سیستم ابتدا محل خروجی آب از این حوضه را مشخص نموده و سپس با اقداماتی مسیر جریان آب بهسازی و حتی در بعضی مسیرها با استفاده از سیمان از انحراف جریان آب جلوگیری شده است. قبل از ورود آب به منبع ابتدا یک حوضچه کوچک حفر شده تا ذرات درشت سنگ، خاک و شاخه‌های چوب و... گرفته شود و همچنین یک توری فلزی جهت جلوگیری از ورود ذرات درشت شناور نصب شده است و در نهایت آب از طریق یک لوله وارد منبع بتنی می‌گردد و تا زمان استفاده در این منبع حفظ می‌شود. با توجه به اینکه این منبع در داخل زمین احداث شده هیچ‌گونه تبخیری از آن صورت نمی‌پذیرد و همچنین خود دیواره داخلی این منبع با اقدامات انجام گرفته غیر قابل نفوذ گردیده است. در فصل تابستان که حیات وحش نیاز مبرم به آب دارند آب این منبع از طریق یک لوله به یک آبشخور بتنی هدایت می‌گردد. جهت تنظیم مقدار آب این آبشخور از یک شناور استفاده شده است (شکل ۲-۹ و ۲-۱۰).

ب) سطوح آبگیر با بستر مصنوعی

در جزایر اشک و کبودان در طی سال‌های گذشته به دلیل نیازهای آبی تعداد ۵ واحد سطوح آبگیر احداث شده است که آب جمع‌آوری شده از این سطوح به آب انبارهای بتونی و یا پلی اتلینی هدایت و در مواقع ضروری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ایجاد سطوح آبگیر از صفحات مشبک فلزی در اندازه‌های حدوداً یک‌صد متر مربع استفاده شده که بر روی پایه‌های فلزی و در ارتفاع حدوداً ۲/۵ تا ۳/۵ متری زمین نصب شده‌اند. بعد از بارندگی، آب باران و یا برف از طریق یک لوله جمع کننده در پایین سطح شیب‌دار به منابع موجود هدایت می‌گردد. در تعدادی از این سطوح شیب‌دار برای جلوگیری از صدمات احتمالی و همچنین جلوگیری از تبخیر، منابع پلی اتیلنی در زیر همین سطوح آبگیر قرار گرفته است. در شکل‌های (۲-۱۱ تا ۲-۱۳) نمونه‌ای از این سطوح قابل مشاهده است.

شکل ۲- ۹- مسیر جریان آب قبل از ورود به منبع در جزیره اسپیر

شکل ۲- ۱۰- آبشخور در پایین دست منبع آب در جزیره اسپیر

شکل ۲-۱۱- تصویری از آبشخورهای احداث شده که تأمین آب آنها از طریق سطوح آبگیر مصنوعی باران انجام می‌شود (عکس از قدوسی ۱۳۷۶)

شکل ۲- ۱۲- سطح آبگیر در نزدیکی چشمه و محل آبشخور در جزیره اشک (عکس از بهزاد شیر پنجه)

شکل ۲- ۱۳- منبع‌های پلی اتلینی در زیر سطوح شیب‌دار ایجاد شده در جزیره اشک (عکس از بهزاد شیر پنجه)

فهرست منابع

۱- باقریان کلات، علی؛ عباسی، علی اکبر؛ طباطبایی یزدی، جواد (۱۳۹۱). بررسی و ارزیابی عملکرد سد زیرزمینی سنگانه کلات در تامین آب شرب دام عشایر منطقه، اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح ابگیر باران، مشهد.

۲- پارسایی، لطف ا...؛ پارسا مهر، محمدرضا؛ مفیدی خواجه، اراز محمد؛ آسیایی، مجید (۱۳۹۲). نقش سطوح عایق باران در تامین آب شرب دام درمراتع شمال استان گلستان، دومین همایش ملی سامانه-های سطوح ابگیر باران، مشهد.

۳- جباری، حجت؛ بنابی، امید؛ عباس نژاد، حسن؛ سید قریشی، علیرضا (۱۳۹۱). امکان‌سنجی احداث آب انبار در جزیره اشك دریاچه ارومیه جهت تامین آب شرب گوزن زرد ایرانی با استفاده از نرم افزارWMS و GIS، اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح ابگیر باران، مشهد

۴- چکشی، بهاره؛ محمودی، عباسعلی؛ پژمرده، مصطفی (۱۳۹۱). استفاده از دانش بومی با تاکید بر روش کمانه آبگیر جهت احیا و بهبود پوشش گیاهی در راستای شیوه‌های استحصال آب باران؛ اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران؛ مشهد؛ آذر ماه.

۵- حبیبی پور، اعظم؛ دهقان، حجت (۱۳۹۲). استفاده از سطوح آبگیر باران جهت تامین نیاز آبی حیات وحش (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده و پارک ملی سیاه‌کوه)، دومین همایش ملی سامانه‌های سطوح ابگیر باران، مشهد.

۶- نیک نژاد، داوود (۱۳۹۲). استحصال آب باران با استفاده از سطوح عایق در استان آذربایجان شرقی، دومین همایش ملی سامانه‌های سطوح ابگیر باران، مشهد.

۷- قدوسی، جمال (۱۹۷۶). رواناب‌های سطحی و فرسایش خاك در ایران پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آریزونا، آمریکا.

8 – APPAN A. (1997), Alternative Dual –Mode Working System for the Collection and Use of Rainwater in High –Rise Buildings for Non –Portable Purposes Procedding 8th ICRCS, Iran.

9 – BOERS T. M., GRAAF M., de FEDDES. R. A. and BEN –ASHER J. (1986a). A linear regression model combined with a soil water balance model to design micro –catchments for water harvesting in arid regions. In: Agricultural Water Management 11: 187 –206.

10 – BOERS T. M., ZONDERVAN K. and BEN –ASHER J. (1986b). Micro –catchment water harvesting (MCWH) for arid zone development. In: Agricultural Water Management 12 (1 /2):21 –39.

11 – BOERS T. M. and BEN –ASHER J. (1982). A review of rainwater harvesting. In: Agricultural Water Management 5: 145 –158.

12 – CUNNINGHAM G. M. (1970). Waterponding on scalds. In: Journal of the Soil and Water Conservation Service of New South Wales 26: 146 –168.

13 – DAS D. C. (1985). Surface water development in arid zones. In: Sand dune stabilisation, shelterbelts and afforestation in dry zones. FAO conservation guide 10, FAO, Rome.

14 – Evenari /Mashash (1975). Fields and Pastures in Deserts, edited by the management of the experimental farm WadiMashash' (M. Evenari, U. Nessler, A. Rogel, and O. Schenk). Darmstadt: Eduard Roether (Enquiries to 6114 GroB –Umstadt, Bodenacker 10, W. Germany).

15 – Farrar D. M. (1974). Aspects of water supply and conservation in some semi –arid regions of Africa'. Ph. D. thesis, University of Manchester Institute of Science and Technology, UK.

16 – GEDDES H. J. (1963). Water harvesting. Paper presented at National symposium on water resources,

Canberra, AustralianAcademy of Science.

17 – GHODDOUSI. J. (1999). An Overlook to the Development and Use of Rainwater Harvesting system in Iran. / Pro 7th ICRCS, china. 4. 26 –4. 36

18 – GILBERTSON D. D. (1986). Runoff (floodwater) farming and rural water supply in arid lands. In: Applied Geography 6 (1): 5 –11.

19 – Gould J. E. (1984). Rainwater catchment systems in Botswana: past, Present and future' Waterlines, 2 (4). London: Intermediate Technology Publications

20 – HOLLICK M. (1982). Water harvesting in the arid lands. Scientific reviews on arid zone research. Vol 1: 173 –247, Scientific Publishers, Jodhpur, India.

21 – HUDSON N. W. (1981). Soil conservation. 2nd ed. Batsford,London and CornellUniversity Press, Ithaca.

22 – HUDSON N. W. (1987a). Changing soil conservation strategies. Paper presented at the International Conference on Steepland Agriculture in the Humid Tropics, 17 –21 August, Kuala Lumpur, Malaysia.

23 – HUIBERS F. P. (1985). Rainfed agriculture in a semi –arid tropical climate: aspects of land and water management for Red Soils in India. Doctoral Thesis, Agricultural University Wageningen.

24 – Ionides M. G. (1939). Report on the WaterResourcesofTransjordan and their Development. London: Publications of the Government of Transjordan.

25 – Ionides M. G. (1976). Private communications, (a) with ITDG Water Panel; (b) quoted by G. McRobie, Small is Possible. London: JonathanCape, 1981, pp 44 –5.

26 – Laing I. A. F. (1975). Sealing leaking excavated tanks on farms in Western Australia. In: Proc. Water Harvesting Symposium, Phoenix, Arizona, March 1974. Frasier G. W. (ed). USDA –ARS –W –22, pp 159 – 174.

27 – LO. Andrew. (1997). Utilization of water for recreational Purposes in Taiwan, 8th ICRCS, Iran.

28 – MULDER P. (1979). Qusbat –Gharyan Erosion Control Project. AHT Project Report, AHT, Essen.

29 – NEWMAN J. C. (1966). Waterponding for soil conservation in arid areas in New South Wales. In: Journal of the Soil Conservation Service of New South Wales 22: 2 –11.

30 – PACEY A. and CULLIS A. (1986). Rainwater harvesting: the collection of rainfall and runoff in rural areas. Intermediate Technology Publication, London, UK.

31 – REIJ C. (1988). The present state of soil and water conservation in the Sahel (in preparation).

32 – Richards K. (1972). Rainwater harvesting for domestic purposes'. Rhodesia Agriculture Journal Technical Bulletin No. 15, Salisbury (Zimbabwe / is water supply Rhodesia).

33 – Tadmor N. H. and Shanan L. (1969). Run –off inducement in an arid region by removal of vegetation. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 33 (5): 790 –793.

34 – UNEP (1983). Rain and Stormwater Harvesting in Rural Areas. ed. United Nations Environmental Programme. Dublin: Tycooly International.

فصل سوم:
مکان‌یابی نقاط مستعد برای استحصال آب باران

خلاصه

فصل سوم شامل ۳ بخش است، در بخش اول به معرفی سیستم‌های سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) استحصال آب باران به همراه معیارهای امتیازدهی و نقاط انتخاب شده در جزایر سه گانه پرداخته شده است. در بخش دوم سیستم‌های سطوح عایق مصنوعی استحصال آب باران معرفی شده‌اند و با ارائه معیارهای امتیازدهی این نوع سیستم، نقطه انتخابی در جزیره آرزو با توجه به عدم قابلیت دیگر روش‌ها معرفی گردید. بخش سوم به معرفی سیستم‌های استحصال آب باران از آبراهه‌ها اختصاص یافته است که در این بخش ضمن ارائه جداول امتیازدهی به فاکتورهای موثر در انتخاب نقاط، نتایج میدانی نقاط دارای پتانسیل تامین آب از این روش در جزیره کبودان معرفی گردید. بخش انتهایی این فصل روش چهارم استحصال آب باران را که دارای پتانسیل اجرا در جزیره کبودان است معرفی می‌کند. در این روش استحصال آب، از جریانات زیرسطحی با احداث بند زیرزمینی استفاده می‌شود و آب زیرقشری که پس از وقوع بارندگی جریان می‌یابد استحصال می‌گردد. برای انتخاب نقاط مناسب این روش نیز معیارهایی معرفی و امتیازدهی شدند و نهایتا مشخصات هر یک از معیارها در محل مورد نظر همراه با تصاویر مربوطه ارائه گردید. بر اساس گزارشات فوق در مجموع ۱۸ نقطه شناسایی و معرفی شد که جزیره کبودان با توجه به وسعت بالا و نیاز به حجم آب بیشتر، تعداد ۱۴ مورد از نقاط انتخابی را به خود اختصاص داد. همچنین در جزایر اسپیر و آرزو به ترتیب ۳ و ۱ نقطه شناسایی و معرفی شد که در ادامه جزئیات آن ارائه شده است.

Summary

reports the results of a very comprehensive field survey of Lake Urmia's islands which was undertaken, after all maps and previous studies had been accurately reviewed. Existing water supply potentials, such as stream networks and land cover as well as groundwater aquifer, were considered during many site visits. Detailed specifications such as rock type, topography, catchment's dimension and land cover were evaluated according to prescribed weighting criteria.

۳-۱- مقدمه

با توجه به مطالب ارائه شده در فصل‌های قبل، روش‌های متنوعی برای جمع‌آوری آب باران از سطوح مختلف موجود بوده و تجربه گردیده است. این در حالی است که سوابق اجرایی و مطالعاتی که مشخصاً برای تامین آب شرب حیات وحش صورت پذیرفته باشد در سطح دنیا محدود و در داخل کشور نیز کمیاب می‌باشد. با این وجود، پس از انجام مطالعات پایه منطقه و بازدیدهای میدانی صورت پذیرفته سه نمونه از الگوهای تامین کننده آب شرب توسط سیستم‌های سطوح آبگیر باران برای جزایر سه گانه دریاچه ارومیه قابل بررسی و ارائه می‌باشند که در ادامه به تفصیل معیارها و ملزومات انتخاب هر الگو به همراه نمونه‌های انتخابی در هر بخش ارائه گردیده است. لازم به ذکر است که علی رغم وجود الگوهای متعدد دیگر برای این منظور، به دلیل عدم وجود پتانسیل در منطقه اشاره‌ای به آن‌ها نگردیده است.

۳-۲- سطوح عایق طبیعی (توده سنگی)

۳-۲-۱- تعریف

استحصال آب باران و رواناب‌های سطحی از سطوح آبگیر طبیعی (توده سنگی) یکی از الگوهای کاربردی برای ذخیره‌سازی آب جهت مصارف مورد نظر من جمله تامین آب شرب مورد نیاز حیات وحش می‌باشد. این بسترهای طبیعی شامل دامنه‌های توده سنگی با کمترین درز و شکاف بوده که قابلیت انتقال آب را به نقطه‌ای مشخص دارا می‌باشند. دامنه‌های توده سنگی به دلیل ضریب

رواناب بالا و گیرش اولیه اندک باران، قابلیت بسیار بالایی برای تولید رواناب داشته و در صورت کنترل آن قبل از رسیدن به مناطق خاکدار می‌توان نسبت به جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آن اقدام نمود.

۳-۲-۲- معیارها

بر اساس مطالعات صورت پذیرفته در زمینه مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران از مناطق عایق طبیعی (توده سنگی) معیارهای مختلفی ارائه گردیده است. با توجه به تمرکز این مطالعات بر تامین آب شرب حیات وحش، معیارهای مرتبط از کلیه منابع در دسترس استخراج و با توجه به تجارب مستقیم تیم مطالعاتی در این زمینه و همچنین بازدیدهای میدانی تدقیق گردید. معیارهای مورد نظر در جدول (۳-۱) در قالب ۱۲ فاکتور در طبقات شایستگی مختلف ارائه شده است.

علاوه بر معیارهای فوق بایستی در انتخاب مکان مناسب اجرای سیستم سطوح آبگیر باران (RWH) به عدم تمرکز و دسترسی شکارچیان و لحاظ کمترین اثرات زیست محیطی پس از اجرای سیستم توجه گردد.

ردیف	فاکتور	طبقات شایستگی				
		ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)	۱۵۰۰<	۸۰۰-۱۵۰۰	۵۰۰-۸۰۰	۳۰۰-۵۰۰	۳۰۰ >
۲	درز و شکاف (درصد)	۰-۲	۲-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵ <
۳	جنس سنگ	آذرین یا دگرگونی (گرانیت، فلدسپات،...)	سیلت استون	سنگ آهک	ماسه سنگ	گچی، شنی
۴	شیب (درصد)	۲۰-۳۰	۱۵-۲۰ و ۳۰-۴۰	۱۰-۱۵ و ۴۰-۵۰	۵-۱۰ و ۵۰-۶۰	۶۰ و۵ >
۵	پوشش گیاهی	فاقد پوشش	بوته و علف یکساله محدود	بوته و علف چندساله محدود	درختچه محدود	پوشش زیاد
۶	واریزه سنگی (درصد)	۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰ <
۷	خاک (درصد)	۰-۲	۲-۵	۵-۷	۷-۱۰	۱۰ <
۸	ضریب رواناب	۹۰ <	۷۵-۹۰	۵۰-۷۵	۴۰-۵۰	۴۰>

۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۴۰۰<	۳۰۰-۴۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۱۰۰-۲۰۰	<۱۰۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)*	۲۰۰۰-۶۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰ و ۶۰۰۰-۷۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰ و ۷۰۰۰-۸۰۰۰	۷۵۰-۱۰۰۰ و ۸۰۰۰-۹۰۰۰	۷۵۰ > و ۹۰۰۰<
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰ و ۷۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰ و ۵۰۰-۷۰۰	۴۰۰۰-۵۰۰۰ و ۳۰۰-۵۰۰	۳۰۰ > و > ۵۰۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰۰-۱۰۰۰	۵۰۰۰<

جدول ۳-۱- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از سطوح سنگی طبیعی

* بر اساس گونه‌های مختلف و میزان پیمایش روزانه حیات وحش می‌تواند متفاوت باشد، فواصل در جدول فوق برای قوچ و میش و بر اساس آبشخورهای موجود در نظر گرفته شده است.

۳-۲-۳- تخمین میزان رواناب از سطوح صخره‌ای

برای تعیین میزان رواناب قابل استحصال از سطوح صخره‌ای نیاز به داشتن آمار بارندگی دراز مدت حداقل ۱۵ ساله محل طرح می‌باشد. با داشتن این اطلاعات می‌توان با استفاده ار رابطه زیر میزان رواناب مورد انتظار را تخمین زد:

$$V = PARK$$

که در آن:

V= حجم آب جمع آوری شده بر حسب متر مکعب

P= بارندگی متوسط دراز مدت بر حسب متر

A= سطح آبگیر بر حسب متر مربع

R= ضریب رواناب

K= ضریب مربوط به تلفات ناشی از تبخیر و هدر رفت آب

۳-۲-۴- نقاط انتخابی

در مطالعات پیش رو انتخاب مکان مناسب استحصال آب باران از سطوح عایق طبیعی بر اساس معیارهای ارائه شده صورت پذیرفت (جدول ۳-۱)، بدین صورت که ابتدا با کمک نقشه

زمین‌شناسی منطقه و تصاویر ماهواره‌ای سطوح توده سنگی در سطح جزایر کبودان، آرزو و اسپیر استخراج شد؛ سپس برای هر سطح انتخابی یک چک لیست تهیه و بر اساس جدول (۳-۲) برای تمامی ۱۲ معیار امتیازدهی گردید.

فاکتور	طبقات شایستگی				
	ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
امتیاز	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰

جدول ۳-۲- امتیازدهی هر یک از معیارها بر اساس طبقات شایستگی استحصال آب باران ازسطوح سنگی طبیعی

لازم به ذکر است که معیارهایی مثل متوسط بارندگی، سطح منطقه توده سنگی، شیب، فاصله تا جاده، فاصله تا آبشخور موجود و جنس سنگ با توجه به مطالعات پایه صورت پذیرفته به صورت اولیه تکمیل شده و پس از مراجعه به منطقه و بازدید میدانی از نقاط انتخابی در جزایر اطلاعات مربوطه تدقیق گردید. نهایتا با توجه به امتیازات داده شده گزینه‌های نهایی انتخاب و اولویت بندی شدند. در ادامه نتایج معیارهای انتخابی برای هر نقطه به همراه امتیاز مربوطه، نقشه و تصویر محل ارائه شده است.

جزیره کبودان

در سطح جزیره کبودان در مجموع ۱۲ نقطه با قابلیت مناسب برای استحصال آب باران از سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) شناسایی شد. مشخصات هر یک به همراه امتیازات مربوط به معیارهای انتخابی (جداول ۳-۳ تا ۳-۱۴) و تصاویر نقاط مورد نظر (شکل ۳-۱ تا ۳-۱۲) مشاهده می‌شود.

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۱	R-K-۱	۵۵۷۵۵۲	۴۱۴۹۴۵۸
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۳۰۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۳۵	مناسب	۷۵
۵	پوشش گیاهی		بوته چند ساله محدود	متوسط	۵۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۱۵-۲۰	تا حدودی شایسته	۲۵

۷	خاک (درصد)	۲	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب	۸۰	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)	۸۰۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)	۲۰۰	مناسب	۷۵
جمع				۷۷۵

جدول ۳-۳- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۲	R-K-۲	۵۵۸۰۳۸	۴۱۴۹۳۷۶
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۱۵۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۱۰	متوسط	۵۰
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۵۵	تا حدودی شایسته	۲۵
۵	پوشش گیاهی		درختچه محدود	تا حدودی شایسته	۲۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۱۲	متوسط	۵۰
۷	خاک (درصد)		۸	تا حدودی شایسته	۲۵
۸	ضریب رواناب		۶۵	متوسط	۵۰
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۱۴۰۰	متوسط	۵۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۲۱۰۰	مناسب	۷۵
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)		۳۰۰	متوسط	۵۰
جمع					۶۰۰

جدول ۳-۴- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۲

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۳	R-K-۳	۵۵۶۸۰۳	۴۱۴۷۳۹۳
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۳۷۵	تا حدودی شایسته	۲۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۱۵	مناسب	۷۵
۵	پوشش گیاهی		فاقد پوشش	ایده‌آل	۱۰۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۵	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۸	ضریب رواناب		۹۰	ایده‌آل	۱۰۰
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۲۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۶۰۰	متوسط	۵۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)		۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع					۹۵۰

جدول ۳-۵- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۳

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۴	R-K-۴	۵۵۶۷۵۳	۴۱۴۷۳۳۸
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۳۱۴	تا حدودی شایسته	۲۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۱۵	مناسب	۷۵
۵	پوشش گیاهی		فاقد پوشش	ایده‌آل	۱۰۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۱۵	متوسط	۵۰
۷	خاک (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۸	ضریب رواناب		۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰

۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)	۲۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۶۰۰	متوسط	۵۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)	۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع				۸۷۵

جدول ۳-۶- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۴

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۵	R-K-۵	۵۵۵۷۷۱	۴۱۴۷۵۴۰
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۳۲۴	تا حدودی شایسته	۲۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۱۵	مناسب	۷۵
۵	پوشش گیاهی		فاقد پوشش	ایده‌آل	۱۰۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۲۵	متوسط	۵۰
۷	خاک (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب		۶۵	متوسط	۵۰
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۲۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۱۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)		۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع					۸۵۰

جدول ۳-۷- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۵

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۶	R-K-۶	۵۵۶۲۷۱	۴۱۴۷۴۷۵
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۳۷۵	تا حدودی شایسته	۲۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰

۳	جنس سنگ	سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)	۱۵	مناسب	۷۵
۵	پوشش گیاهی	فاقد پوشش	ایده‌آل	۱۰۰
۶	واریزه سنگی (درصد)	۱۵	متوسط	۵۰
۷	خاک (درصد)	۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب	۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)	۲۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۲۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)	۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع				۹۰۰

جدول ۳-۸- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۶

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۷	R-K-۷	۵۵۵۷۰۷	۴۱۴۷۰۵۱
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۷۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۱۰	متوسط	۵۰
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۶۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۵	پوشش گیاهی		درختچه محدود	تا حدودی شایسته	۲۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۱۰	مناسب	۷۵
۷	خاک (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب		۸۰	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۳۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۹۰۰	مناسب	۷۵
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)		۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع					۸۰۰

جدول ۳-۹- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۷

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۸	R-K-۸	۵۵۵۴۲۸	۴۱۴۷۲۱۵
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۱۸۰	غیر شایسته	۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۶۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۵	پوشش گیاهی		علفی یکساله محدود	مناسب	۷۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۵	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۸	ضریب رواناب		۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۳۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۱۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)		۸۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع					۸۷۵

جدول ۳-۱۰- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۸

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۹	R-K-۹	۵۵۵۰۶۱	۴۱۴۷۲۸۰
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۴۰۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۹۰	غیر شایسته	۰
۵	پوشش گیاهی		فاقد پوشش	ایده‌آل	۱۰۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۲	ایده‌آل	۱۰۰

۸	ضریب رواناب	۸۰	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)	۳۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۹۰۰	مناسب	۷۵
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)	۵۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع				۸۷۵

جدول ۳-۱۱- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۹

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۱۰	R-K-۱۰	۵۵۴۷۲۲	۴۱۴۷۷۵۷
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۳۳۷۵۰	ایده‌آل	۱۰۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۴۰	مناسب	۷۵
۵	پوشش گیاهی		بوته چند ساله محدود	متوسط	۵۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۵	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب		۹۰	ایده‌آل	۱۰۰
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۳۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۱۳۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)		۸۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع					۹۷۵

جدول ۳-۱۲- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱۰

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۱۱	R-K-۱۱	۵۵۴۴۵۰	۴۱۴۸۸۶۴
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۱۵۰	غیر شایسته	۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۵	تا حدودی شایسته	۲۵
۵	پوشش گیاهی		علفی یکساله محدود	مناسب	۷۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۲۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۷	خاک (درصد)		۱۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۸	ضریب رواناب		۸۲	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۲۶۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۱۳۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)		۵۰	ایده‌آل	۱۰۰
	جمع				۷۰۰

جدول ۳-۱۳- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱۱

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	سطوح عایق طبیعی	۱۲	R-K-۱۲	۵۵۴۵۸۴	۴۱۴۸۹۹۲
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۶۲۵	متوسط	۵۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۵	تا حدودی شایسته	۲۵
۵	پوشش گیاهی		علفی یکساله محدود	مناسب	۷۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۱۰	مناسب	۷۵

۷	خاک (درصد)	۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب	۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)	۲۴۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۳۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)	۵۰	ایده‌آل	۱۰۰
	جمع			۸۵۰

جدول ۳-۱۴- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-K-۱۲

جزیره اسپیر

در سطح جزیره اسپیر در مجموع ۳ نقطه با قابلیت مناسب برای استحصال آب باران از سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) شناسایی گردید که در ادامه مشخصات هر یک به همراه امتیازات مربوط به معیارهای انتخابی (جداول ۳-۱۵ تا ۳-۱۷) و تصاویر نقطه مورد نظر (شکل ۳-۱۳ تا ۳-۱۵) ارائه گردیده است

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
اسپیر	سطوح عایق طبیعی	۱	R-S-۱	۵۴۵۲۱۸	۴۱۴۶۳۲۲
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۸۲۸	مناسب	۷۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۲۵	ایده‌آل	۱۰۰
۵	پوشش گیاهی		علفی یکساله محدود	مناسب	۷۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۵	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب		۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰

۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)	۱۲۰۰	متوسط	۵۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۳۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)	۱۲۰	مناسب	۷۵
جمع				۹۰۰

جدول ۳-۱۵- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-S-۱

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
اسپیر	سطوح عایق طبیعی	۲	R-S-۲	۵۴۶۲۵۵	۴۱۴۷۵۴۳
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۱۲۰۰	مناسب	۷۵
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۲۵	ایده‌آل	۱۰۰
۵	پوشش گیاهی		علفی یکساله محدود	مناسب	۷۵
۶	واریزه سنگی (درصد)		۵	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب		۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۱۰۰۰	متوسط	۵۰
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۱۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)		۱۲۰	مناسب	۷۵
جمع					۹۰۰

جدول ۳-۱۶- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه R-S-۲

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
اسپیر	سطوح عایق طبیعی	۳	R-S-۳	۵۴۵۲۴۱	۴۱۴۶۷۳۲
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	مساحت منطقه توده سنگی (متر مربع)		۵۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۲	درز و شکاف (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۳	جنس سنگ		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۴	شیب (درصد)		۱۰	متوسط	۵۰
۵	پوشش گیاهی		بوته و علفی چند ساله محدود	متوسط	۵۰
۶	واریزه سنگی (درصد)		۵	ایده‌آل	۱۰۰
۷	خاک (درصد)		۵	مناسب	۷۵
۸	ضریب رواناب		۸۵	مناسب	۷۵
۹	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۱۰	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)		۸۰۰	تا حدودی شایسته	۲۵
۱۱	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۹۰۰	مناسب	۷۵
۱۲	فاصله تا محل ذخیرهسازی (متر)		۱۵۰	مناسب	۷۵
جمع					۸۰۰

جدول ۳-۱۷- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه۳-S-R

۳-۳- سطوح عایق مصنوعی

۳-۳-۱- تعریف

بسترهای مختلف در مقابل وقوع بارندگی بر روی خود واکنش‌های مختلفی را نشان می‌دهند که متاثر از ضریب زبری آن‌ها بوده و با ضریب رواناب نشان داده می‌شود. یکی از روش‌های معمول و بسیار عمومی برای استحصال آب باران در مناطق مختلف که قابلیت اجرای دیگر روش‌های جمع‌آوری را نداشته و مقدار نیاز به آب محدود می‌باشد، استفاده از روش‌های استحصال آب از سطوح عایق مصنوعی است. بدین شکل که با ایجاد یک سطح عایق مصنوعی با ضریب رواناب بالا مثل فشرده سازی خاک سطحی، کشیدن پلاستیک در سطح، ژئومنبران، حلب، آسفالت، قیر و .... رواناب را به یک نقطه مشخص هدایت کرده و به اشکال مختلف آن را ذخیره‌سازی می‌نماییم.

۳-۳-۲- معیارها

از آنجایی که استفاده از سطوح عایق مصنوعی در اغلب مکان‌ها و شرایط قابلیت اجرایی دارند معیارهای زیادی برای انتخاب نقاط دارای پتانسیل، متصور نمی‌باشد. با توجه به تمرکز این مطالعات بر تامین آب شرب حیات وحش، معیارهای مرتبط از کلیه منابع در دسترس استخراج و با توجه به تجارب مستقیم تیم مطالعاتی در این زمینه و همچنین بازدیدهای میدانی تدقیق گردید. معیارهای مورد نظر در جدول (۳-۱۸) در قالب ۵ فاکتور در طبقات شایستگی مختلف ارائه شده است.

ردیف	فاکتور	طبقات شایستگی				
		ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
۱	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۴۰۰<	۳۰۰-۴۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۱۰۰-۲۰۰	<۱۰۰
۲	مساحت سطح عایق (متر مربع) *۱	۴۰-۵۰	۳۰-۴۰ و ۵۰-۶۰	۲۰-۳۰ و ۶۰-۷۰	۱۰-۲۰ و ۷۰-۸۰	۱۰> و ۸۰<
۳	ضریب رواناب (درصد)	۹۵ <	۹۰-۹۵	۸۵-۹۰	۸۰-۸۵	۸۰
۴	فاصله تا آبشخور دیگر (متر) *۲	۲۰۰۰-۶۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰ و ۶۰۰۰-۷۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰ و ۷۰۰۰-۸۰۰۰	۷۵۰-۱۰۰۰ و ۸۰۰۰-۹۰۰۰	۷۵۰> و ۹۰۰۰<
۵	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰ و ۷۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰ و ۵۰۰-۷۰۰	۴۰۰۰-۵۰۰۰ و ۳۰۰-۵۰۰	۳۰۰ > و < ۵۰۰۰

جدول ۳-۱۸- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از سطوح عایق مصنوعی

۱- بر اساس میزان نیاز آبی و تعداد حیات وحش استفاده کننده متغیر خواهد بود.
۲- بر اساس گونه‌های مختلف و میزان پیمایش روزانه حیات وحش میتواند متفاوت باشد، فواصل در جدول فوق برای قوچ و میش و بر اساس آبشخورهای موجود در نظر گرفته شده است.

علاوه بر معیارهای فوق بایستی در انتخاب مکان مناسب اجرای سیستم سطوح آبگیر باران (RWH) به عدم تمرکز و دسترسی شکارچیان، قرار گرفتن نقطه انتخابی در مسیر تردد حیات وحش و لحاظ کمترین اثرات زیست محیطی پس از اجرای سیستم توجه گردد.

۳-۳-۳- نقاط انتخابی

در مطالعات پیش رو انتخاب مکان مناسب استحصال آب باران از سطوح عایق مصنوعی بر اساس معیارهای ارائه شده و در مناطقی که دیگر روش‌های طبیعی امکان پذیر نبود، صورت پذیرفت. بدین صورت که پس از بررسی تمامی روش‌های دیگر در سطح جزایر کبودان، آرزو و اسپیر با معیارهای اشاره شده، گزینه طبیعی مناسبی در سطح جزایر اسپیر و آرزو به دلیل پوشش گیاهی وسیع، خاک عمیق، شیب عمومی کم، عدم وجود مناطق سنگی و شواهد ایجاد رواناب سطحی و زیرسطحی مشاهده نگردید. از این رو اقدام به انتخاب روش‌های سطوح عایق مصنوعی در این دو جزیره با توجه به مساحت کم آن‌ها در مقایسه با جزیره کبودان گردید.

جزیره آرزو

جزیره آرزو با توجه به پوشش گیاهی مناسب، مناطق خاک‌دار فراوان آن، شیب کم اغلب دره‌ها و آبراهه‌های موجود در آن، و همچنین فقدان سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) طی مطالعات دفتری و بازدیدهای میدانی، شواهدی مبنی بر جاری شدن رواناب در اغلب آبراهه‌ها به صورت سطحی و زیرسطحی مشاهده نگردید. با توجه به موارد فوق الذکر نتیجه کلیه مطالعات و بازدیدهای میدانی در رابطه با پتانسیل یابی نقاطی جهت استفاده از سطوح آبگیر باران برای تامین آب مورد نیاز شرب حیات وحش منتهی به معرفی یک نقطه برای احداث سطوح آبگیر مصنوعی شده که در ادامه مشخصات آن در جدول (۳-۱۹) و تصاویر مربوطه در شکل (۳-۱۶) ارائه گردیده است. لازم به ذکر است که با توجه به سطح محدود جزیره آرزو و عدم وجود حیات وحش دائم در این جزیره، تنها یک نقطه پیشنهاد شده که به نظر کافی می‌باشد.

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
آرزو	سطوح عایق مصنوعی	۱	H-A-۱	۵۵۴۳۱۶	۴۱۵۴۵۸۹
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۲	مساحت سطح عایق (متر مربع) *۱		۵۰	مناسب	۷۵
۳	ضریب رواناب (درصد)		۹۵	مناسب	۷۵
۴	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)*۲		۵۰۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۵	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۳۰۰	تا حدودی شایسته	۲۵

جدول ۳-۱۹- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه H-A-۱

۳-۴- رواناب سطحی (آبراهه‌ای)

۳-۴-۱- تعریف

یکی دیگر از اقسام استحصال آب باران، استفاده از رواناب‌های سطحی جاری شده در بستر آبراهه-های فرعی می‌باشد. پس از وقوع بارندگی بر روی اراضی طبیعی و اشباع خاک سطحی، آب در جهت شیب به حرکت درآمده و در محل خط القعر دو دامنه (آبراهه) جریان پیدا می‌نماید. غالباً در طی بارش‌های شدید شاهد جریان‌یابی رواناب در آبراهه‌های طبیعی می‌باشیم. البته در مناطقی که دامنه‌های تولید کننده رواناب، نفوذ پذیری کمی داشته باشند در بارش‌های معمولی نیز شاهد جریان‌یابی رواناب در بستر آبراهه خواهیم بود. بر این اساس می‌توان در خروجی آبراهه‌هایی که ضریب رواناب دامنه‌های آن بالا باشد پتانسیل تولید رواناب را بررسی و اقدام به نگهداشت و ذخیره‌سازی آن برای مصارف مورد نظر نمود.

۳-۴-۲- معیارها

بر اساس مطالعات صورت پذیرفته در زمینه مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران از رواناب‌های سطحی جاری شده در بستر آبراهه‌های فرعی که مشابه احداث سازه‌های کنترل سیلاب در عملیات آبخیزداری می‌باشد، معیارهای مختلفی ارائه گردیده است. با توجه به تمرکز این مطالعات بر تامین آب شرب حیات وحش، معیارهای مرتبط از کلیه منابع در دسترس استخراج و با توجه به تجارب مستقیم تیم مطالعاتی در این زمینه و همچنین بازدیدهای میدانی تدقیق گردید. معیارهای مورد نظر در جدول (۳-۲۰) در قالب ۱۵ فاکتور در طبقات شایستگی مختلف ارائه شده است.

ردیف	فاکتور	طبقات شایستگی				
		ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
۱	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۴۰۰<	۳۰۰-۴۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۱۰۰-۲۰۰	<۱۰۰
۲	مساحت حوضه آبخیز بالادست (هکتار)	۲۰-۳۰	۱۵-۲۰ و ۳۰-۴۰	۱۰-۱۵ و ۴۰-۵۰	۵-۱۰ و ۵۰-۶۰	۵ > و ۶۰ <
۳	عرض کف دره (متر)	۴<	۴-۵	۵-۶	۶-۷	۷ <
۴	شیب آبراهه (درصد)	۴-۶	۶-۸ و ۳-۴	۸-۱۲ و ۲-۳	۱۲-۱۴ و ۱-۲	۱۴ > و ۱ <
۵	درز و شکاف بستر آبراهه (درصد)	۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰ <
۶	جنس سنگ بستر و دیواره های آبراهه	آذرین یا دگرگونی	سیلت استون	سنگ آهک	ماسه سنگ	گچی، شنی

۷	واریزه سنگی در بستر (درصد)	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵ <
۸	پوشش گیاهی در بستر آبراهه	فاقد پوشش	بوته و علف یکساله محدود	بوته و علف چندساله محدود	درختچه محدود	پوشش زیاد
۹	خاک در بستر آبراهه (درصد)	۰-۲	۲-۵	۵-۷	۷-۱۰	۱۰ <
۱۰	متوسط ضریب رواناب حوضه آبخیز بالادست (درصد)	۸۰ <	۶۵-۸۰	۵۰-۶۵	۳۵-۵۰	<۳۵
۱۱	میزان رسوب زایی حوضه (تن بر هکتار در سال)	۷ >	۷-۹	۹-۱۱	۱۱-۱۳	۱۳ <
۱۲	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)*۱	۲۰۰۰-۶۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰ و ۶۰۰۰-۷۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰ و ۷۰۰۰-۸۰۰۰	۷۵۰-۱۰۰۰ و ۸۰۰۰-۹۰۰۰	۷۵۰> و ۹۰۰۰<
۱۳	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰ و ۷۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰ و ۵۰۰-۷۰۰	۴۰۰۰-۵۰۰۰ و ۳۰۰-۵۰۰	۳۰۰ > و < ۵۰۰۰
۱۴	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰<
۱۵	فاصله تا منابع قرضه (متر)	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰<

جدول ۳-۲۰- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از بستر آبراهه‌های فرعی

۱- بر اساس گونه‌های مختلف و میزان پیمایش روزانه حیات وحش می‌تواند متفاوت باشد، فواصل در جدول فوق برای قوچ و میش و بر اساس آبشخورهای موجود در نظر گرفته شده است.

علاوه بر معیارهای فوق بایستی در انتخاب مکان مناسب اجرای سیستم سطوح آبگیر باران (RWH) به عدم تمرکز و دسترسی شکارچیان و لحاظ کمترین اثرات زیست محیطی پس از اجرای سیستم توجه گردد.

۳-۴-۳- نقاط انتخابی

در مطالعات پیش رو انتخاب مکان مناسب استحصال آب باران از رواناب‌های سطحی جاری

شده در بستر آبراهه‌های فرعی بر اساس معیارهای ارائه شده صورت پذیرفت (جدول ۳-۲۰)، بدین صورت که ابتدا با کمک مطالعات پایه و نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه، تمام شبکه زهکشی (آبراهه‌ها) در سطح جزایر کبودان، آرزو و اسپیر از نظر معیارهای سطوح توده سنگی، عرض آبراهه، شیب، مساحت، میزان بارندگی و متوسط ضریب رواناب، فاصله تا آبشخور دیگر، منابع قرضه و جاده و ساختمان مورد بررسی قرار گرفت و اطلاعات مورد نیاز معیارهای فوق استخراج گردید؛ سپس برای هر نقطه انتخابی یک چک لیست تهیه و بر اساس جدول (۳-۲۱) برای تمامی ۱۵ معیار امتیاز دهی شد.

فاکتور	طبقات شایستگی				
	ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
امتیاز	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰

جدول ۳-۲۱- امتیازدهی هر یک از معیارها بر اساس طبقات شایستگی استحصال آب باران از رواناب‌های سطحی

لازم به ذکر است که اغلب معیارهای مورد نظر با توجه به مطالعات پایه به صورت اولیه تکمیل شد و پس از مراجعه به منطقه و بازدید میدانی از نقاط انتخابی در جزایر، اطلاعات مربوطه تدقیق گردید.

در نهایت با توجه به امتیازات داده شده نسبت به انتخاب نهایی گزینه‌ها همراه با اولویت بندی آنها اقدام شد. در ادامه نتایج معیارهای انتخابی برای هر نقطه به همراه امتیاز مربوطه، نقشه و تصویر محل ارائه گردیده است.

جزیره کبودان

جزیره کبودان با توجه به پوشش گیاهی مناسب و مناطق خاک‌دار فراوان آن و همچنین شیب کم اغلب دره‌ها و آبراهه‌های موجود در آن، طی مطالعات دفتری و بازدیدهای میدانی و پیمایش اغلب آبراهه‌ها، شواهد زیادی مبنی بر جاری شدن رواناب در اغلب آبراهه‌ها مشاهده نگردید. وجود لایه‌های متناوب سنگی و خاکدار به همراه پوشش گیاهی مناسب و شیب کم موجب گردیده است تا ضریب رواناب متوسط منطقه پایین و پتانسیل تولید رواناب پس از وقوع بارندگی در سطح حوضه‌ای محدود باشد.

با توجه به موارد فوق الذکر نتیجه کلیه مطالعات و بازدیدهای میدانی در رابطه با پتانسیل‌یابی نقاطی جهت استفاده از رواناب‌های سطحی منتهی به انتخاب تنها یک نمونه گردید که در ادامه مشخصات آن در جدول (۳-۲۲) و تصاویر مربوط به نقطه مورد نظر در شکل (۳-۱۷) مشاهده می‌شود.

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	رواناب سطحی(آبراهه‌ای)	۱	D-K-۱	۵۵۴۶۱۵	۴۱۴۷۹۲۰
ردیف	فاکتور		مقدار/ نوع	شایستگی	امتیاز
۱	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۲	مساحت حوضه آبخیز بالادست (هکتار)		۲۱	ایده‌آل	۱۰۰
۳	عرض کف دره (متر)		۳	ایده‌آل	۱۰۰
۴	شیب آبراهه (درصد)		۸	مناسب	۷۵
۵	درز و شکاف بستر آبراهه (درصد)		۱۰	مناسب	۷۵
۶	جنس سنگ بستر و دیواره های آبراهه		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۷	واریزه سنگی در بستر (درصد)		۱۵	مناسب	۷۵
۸	پوشش گیاهی در بستر آبراهه		درختچه محدود	تا حدودی شایسته	۲۵
۹	خاک در بستر آبراهه (درصد)		۷	متوسط	۵۰
۱۰	متوسط ضریب رواناب حوضه آبخیز بالادست (درصد)		۶۵	مناسب	۷۵
۱۱	میزان رسوب زایی حوضه (تن بر هکتار در سال)		حدود ۸	مناسب	۷۵
۱۲	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)*۱		۲۹۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۳	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)		۱۵۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
۱۴	فاصله تا محل ذخیره‌سازی (متر)		۲۵۰	مناسب	۷۵
۱۵	فاصله تا منابع قرضه (متر)		۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع					۱۱۲۵

جدول ۳-۲۲- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه D-K-۱

۳-۵- جریان زیر سطحی (بند زیرزمینی)

۳-۵-۱-تعریف

از روش‌های دیگر استحصال آب باران، می‌توان به استفاده از رواناب‌های زیر سطحی اشاره نمود. از روش‌های نوین و ساده برای ذخیره آب زیرزمینی می‌توان مسدود کردن جریان آب زیرزمینی از طریق ایجاد یک سد در مسیر آب زیرزمینی نام برد. سد زیرزمینی در یک تعریف کلی به هر سازه‌ای گفته می‌شود که در مسیر جریان آب زیرزمینی و به منظور مسدود کردن جریان زیرسطحی در یک لایه آبدار طبیعی یا مصنوعی قرار داده شده است. دره‌های کم عرض V شکل و آبرفت‌های کوهستانی مشرف به مخروطه افکنه‌ها بهترین نواحی احداث این قبیل سدها می‌باشند. از موارد کاربرد سدهای

زیرزمینی می‌توان به ذخیره آب زیرزمینی (تأمین آب مصرفی)، جلوگیری از نفوذ آب شور به مخازن آب شیرین در کنار سواحل و دشت نمک و مدیریت منابع آب اشاره کرد.

۳-۵-۲- معیارها

بر اساس مطالعات متعدد صورت پذیرفته در زمینه مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران از رواناب‌های زیر سطحی با احداث بندهای زیرزمینی، معیارهای مختلفی ارائه شده است. با توجه به تمرکز این مطالعات بر تامین آب شرب حیات وحش، معیارهای مرتبط از کلیه منابع در دسترس استخراج و با توجه به تجارب مستقیم تیم مطالعاتی در این زمینه و همچنین بازدیدهای میدانی تدقیق گردید. معیارهای مورد نظر در جدول (۳-۲۳) در قالب ۱۶ فاکتور در طبقات شایستگی مختلف ارائه شده است.

علاوه بر معیارهای فوق بایستی در انتخاب مکان مناسب اجرای سیستم سطوح آبگیر باران (RWH) به عدم تمرکز و دسترسی شکارچیان و لحاظ کمترین اثرات زیست محیطی پس از اجرای سیستم توجه گردد.

ردیف	فاکتور	طبقات شایستگی				
		ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
۱	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)	۴۰۰<	۳۰۰-۴۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۱۰۰-۲۰۰	<۱۰۰
۲	مساحت حوضه آبخیز بالادست (هکتار)	۵۰<	۴۰-۵۰	۳۰-۴۰	۲۰-۳۰	<۲۰
۳	عرض کف دره (متر)	<۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰<
۴	عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین در محور سد(متر)	۵-۸	۸-۱۲	۳-۵	۱۲-۲۰	۲۰< و ۳<
۵	شیب آبراهه در مخزن سد(درصد)	۱-۳	۳-۵	۵-۸	۸-۱۲	۱۲ <
۶	نفوذپذیری حوضه آبخیز بالادست	خیلی خوب	خوب	متوسط	کم	خیلی کم
۷	نفوذپذیری خاک مخزن	خیلی خوب	خوب	متوسط	کم	خیلی کم
۸	جنس سنگ دیواره های آبراهه	آذرین یا دگرگونی	سیلت استون	سنگ آهک	ماسه سنگ	گچی، شنی
۹	کیفیت شیمیایی خاک مخزن	خیلی خوب	خوب	متوسط	کم	خیلی کم
۱۰	پوشش گیاهی در بستر آبراهه (درصد)	<۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰ <

۱۱	حجم مخزن (هزار متر مکعب)	۵ <	۴-۵	۳-۴	۲-۳	<۲
۱۲	ضخامت آبرفت در مخزن (متر)	۱۰<	۸-۱۰	۵-۸	۳-۵	<۳
۱۳	عمق آب زیرزمینی کم عمق (متر)	۵ <	۵-۳	۳-۲	۲ -۰,۵	۰,۵<
۱۴	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)*۱	۲۰۰۰-۶۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰ و ۶۰۰۰-۷۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰ و ۸۰۰۰-۷۰۰۰	۷۵۰-۱۰۰۰ و ۹۰۰۰-۸۰۰۰	<۷۵۰ و ۹۰۰۰<
۱۵	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰ و ۷۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰ و ۵۰۰-۷۰۰	۵۰۰۰-۴۰۰۰ و ۳۰۰-۵۰۰	< ۳۰۰ و ۵۰۰۰ >
۱۶	فاصله تا منابع قرضه (متر)	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰<

جدول ۳-۲۳- معیارهای مورد نظر برای استحصال آب باران از جریان‌های زیرسطحی

۱- بر اساس گونه‌های مختلف و میزان پیمایش روزانه حیات وحش میتواند متفاوت باشد، فواصل در جدول فوق برای قوچ و میش و بر اساس آبشخورهای موجود در نظر گرفته شده است.

۳-۵-۳- نقاط انتخابی

در مطالعات پیش رو انتخاب مکان مناسب استحصال آب باران از جریان‌های زیرسطحی بر اساس معیارهای ارائه شده صورت پذیرفت (جدول ۳-۲۳). بدین صورت که ابتدا با کمک مطالعات پایه و نقشه-های توپوگرافی، زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه، تمام شبکه زهکشی (آبراهه‌ها) در سطح جزایر کبودان، آرزو و اسپیر از نظر معیارهای سطوح توده سنگی، عرض آبراهه، شیب، مساحت، میزان بارندگی و عمق آبرفت، فاصله تا آبشخور دیگر، منابع قرضه و جاده و ساختمان مورد بررسی قرار گرفت و اطلاعات مورد نیاز معیارهای فوق استخراج گردید؛ سپس برای هر نقطه انتخابی یک چک لیست تهیه و بر اساس جدول (۳-۲۴) برای تمامی ۱۶ معیار امتیازدهی شد.

فاکتور	طبقات شایستگی				
	ایده‌آل	مناسب	متوسط	تا حدودی شایسته	غیر شایسته
امتیاز	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰

جدول ۳-۲۴- امتیازدهی هر یک از معیارها بر اساس طبقات شایستگی استحصال آب باران از جریان‌های زیر سطحی

لازم به ذکر است که اغلب معیارهای مورد نظر با توجه به مطالعات پایه به صورت اولیه تکمیل شد و پس از مراجعه به منطقه و بازدید میدانی از نقاط انتخابی در جزایر، اطلاعات مربوطه تدقیق گردید. همچنین با حفر یک چاهک گمانه در نقطه انتخابی اقدام به برداشت اطلاعات در بازه‌های نیم متری عمق متناسب با جدول (۳-۲۶) گردید (شکل ۳-۱۹). در ادامه نتایج معیارهای انتخابی برای هر نقطه به همراه امتیاز مربوطه، نقشه و تصویر محل ارائه شده است.

- جزیره کبودان

همانطور که در بخش بررسی رواناب‌های سطحی در جزیره کبودان اشاره شد، این جزیره با توجه به مناطق خاک‌دار فراوان و شیب کم اغلب دره‌ها و آبراهه‌های موجود در آن، فاقد شواهد لازم برای تایید جاری شدن رواناب در اغلب آبراهه‌ها می‌باشد. این در حالی است که طی مطالعات دفتری و بازدیدهای میدانی و پیمایش برخی آبراهه‌ها، شاهد رشد پوشش گیاهی درختچه‌ای چند ساله قابل توجه با ریشه‌های عمیق در بستر آبراهه برخی از دره‌ها می‌باشیم که می‌تواند بیانگر وجود آب زیرسطحی در این مناطق باشد.

با توجه به موارد فوق الذکر نتیجه کلیه مطالعات و بازدیدهای میدانی در رابطه با پتانسیل یابی نقاطی جهت استفاده از جریانات زیرسطحی منتهی به انتخاب تنها یک نمونه در دره قوچ‌ها (قوچ لر) جهت احداث بند زیرزمینی شد که در ادامه مشخصات در جدول (۳-۲۵) و تصاویر آن در شکل (۳-۱۸) ارائه گردیده است.

نام جزیره	روش استحصال آب	شماره	علامت	X	Y
کبودان	رواناب زیر سطحی(بند زیرزمینی)	۱	UD-K-۱	۵۵۷۹۹۷	۴۱۴۹۳۱۳
ردیف	فاکتور		مقدار/نوع	شایستگی	امتیاز
۱	بارش متوسط سالانه (میلی‌متر)		۲۹۷	متوسط	۵۰
۲	مساحت حوضه آبخیز بالادست (هکتار)		۴۰	مناسب	۷۵
۳	عرض کف دره (متر)		۷	مناسب	۷۵
۴	عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین در محور سد(متر)		۲ تا ۴	متوسط	۵۰
۵	شیب آبراهه در مخزن سد (درصد)		۴	مناسب	۷۵
۶	نفوذپذیری حوضه آبخیز بالادست		متوسط	متوسط	۵۰
۷	نفوذپذیری خاک مخزن		خوب	مناسب	۷۵
۸	جنس سنگ دیواره‌های آبراهه		سنگ آهک	متوسط	۵۰
۹	کیفیت شیمیایی خاک مخزن		خوب	مناسب	۷۵

۱۰	پوشش گیاهی در بستر آبراهه (درصد)	۲۰	مناسب	۷۵
۱۱	حجم مخزن (هزار متر مکعب)	۲	تا حدودی شایسته	۲۵
۱۲	ضخامت متوسط آبرفت در مخزن (متر)	۲	غیر شایسته	۰
۱۳	عمق آب زیرزمینی کم عمق (متر)	۰/۱	غیر شایسته	۰
۱۴	فاصله تا آبشخور دیگر (متر)*۱	۱۴۰۰	متوسط	۵۰
۱۵	فاصله تا جاده، ساختمان و محل عبور (متر)	۲۱۰۰	مناسب	۷۵
۱۶	فاصله تا منابع قرضه (متر)	۱۰۰	ایده‌آل	۱۰۰
جمع				۹۰۰

جدول ۳-۲۵- مشخصات و امتیاز معیارهای انتخاب نقطه UD-K-۱

عمق (متر)	شماره عکس	رطوبت خاک	سفتی خاک	درصد ذرات					شماره نمونه خاک از دیواره چاهک	تاریخ برداشت
		کم- متوسط -زیاد	سخت- نرم- شل	پاره سنگ	قلوه سنگ	شن	ماسه	رس		
۰-۱	۱۹	خیلی کم	سخت						۱	۹۴/۴/۲۵
۱-۲	۱۹	خیلی کم	سخت						۲	۹۴/۴/۲۵
۲-۳	۱۹	خیلی کم	سخت						۳	۹۴/۴/۲۵
۳-۴	-	-	-						-	-

عمق برخورد به آب: ۲/۵ متری

جدول ۳-۲۶- برداشت صحرایی گمانه بستر بند زیرزمینی۱-UD-K

شکل۳-۱- تصویر نقطه-۱-R-K دید به غرب

شکل ۳-۲- تصویر نقطه-۲-K-R دید به جنوب شرق

شکل ۳-۳- تصویر نقطه-۳-K-R دید به جنوب شرق

شکل ۳-۴- تصویر نقطه-۴-K-R دید به شمال

شکل ۳-۵- تصویر نقطه R-K-۵ دید به شمال غرب

شکل ۳-۶- تصویر نقطه R-K-۶ دید به شمال شرق

شکل ۳-۷- تصویر نقطه R-K-۷

شکل ۳-۸- تصویر نقطه R-K-۸ دید به شمال غرب و حیات وحش در حال شرب از چالاب‌های سنگی طبیعی

شکل ۳-۹- تصویر نقطه -۹-K-Rدید به جنوب شرق

شکل ۳-۱۰- تصاویر نقطه-۱۰-K-R دید به شمال

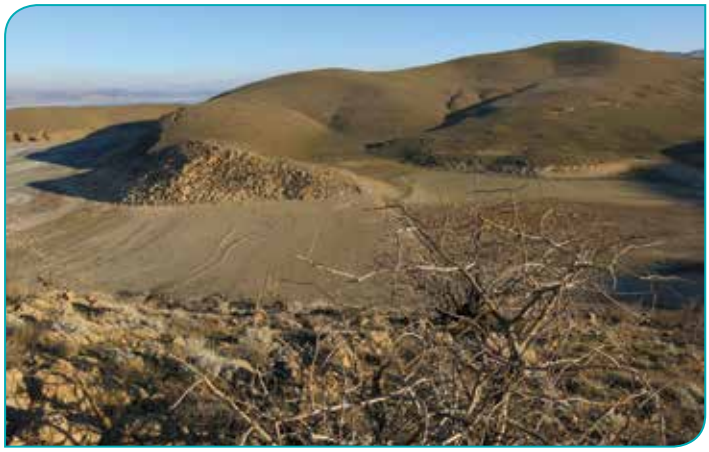
شکل ۳-۱۱- تصویر نقطه R-K-۱۱ همراه با چالاب سنگی پر شده از بارندگی- دید به غرب

شکل ۳-۱۲- تصویر نقطه R-K-۱۲ همراه با چالاب های سنگی- دید به جنوب

شکل ۳-۱۳- تصاویر ماهواره‌ای نقطه-۱-R-S دید به شمال

شکل ۳-۱۴- تصویر ماهواره‌ای نقطه -۲-R-S دید به شمال غرب

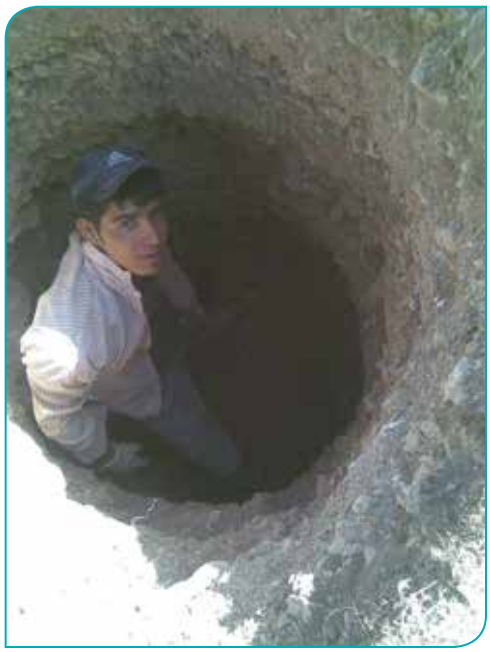
شکل ۳-۱۵- تصویر ماهواره‌ای نقطه۳-R-S دید به شمال



شکل ۳-۱۶- تصویر نقطه-۱-H-A دید به شرق

شکل ۳-۱۷- تصویر نقطه -۱-D-K دید به شمال

شکل ۳-۱۸- تصویر نقطه -۱-K-UD دید به جنوب



شکل ۳-۱۹- تصاویر حفر گمانه در نقطه ۱-K-UD

فصل چهارم:
طراحی سیستم‌های سطوح آبگیر باران

خلاصه

فصل چهارم که با عنوان "طراحی سیستمهای سطوح آبگیر باران" تهیه شده است، شامل ۲ بخش می-باشد بدین ترتیب که در بخش اول به معرفی الگوهای انتخابی استحصال آب باران برای تامین آب شرب حیات وحش در جزایر سه گانه دریاچه ارومیه شامل استحصال آب از سطوح عایق توده سنگی و استحصال آب از روانابهای زیرسطحی پرداخته شده است. در ادامه پس از اولویت بندی نقاط شناسایی شده متعلق به هر یک از روش‌ها، گزینه انتخابی معرفی گردیده است. سپس روش انجام عملیات اجرایی به تفصیل شرح داده شده و برآوردهای مالی متعلق به هر یک از فعالیتهای اجرایی بر اساس فهرست بهاء سال ۱۳۹۴ تنظیم و ارائه گردیده است. در بخش دوم نیز طرحهای اجرایی متعلق به دو نقطه انتخابی در جزیره کبودان شامل یک مورد استفاده از سطوح عایق و یک مورد استفاده از روانابهای زیرسطحی (بند زیرزمینی) به همراه طرحهای مخازن و آبشخور دام با جزئیات ارائه شده است.

Summary

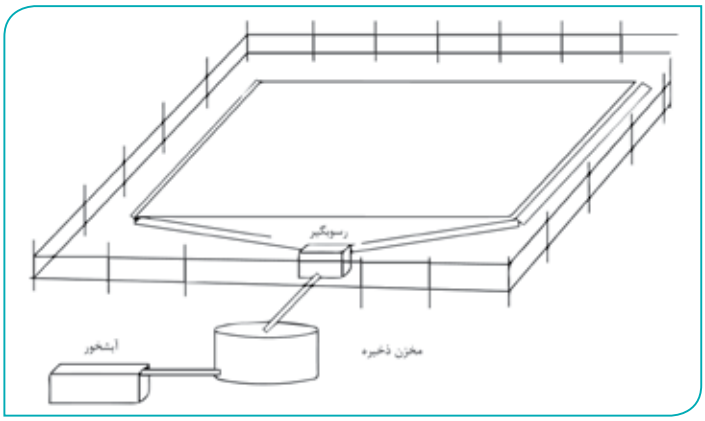
introduces the most feasible solutions for supplying water for wildlife on Lake Urmia's islands. The proposed methods are rainwater harvesting from artificial and rock surface catchments as well as construction of underground dams. This selection has been made based on present land surface and stream networks. The most reliable locations with regards to rainfall –runoff characteristics were selected for an immediate construction program. Based upon site selection and project type reported earlier, cost estimates for each individual solution were prepared and presented. Typical drawings for site layout and ancillary structures are presented at the end of the chapter.

۴-۱- مقدمه

با توجه به تنوع روش‌های استحصال آب باران و فاکتورهای مختلف موثر برای کسب حداکثر راندمان از نظر میزان رواناب و حجم ذخیره‌سازی، انتخاب روش مناسب در مقایسه با شرایط نقاط مورد نیاز برای احداث تاسیسات مورد نیاز، در موفقیت برای دستیابی به اهداف طرح بسیار تعیین کننده می‌باشد. در این رابطه معمولا چند انتخاب اساسی پیش روی تصمیم گیرندگان قرار دارد که از آن جمله انتخاب سطح بیشتر با پوشش ضعیف‌تر از نظر تولید رواناب، در مقابل سطوح کوچکتر ولی با توان تولید رواناب بیشتر می‌باشد. این مسئله در رابطه با انتخاب حجم و نوع مخزن ذخیره آب نیز صادق می‌باشد به این صورت که با توجه به مشکلات دسترسی به نقاط مختلف جزایر و محدودیت‌های حمل و نقل مصالح، استفاده از مخازن پیش ساخته در مقابل کاربرد مصالح محلی برای ساخت مخزن به صورت درجا از نکات کلیدی در موفقت اهداف طرح می‌باشد. انجام مطالعات میدانی جهت پیش بینی حجم رواناب از سطوح مختلف و نیز تخمین عواملی مانند عمق آبرفت در گزینه سدهای زیرمینی از موارد بسیار تاثیر گذار در نتایج می‌باشند.

۴-۱-۱- سطوح عایق طبیعی

یکی از اصلیترین پتانسیل‌های موجود در سطح جزایر وجود سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) می‌باشد که قابلیت بالایی برای استحصال آب دارند (شکل ۴-۱) (تاج بخش و همکاران، ۱۳۹۱). از این رو تعداد ۱۲ نقطه در جزیره کبودان و ۳ نقطه در جزیره اسپیر با مشخصات مناسب شناسایی و اولویت‌بندی گردیدند که در ادامه امتیازات هر یک بر اساس معیارهای انتخابی و اولویت بندی آن‌ها در هر جزیره ارائه خواهد شد.



شکل ۴-۱- طرح شماتیک نحوه استحصال آب از سطوح عایق طبیعی (توده سنگی)

۴-۱-۱-۱- اولویت‌بندی نقاط انتخابی

محدودیتهای مالی، زمانی و فنی موجود امکان احداث همزمان سازه‌های پیشنهادی سیستمهای استحصال آب باران را در تمامی نقاط و جزایر دریاچه ارومیه مقدور نمی‌سازد، از این رو ناگزیر به انتخاب گزینههای برتر و اولویت بندی آنها می‌باشیم. بر این اساس در سطح جزیره کبودان در مجموع ۱۲ نقطه با قابلیت مناسب برای استحصال آب باران از سطوح عایق طبیعی (توده سنگی) شناسایی گردید که در جدول (۴-۱) امتیاز هر یک به همراه اولویت‌بندی آنها مشاهده می‌شود.

ردیف	علامت سازه	امتیاز کل	اولویت
۱	R-K-۱۰	۹۷۵	۱
۲	R-K-۳	۹۵۰	۲
۳	R-K-۶	۹۰۰	۳
۴	R-K-۴	۸۷۵	۴
۵	R-K-۸	۸۷۵	۴
۶	R-K-۹	۸۷۵	۴
۷	R-K-۵	۸۵۰	۵
۸	R-K-۱۲	۸۵۰	۵
۹	R-K-۷	۸۰۰	۶
۱۰	R-K-۱	۷۷۵	۷
۱۱	R-K-۱۱	۷۰۰	۸
۱۲	R-K-۲	۶۰۰	۹

جدول ۴-۱- امتیازات و اولویت‌بندی نقاط پیشنهادی سطوع عایق طبیعی در جزیره کبودان

۴-۱-۱-۲- مشخصات فنی

- نقطه R-K-۱۰

بر اساس نتایج بدست آمده در جدول (۴-۱)، نقطه پیشنهادی R-K-۱۰به عنوان اولویت اول احداث سیستم‌های سطوح آبگیر باران از سطوح عایق طبیعی برای تامین آب شرب مورد نیاز حیات وحش در جزیره کبودان شناسایی و معرفی شده است. بر این اساس و با توجه به بازدیدهای میدانی از محل مورد نظر، مشخصات فنی تمامی اجزاء مورد استفاده در این سیستم مطابق با نقشه های اجرایی پیوست در جدول (۴-۲) ارائه گردیده است.

ردیف	نام سازه	number	R-K-۱۰
۱	طول جغرافیایی	x	۵۵۴۷۲۲
۲	عرض جغرافیایی	y	۴۱۴۷۷۵۷
۳	طول سطح(امتداد شیب)	متر	۲۵
۴	عرض سطح(عمود بر شیب)	متر	۲۵۰
۵	شیب سطح	درصد	۴۰
۶	ارتفاع مفید دیواره جمع آوری کننده	متر	۰,۲
۷	ارتفاع پی دیواره جمع آوری کننده	متر	۰,۲
۸	ضخامت دیواره جمع آوری کننده	متر	۰,۲
۹	شیب دیواره جمع آوری کننده	درصد	۱
۱۰	توری آشغال گیر فلزی	متر مربع	۱
۱۱	لوله پلی اتیلن با قطر ۲۵۰ میلی‌متر	مترطول	۱۰۰
۱۲	لوله فلزی با قطر ۱۱۰ میلی‌متر	مترطول	۵
۱۳	سه راه تبدیل ۱۱۰ به ۲۵۰	عدد	۲
۱۴	سه راه تبدیل ۱۱۰ به ۶۳	عدد	۲
۱۵	شیرآلات تخلیه ۱۱۰ مخزن	عدد	۱
۱۶	اتصال فلنجدار ۴ x ۱۱۰	عدد	۴
۱۷	زانو	عدد	۱
۱۸	واشر، پیچ و مهره	عدد	۱۶
۱۹	ژئومنبران	متر مربع	۱۹۸
۲۰	طول مخزن	متر	۵

۲۱	عرض مخزن	متر	۵
۲۲	ارتفاع دیواره مخزن	متر	۲/۵
۲۳	ضخامت دیواره مخزن (متوسط)	متر	۰/۶
۲۴	عمق پی	متر	۰/۵
۲۵	نبشی فلزی (حصار اطراف سطوح سنگی و مخزن)	متر	۹۹
۲۶	توری مرغی یا فنس (حصار اطراف سطوح سنگی و مخزن)	متر مربع	۵۹۶
۲۷	شناور آبشخور	عدد	۱
۲۸	طول آبشخور	متر	۵
۲۹	عرض آبشخور	متر	۰/۵
۳۰	ارتفاع دیواره های آبشخور	متر	۰/۲
۳۱	ضخامت دیواره های آبشخور	متر	۰/۱۵
۳۲	ارتفاع پی آبشخور	متر	۰/۳
۳۳	حجم کل آبشخور	متر مکعب	۱
۳۴	حجم دیواره جمع آوری کننده	متر مکعب	۲۰
۳۵	حجم پی کنی دیواره ها	متر مکعب	۱۰
۳۶	حجم پی کنی مخزن	متر مکعب	۴۲
۳۷	حجم دیواره و کف مخزن	متر مکعب	۹۹
۳۸	حجم کل سنگ مورد نیاز	متر مکعب	۱۳۰
۳۹	متوسط فاصله حمل سنگ	کیلومتر	۱
۴۰	حجم رواناب	متر مکعب	۳۰۹
۴۱	حجم مخزن	متر مکعب	۵۰

جدول ۴-۲- مشخصات فنی نقطه پیشنهادی ۱۰-K-Rدر جزیره کبودان

۴-۱-۱-۳- شرح خدمات اجرا

الف) آزمایش‌های میدانی سطوح عایق سنگی

برای استفاده از رواناب جاری شده بر روی سطوح سنگی منطقه، علاوه بر بررسی شواهد موجود نیاز به انجام آزمایشات میدانی جهت تدقیق ضریب رواناب سطح مورد نظر و اطمینان از قابلیت استحصال آب باران با توجه به الگوی بارشی منطقه و جنس بستر میباشد.

مراحل انجام کار:

- شناسایی و انتخاب محل آزمایش
- احداث سامانه‌های سطوح آبگیر شامل:
- محصور ساختن بخشی از سطح مورد نظر به نحوی که هیچ گونه روانابی از اطراف وارد عرصه انتخابی نشده و کلیه رواناب جاری شده از یک نقطه مشخص خارج گردد.
- پاکسازی عرصه از سنگ و بقایای گیاهی
- تعبیه مخزنی در انتهای شیب و خروجی عرصه به نحوی که کلیه رواناب جاری شده را در خود جای دهد، مدرج و سر پوشیده باشد.

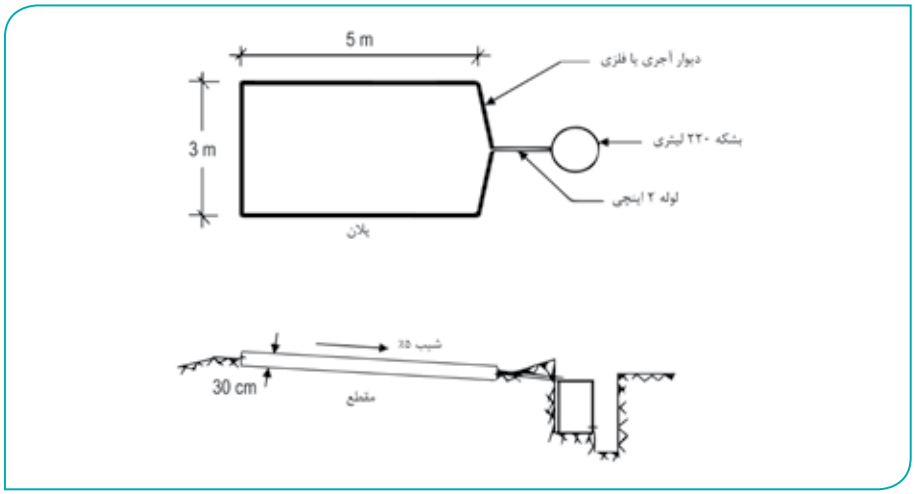
- انتخاب تیمارها و تکرارها
- نصب باران‌سنج
- اندازه‌گیری عمق رواناب و بارندگی (جدول ۴-۳)
- محاسبه ضریب رواناب
- تعیین آستانه بارش برای شروع رواناب
- ارائه رابطه بارش رواناب
- تجزیه و تحلیل بارندگی بر اساس بارش آستانه
- تجزیه و تحلیل بارندگی بر اساس بارش‌های بیش از ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر
- محاسبه عمق رواناب قابل ذخیره

نتایج حاصل از آزمایشات میدانی و نمونه‌برداری‌ها پس از تجزیه و تحلیل کمک خواهد نمود تا نسبت به انتخاب گزینه نهایی اقدامات لازم صورت پذیرد (جدول ۴-۳).

مدت زمان لازم برای تمامی مراحل این بخش یک ماه خواهد بود.

ردیف	فاکتور	واحد	مقدار	ردیف	فاکتور	واحد	مقدار
۱	طول عرصه	متر		۷	حجم رواناب استحصال شده	لیتر	
۲	عرض عرصه	متر		۸	زمان بازدید و برداشت	تاریخ	
۳	مساحت	متر مربع		۹	ضریب رواناب	درصد	
۴	شیب	درصد		۱۰	میزان رسوبات	گرم	
۵	زمان وقوع بارندگی	تاریخ		۱۱	گل آلودگی	گرم بر لیتر	
۶	میزان بارش	میلی متر		۱۲	شماره عکس	-	

جدول ۴-۳- جدول ثبت نتایج آزمایشات میدانی از سطوح سنگی نقطه۱۰-K-R



شکل ۴-۲- پلان کرت آزمایشی تدقیق ضریب رواناب بر روی سطوح سنگی

ب) اجرای عملیات استحصال آب از سطوح عایق سنگی

۱- اجزاء طرح

استحصال آب از سطوح عایق توده سنگی شامل اجزاء زیر میباشد:

سطح عایق توده سنگی، دیواره جمعآوری کننده رواناب، رسوبگیر، لولههای انتقال دهنده رواناب و آب، مخزن ذخیرهسازی آب، آبشخور، شناور آبشخور و محافظ منطقه میباشد که نحوه اجرا و مشخصات هر یک به ترتیب در ادامه توضیح داده خواهد شد.

■ سطح عایق توده سنگی

شامل سطوح سنگی یکپارچهای است که در مختصات مشخص شده با مساحت تقریبی ۶۲۵۰ متر مربع وجود دارد و به عنوان سطح تولید کننده رواناب حاصل از بارندگی در این طرح محسوب میگردد.

■ دیواره جمع آوری کننده رواناب

با توجه به قرارگیری سطوح سنگی مورد نظر در دامنه های شیبدار، جهت متمرکز سازی رواناب تولید شده به دیوارههایی با ارتفاع و عرض کم نیاز است تا با تمرکز رواناب‌های تولیدی، موجب هدایت آنها به محل لوله انتقال دهنده گردند. همچنین این دیوارهها میتوانند در صورت امکان انتقال خاک، سنگ و یا لاشبرگ از بالادست سطوح سنگی مورد نظر، با احداث در بالادست مانع از انتقال آنها به پایین دست گردند.

■ رسوبگیر

جاری شدن رواناب بر روی سطوح طبیعی (حتی اگر این سطوح سنگی باشند) موجب انتقال ذرات خاک و تولید فرسایش و ایجاد رسوب می‌شود؛ از آنجایی که آب استحصال شده با هدف شرب حیات وحش میباشد بایستی سعی گردد از انتقال رسوبات و کاهش کیفیت آب استحصالی جلوگیری بعمل آید. از این رو حوضه‌های غیر قابل نفوذی متناسب با دبی رواناب ورودی در محل خروجی سطوح عایق در نظر گرفته می‌شود تا با نگهداری موقت رواناب موجب ترسیب رسوبات منتقله توسط آن گردد.

جهت انتقال رواناب از رسوبگیر به مخزن ذخیره کننده و همچنین انتقال آب مخزن به آبشخور حیات وحش نیاز است لوله‌های انتقال دهنده متناسب با دبی ورودی و مورد نیاز آبشخور تعبیه شود.

■ مخزن ذخیره‌سازی آب

آب باران استحصال شده در مخازن ذخیره‌سازی جهت مصرف در زمان مورد نیاز نگهداری می‌گردد که می‌تواند بنا به شرایط، هدف و حجم آب از جنس‌های مختلف و با ابعاد متفاوت احداث گردد. مخازن پیش ساخته آب می‌توانند متناسب با نیاز آبی برای ذخیره آب در همه روش‌های مطرح شده استفاده شوند، تنها باید محل قرارگیری این مخازن، روی زمین سخت باشد. بارش و مساحت یک آبخیز باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که مخزن را با یک بارش ۲۰ میلی‌متری پر کند. علت اینکه در بسیاری مناطق از مخازن پیش‌ساخته برای جمع‌آوری و ذخیره رواناب استفاده می‌شود آنست که این تکنیک آسان می‌باشد و سازندگان محلی معمولا با نحوه ساخت این مخازن آشنایی دارند.

■ مخازن پیش ساخته

مخازن ذخیره‌سازی می‌توانند به طور کامل بالاتر از سطح زمین ساخته شده و یا قسمتی از آن در خاك باشد. در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان، تانکرها برای صدها سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرند. در گذشته، آن‌ها را به طور کامل از خاك رس می‌ساختند ولی در حال حاضر، آن‌ها را از انواع مختلف سیمان، پی وی سی و پلی اتیلن، آجر پخته، ورق آهن گالوانیزه موجدار و یا از دیگر مصالح موجود می‌سازند (وارم[1] و ونهاتوم، ۲۰۰۶).

■ معیارهای استفاده از مخازن پیش ساخته جهت ذخیره آب

مخازن پیش ساخته آب می‌توانند متناسب با نیاز آبی برای ذخیره آب در همه روش‌های مطرح شده استفاده شوند، تنها باید محل قرارگیری این مخازن، روی زمین سخت باشد. در عین حال محدودیت‌های مخازن پیش ساخته ذخیره آب سطوح صخره‌ای آبگیر شامل موارد ذیل است:

- آنها فقط حجم محدودی از آب را نگهداری می‌کنند و در چند هفته به اتمام می‌رسند.

1. Worm

- نسبت به سدهای سنگی ملاتی و بندهای خاکی ذخیره آب، گران‌تر هستند.
- تعیین ابعاد مخازن پیش ساخته

حجم مخازن پیش‌ساخته و تجاری در دسترس از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لیتر تغییر می‌کند. هزینه هر واحد حجم آب ذخیره شده در این مخازن بستگی به روش ساخت و مصالح استفاده شده دارد. برای ذخیره-سازی در حجم زیاد، دو مخزن یا بیشتر می‌توانند به یکدیگر متصل باشند.

جدا از هزینه خرید و یا ساخت مخزن، ابعاد مخزن با توجه به موارد زیر تعیین می‌شود:

- تقاضای موجود
- مساحت سطوح آبگیر منطقه مورد نظر
- بارندگی

نکته حائز اهمیت آن است که اگر این مخازن ارتفاع کمتر از ۲۰۰ سانتی‌متر داشته باشند، یک مزیت اقتصادی محسوب می‌شود زیرا برای ساخت آنها با ارتفاع بیش از ۲۰۰ سانتی‌متر، نیاز به تقویت و استحکام زیادی دارند که هزینه‌بر است.

- **آبشخور**

برای استفاده حیات وحش از آب استحصال شده نیاز به محلی ایمن برای شرب حیات وحش وجود دارد. آبشخور با داشتن سطحی مناسب موجب تسهیل در شرب حیات وحش شده و مانع از انتقال آلودگی می‌گردد.

- **شناور آبشخور**

جهت جلوگیری از هدررفت آب و مصرف بهینه منابع آبی استفاده از شناور معلق در آبشخورها ضروری است. این شناورها موجب می‌گردند تا همواره آب در سطح ثابتی درون آبشخور وجود داشته باشد و بیش از نیاز و ظرفیت آبشخور آب از مخزن خارج نگردد.

- **محافظ منطقه**

سطح عایق که تولید کننده رواناب می‌باشد بایستی همواره عاری از آلودگی باشد، از این رو با احداث محافظ‌هایی از جنس‌های مختلف در دسترس مثل فنس فلزی، چوب، گونی و ... باید مانع از ورود حیات وحش به منطقه مورد نظر گردیم.

۲- روش اجرا

اجرای طرح استحصال آب باران از سطوح عایق توده سنگی شامل مراحل زیر است:

- پاکسازی کل سطح سنگی مورد نظر از قطعات سنگی رها شده، بقایای گیاهی و فضولات دامی و ...

- احداث دیواره جمع‌آوری کننده رواناب متناسب با نقشه اجرایی و با شیب مناسب به سمت محل خروجی
- آب‌بندی مختصر بالادست دیواره جمع‌آوری کننده و احیانا ترک‌های بزرگ سطوح عایق سنگی
- احداث کانال انتقال دهنده رواناب به چاله رسوبگیر
- نصب صفحه مشبک فلزی درشت در محل ورود رواناب به کانال انتقال جهت جلوگیری از حمل ذرات درشت رسوبات توسط رواناب به داخل رسوبگیر
- حفر و احداث چاله رسوبگیر
- نصب صفحه مشبک فلزی متوسط در محل ورود رواناب از رسوبگیر به لوله انتقال جهت جلوگیری از حمل ذرات متوسط رسوبات توسط رواناب به داخل مخزن
- کارگذاری و نصب لوله و اتصالات لازم برای انتقال رواناب سرریز شده از رسوبگیر به مخزن ذخیره کننده
- احداث مخزن ذخیره کننده در موقعیت مناسب و بر اساس نقشه اجرایی
- نصب صفحه مشبک ریز در محل ورود رواناب از مخزن به لوله انتقال آب به آبشخور جهت جلوگیری از حمل ذرات ریز رسوبات توسط رواناب به داخل آبشخور
- کارگذاری و نصب لوله و اتصالات لازم برای انتقال آب ذخیره شده در مخزن به آبشخور
- احداث آبشخور بر اساس نقشه اجرایی
- نصب شناور آبشخور
- احداث سیستم محافظ سطح جمع‌آوری کننده رواناب

۴-۱-۱-۴- متره و برآورد

شماره جدول	شرح عملیات	بهای کل با اعمال ضرایب (هزار ریال)
۱	عملیات خاکی و بنایی	۷۵۸۹۶۰
۲	اجرای خرپای پوشش سقف	۹۴۵۴۰
۳	خرید لوازم مورد نیاز لوله گذاری انتقال آب	۸۱۷۰۰
۴	اجرای لوله گذاری انتقال آب و عایق بندی مخزن	۷۰۲۹۹
۵	جمع کل	۱۰۰۵۴۹۹

جدول ۴-۴- متره و برآورد ریالی کل سازه نقطه پیشنهادی R-K-۱۰ در جزیره کبودان
- بر اساس فهرست بهاء سال ۱۳۹۴ رشته‌های آبخیزداری و شبکه توزیع آب

۴-۱-۲- استفاده از جریانات زیرسطحی در آبراهه‌های فصلی

۴-۱-۲-۱- مقدمه

سدهای آب زیرزمینی به دو صورت الف: سدهای زیرزمینی و ب: سدهای شنی. با توجه به وجود آبرفت با ضخامت قابل توجه در بستر آبراهه نوع اول این سدها برای هدف مورد نظر انتخاب گردید، اگر چه همواره این امکان وجود دارد که در صورت نیاز به ذخیره آب اضافی ساختمان سد زیرزمینی در بالای سطح آبرفت ادامه یافته و از رسوباتی که با گذشت زمان پشت آن جمع می‌شود برای افزایش ظرفیت سد استفاده نماییم (سدهای ترکیبی). روش اخیر در طرح حاضر مورد نظر نبوده است ولی در صورت تصمیم به انجام این کار در آینده بایستی ضوابط خاص طراحی سدهای شنی در مورد آنها رعایت شود.

۴-۱-۲-۲- مشخصات فنی

اجزاء یک سد زیرزمینی با هدف تامین آب شرب حیات وحش و دام شامل الف: دیوار آب‌بند، ب: لوله انتقال آب، ج: سریز و د: چاه برداشت آب بالادست، ه: آبشخور می‌باشد که نحوه تعیین مشخصات هر یک به ترتیب در ادامه این بخش توضیح داده خواهد شد. نحوه کارکرد سد زیرزمینی به این شکل است که پس از احداث یک دیواره آب‌بند در آبرفت رودخانه و ادامه دادن آن تا سنگ بستر غیر قابل نفوذ، جریانات زیرسطحی پشت دیواره و در پروفیل خاک تجمع یافته و موجب افزایش سطح آب پشت سد خواهند گردید. از آنجایی که در بالادست سد یک چاهک برداشت، تعبیه و احداث گردیده است؛ اختلاف فشار موجود در سطح خاک و داخل چاهک موجب می‌گردد تا آب تجمع یافته در بافت خاک به صورت ثقلی به داخل چاهک هدایت شده و قابلیت برداشت و انتقال را به محل مصرف فراهم سازد.

■ **دیوار آب‌بند**

ضوابط طراحی دیوار آب‌بند سدهای زیرزمینی شامل موارد زیر می‌باشد:

- تراوش آب از داخل بدنه و محل اتصال و محل اتصال بدنه و سنگ بستر حداقل باشد. توضیح اینکه چنانچه نفوذناپذیری سد به حدی باشد که آب بتواند تا تراز پیش‌بینی شده برای تاج سد بالا بیاید، نتیجه قابل قبول می‌باشد.
- استفاده از مصالح محلی باید در انتخاب جنس بدنه در نظر گرفته شود.
- حتی‌الامکان از تکنیک‌های رایج اجرایی در منطقه بتوان استفاده کرد مگر اینکه استفاده از روش‌های پیشرفته توجیه اقتصادی داشته باشد.
- پایداری سازه‌ای دیوار در مقابل نیروهای وارده در حین ساختمان و در زمان بهره‌برداری تضمین شود.

معمولا اولین گزینه مناسب برای اجرای دیوار آب‌بند سدهای زیرزمینی استفاده از خاک رس می‌باشد که در صورتی که به اندازه مورد نیاز در دسترس باشد بخاطر نفوذناپذیری زیاد و قابلیت انعطاف در مقابل نیروهای وارده بسیار مناسب است. با توجه به عدم دسترسی به خاک رس نفوذ ناپذیر و در مقابل وجود مصالح سنگی مناسب برای ساختمان دیواره آب‌بند سد یک هسته سنگی سیمانی که ضخامت آن به صورت تلسکوپی از پایین تا بالا متغیر خواهد بود، در نظر گرفته شده که اطراف آن با مصالح حاصل از خاکبرداری پر شده و متراکم خواهد شد. ارتفاع دیوار از سنگ بستر ۵/۵ متر پیش‌بینی شده است که ضخامت آن در تراز سنگ بستر ۱/۵ متر می‌باشد که در هر ۱/۵ متر ارتفاع از ضخامت آن ۰/۲۵ متراکم می‌شود.

■ لوله انتقال آب

به منظور امکان بهره‌برداری ثقلی از آب پشت سدهای زیرزمینی که در واقع ساده‌ترین و ارزان‌ترین قیمت روش استفاده از آب (در مقایسه با چاه برداشت آب در بالادست) نیز می‌باشد، اقدام به نصب لوله‌ای با قطر مناسب در داخل دیوار سد و در تراز نزدیک به خط القعر آبراهه شده است. این لوله باید در پایین دست سد به طور افقی آنقدر ادامه یابد تا با توجه به شیب توپوگرافی طولی آبراهه، در محل تلاقی امتداد لوله و بستر طبیعی آبراهه اقدام به نصب شیر باز و بست یا شناور در آبشخور حیات وحش بشود. محل نصب شیر برداشت یا آبشخور باید در کنار مسیر آبراهه طوری پیش‌بینی شود که از آسیب سیل در امان باشد. نصب لوله در داخل بدنه سد باید به گونه‌ای باشد که از اطراف لوله نشت آب نداشته باشیم.

■ سرریز

در سدهای آب زیرزمینی هم مثل سایر سدهای معمولی فرض بر این است که بعد اینکه سطح آب تا مقدار دلخواه در پشت سد بالاآمد، مازاد آب بتواند از بالای تاج آن سرریز کند. لذا برای جلوگیری از جاری شدن آب در سطح زمین که منجر به تلفات ناشی از تبخیر و نیز گاهی باتلاقی شدن محدوده سد خواهد شد، لازم است دیوار سد در عمق یک متری بستر طبیعی آبراهه قطع و سپس با مصالح کاملا درشت دانه پر گردد. برای اطمینان از عدم فرسایش محدوده محور که در اثر عملیات ساختمانی از حالت طبیعی خارج شده است اقدام به تثبیت محدوده‌ای به فاصله ۵ متر از هر طرف محور سد شده است.

■ چاه برداشت آب

جهت امکان پایش سطح آب در مخزن، حفر چاه برداشت آب در محل خط‌القعر آبراهه و در نزدیکی بالادست محور سد ضروری است. از این چاه برای مونیتورینگ تغییرات سطح آب در مخزن سد نیز استفاده می‌شود. حفر چاه با توجه به ضخامت آبرفت به صورت دستی پیش‌بینی شده است و پس از حفر و تجهیز می‌تواند برای جبران کسری آب مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۱-۲-۳- شرح خدمات اجرا

- حفر گمانه و انجام آزمایشات میدانی

یکی از ضروریات انتخاب نقطه‌ای جهت احداث بند زیرزمینی اطمینان از وجود آب زیر سطحی در منطقه و اطلاع از مشخصات لایه‌های خاک و سنگ بستر قبل از انتخاب نهایی و عملیات اجرایی می‌باشد. بر این اساس بایستی در مختصات معرفی شده اقدام به حفر چاهک گمانه با عرض حداقل یک متر و عمق ۶ متر (و یا کمتر به شرط رسیدن به سنگ بستر) نمود. در جریان حفر چاهک بایستی کلیه مشخصات موجود در جدول (۴-۵) شامل وضعیت رطوبت و سفتی خاک، درصد ذرات تشکیل دهنده خاک (بر اساس پنج دسته رس، ماسه، شن، قلوه سنگ و پاره سنگ)، میزان نفوذپذیری آب بر حسب میلی‌متر در ساعت، آزمایش نفوذ استاندارد[1] (SPT) که برای بدست آوردن نمونه خاک از نمونه‌گیر استوانه‌ای شکافدار و نیز اندازه‌گیری مقاومت خاک در برابر نفوذ نمونه‌گیر می‌باشد، در حضور کارشناس مسئول آزمایشگاه خاک برداشت و عکسبرداری گردد.

حفر چاهک تا زمانی که به سنگ بستر سخت برخورد نماییم با لحاظ عدم حفر چاه بیش از ۶ متر ادامه خواهد یافت و عمقی از چاهک که رطوبت مشاهده یا روانابی هر چند جزئی جاری گردد در ذیل جدول یادداشت میگردد. در ادامه بایستی کلیه اطلاعات فوق برای اعماق مختلف چاهک برداشت و ضمن برداشت یک نمونه حداقل دو کیلوگرمی از هر افق یک متری خاک، جدول (۴-۵) تکمیل گردد.

عمق (متر)	شماره عکس	طوبت خاک (کم-متوسط-زیاد)	سفتی خاک (سخت-نرم-شل)	درصد ذرات					نفوذپذیری (K)	آزمایش نفوذ استاندارد (SPT)	شماره نمونه خاک دیواره	تاریخ برداشت
				پاره سنگ	قلوه سنگ	شن	ماسه	رس				

جدول ۴-۵- برداشت صحرایی گمانه بستر بند زیرزمینی UD-K-۱

پس از آن نمونه‌های خاک به آزمایشگاه مکانیک خاک منتقل و آزمایشات دانه‌بندی و مقاومت خاک بر روی نمونه‌ها صورت خواهد پذیرفت. نتایج حاصل از حفر چاهک و نمونه برداری‌ها پس از تجزیه و تحلیل کمک خواهد نمود تا نسبت به انتخاب گزینه نهایی اقدامات لازم صورت پذیرد. ضمناً مدت زمان لازم برای تمامی مراحل این بخش یک ماه خواهد بود.

1 . Standard Penetration Test

اجرای دیوار آب‌بند سد شامل مراحل زیر است:

- انحراف موقت مسیر جریان آب (در صورت وجود)
- خاکبرداری آبرفت بستر آبراهه تا سطح برخورد به سنگ بستر نفوذناپذیر در کف و جناحین
- پمپاژ آب تحت‌الارضی تا زمان تخلیه کامل کف ترانشه گودبرداری شده
- کندن و تمیز کردن کلیه قسمت‌های هوازده و سست لایه نفوذناپذیر و یکنواخت کردن سطح آن برای شروع سنگ‌چینی و بتن‌ریزی
- اجرای بدنه دیوار با توجه به استانداردهای مربوطه و اهداف طرح
- نصب لوله آبگیر سد در تراز یک متری از عمیق‌ترین قسمت دیوار
- اجرای چاه بهره‌برداری بالادست همزمان با اجرای دیوار و پر کردن اطراف آن با شن و ماسه تمیز
- قطع دیوارچینی از یک متر مانده به تراز بستر طبیعی رودخانه در قبل از خاکبرداری و پر کردن قسمت باقیمانده از مقطع با سنگ‌های بزرگ جهت عبور آب مازاد به طرف پایین دست
- پر کردن بالادست و پایین دست محور سد به ترتیب با شن و ماسه تمیز و مصالح حاصل از گودبرداری و سپس تثبیت سطح تمام شده به کمک سنگ‌چینی جهت جلوگیری از آب شستگی‌های بعدی (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی، ۱۳۹۳ و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۷۸)

۴-۱-۲-۴- متره و برآورد

برای برآورد هزینه‌های اجرای این طرح بایستی از فهرست بهاء رشته‌های مرتبط با موضوع طرح که هر ساله توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ارائه می‌گردد، استفاده نمود. بر این اساس و متناسب با اجزاء هر یک از طرح‌های پیشنهادی از فهرست بهاء سال ۱۳۹۴ رشته آبیاری و زهکشی جهت انجام برآوردهای مالی اجرای طرح استفاده شد که در جداول ذیل به تفکیک شماره آیتم، نوع فعالیت، واحد فعالیت، بهاء هر واحد به ریال، مقدار هزینه هر آیتم و نهایتا جمع آیتم‌ها ارائه گردیده است. در ادامه نیز ضرایب تجهیز و برچیدن کارگاه ۱/۰۴، هزینه‌های پیش‌بینی نشده ۱/۰۵ و ضریب منطقه‌ای ۱/۳ در جمع آیتم‌ها اعمال گردید تا متناسب با تعریف و کاربرد هر ضریب مورد استفاده قرار گیرد (جداول ۴-۶ و ۴-۷).

شماره جدول	شرح عملیات	بهای کل با اعمال ضرایب		
		(ریال)	(هزار ریال)	میلیون تومان
۱	عملیات سازه‌ای	۹۰۵۸۰۹۱۲۶	۹۰۵۸۰۹	۹۰/۵۸
۲	لیست لوازم مورد نیاز لوله گذاری انتقال آب	۸۱۷۰۰۰۰۰	۸۱۷۰۰	۸/۱۷
۳	اجرای لوله گذاری انتقال آب و عایق بندی مخزن	۷۰۲۹۸۵۹۲	۷۰۲۹۹	۷/۰۳
۴	جمع کل	۱۰۵۷۸۰۷۷۱۸	۱۰۵۷۸۰۸	۱۰۶

جدول ۴-۶- متره و برآورد ریالی کل سازه نقطه پیشنهادی UD-K-۱ در جزیره کبودان
براساس فهرست بهاء سال ۱۳۹۴ رشته‌های آبیاری زهکشی و شبکه توزیع آب

ردیف	شرح عملیات	بهای کل با اعمال ضرایب		
		(ریال)	(هزار ریال)	میلیون تومان
۱	اجرای سیستم استحصال آب ازسطوح عایق طبیعی (نقطه R-K-۱۰)	۱۰۰۵۴۹۸۵۷۳	۱۰۰۵۴۹۹	۱۰۱
۲	اجرای سیستم استحصال آب از بند زیرزمینی (نقطه UD-K-۱۰)	۱۰۵۷۸۰۷۷۱۸	۱۰۵۷۸۰۸	۱۰۶

جدول ۴-۷- مجموع برآورد ریالی بند زیرزمینی UD-K-۱ و سطح عایق طبیعی R-K-۱۰
در جزیره کبودان - براساس فهرست بهاء سال

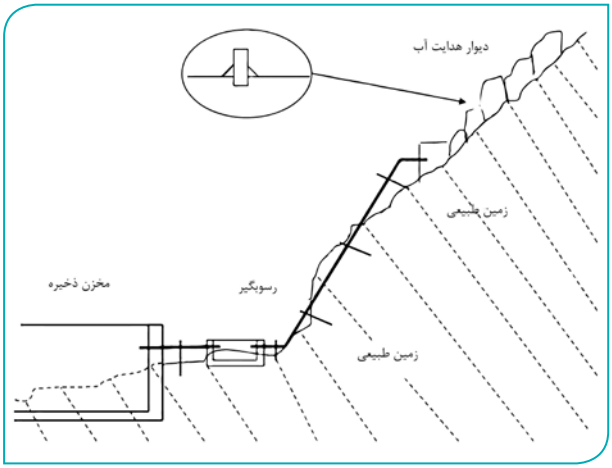
۴-۲- نقشه‌های اجرایی

در این بخش با توجه به توضیحات ارائه شده در بخش‌های قبل و همچنین فصل سوم مطالعات تحت عنوان "سیستم‌های سطوح آبگیر باران مناسب برای جزایر دریاچه ارومیه"، طرح‌های تیپ اجرایی هر یک از دو پروژه انتخابی سطوح عایق طبیعی و بند زیرزمینی به تفکیک و با جزئیات در قالب نقشه‌های اجرایی ارائه گردیده است.

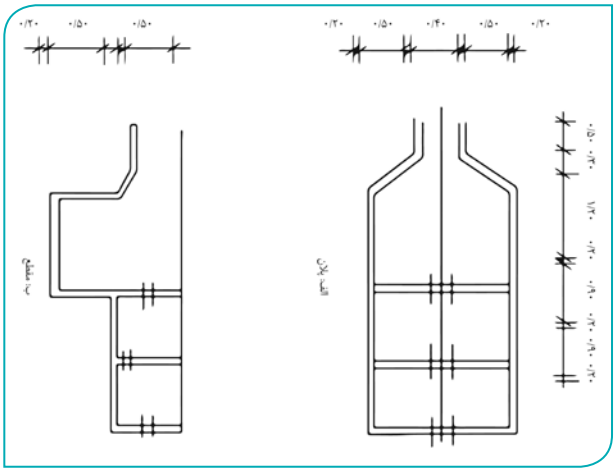
۴-۲-۱- سطح عایق طبیعی (نقطه R-K-۱۰)

سطوح عایق انتخابی متشکل از یک توده سنگی غیر قابل نفوذ می‌باشد که با احداث یک دیواره یا سکوی جمع‌آوری کننده، آب باران جاری شده بر روی سطح به نقطه خروجی در انتهای سطح سنگی هدایت می‌شود (شکل ۴-۳). رواناب جمع‌آوری شده پس از ته نشینی رسوبات در

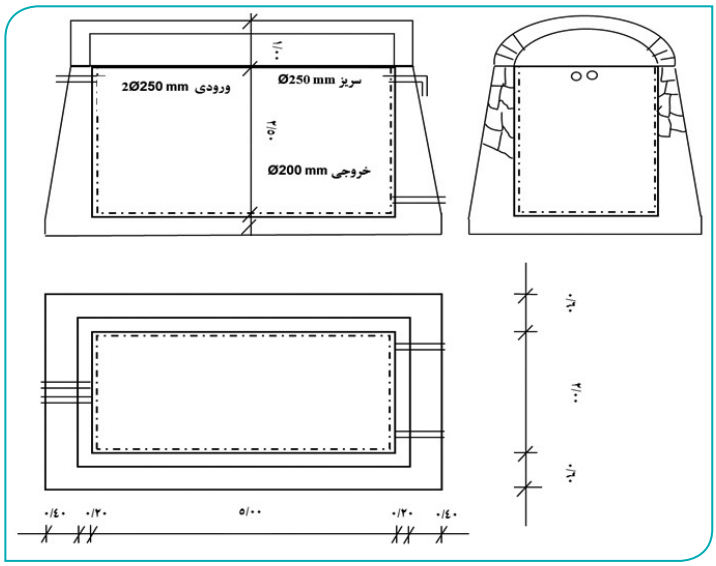
سازه رسوبگیر نشان داده شده در شکل (۴-۴) توسط لوله به مخزن ذخیره آب (شکل ۴-۵) و از آنجا به محل مصرف در آبشخور (شکل ۴-۶) منتقل می‌گردد. برای جلوگیری از آلوده شدن سطح محدوده جمع‌آوری آّب بایستی از تردد دام و حیات وحش بر روی آن ممانعت به عمل آورد. برای این منظور معمولا اطراف سطح مزبور به استفاده از حصار مناسب محصور میگردد. شکل (۴-۷) موقعیت قرارگیری هر یک از اجزاء طرح استحصال آب از سطوح صخره‌ای در جزیره کبودان را بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث نشان می‌دهد.



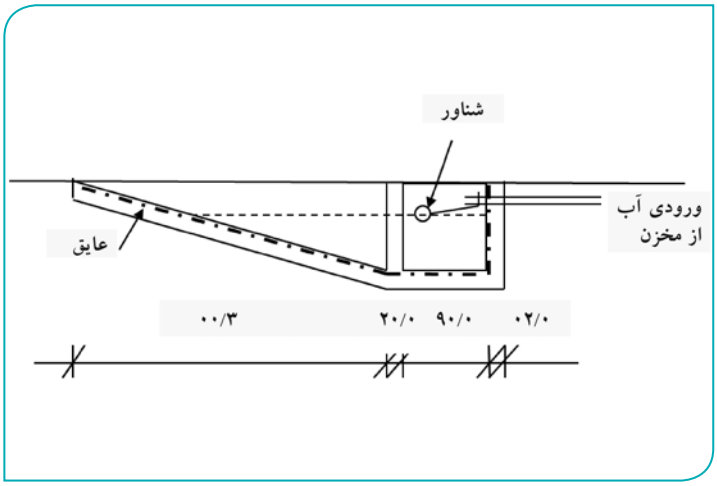
شکل ۴-۳- پروفیل طولی سیستم جمع آوری آب باران از سطوح صخره‌ای



شکل ۴-۴- نقشه جزئیات رسوبگیر



شکل ۴-۵- مخزن ذخیره آب

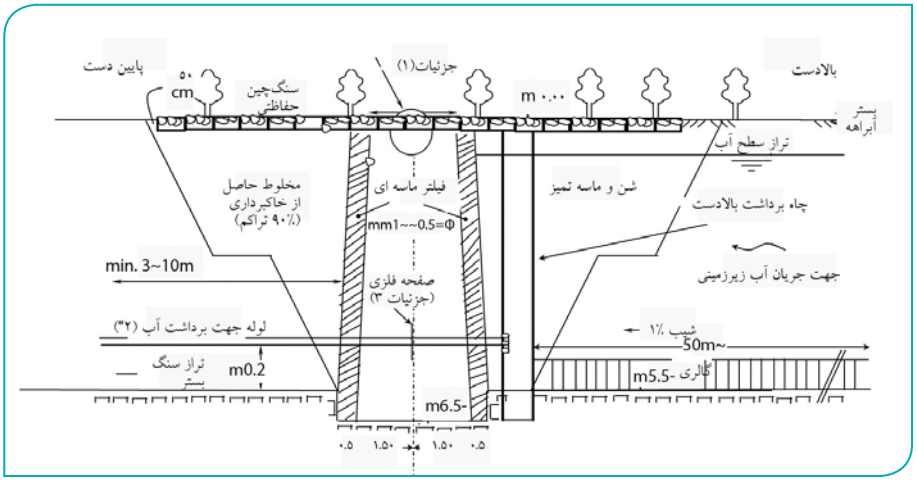


شکل ۴-۶- مقطع طولی آبشخور

شکل ۴-۷- جانمایی اجزاء طرح استحصال آب از سطوح صخره‌ای بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث محل انتخاب شده

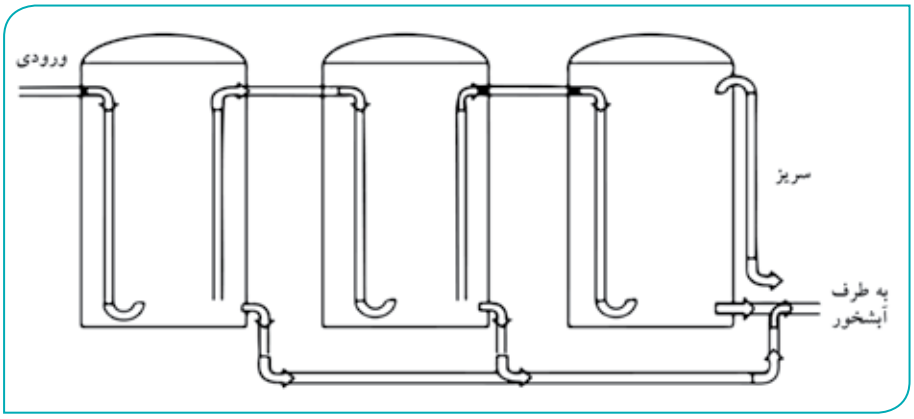
۴-۲-۲- بند زیرزمینی (نقطه UD-K-۱)

بند زیرزمینی پیشنهادی متشکل از یک دیواره آب‌بند، چاه برداشت، لوله انتقال آب و آبشخور می‌باشد که طی این عملیات طراحی گردیده است. برای احداث بند مورد نظر بایستی ابتدا مقطع گودبرداری مشخص و حفر گردد. سپس کلیه اجزاء سد در قالب یک نقشه که مشخص کننده مقطع عرضی (شکل ۴-۸) و طولی سازه باشد اجرا گردد.



شکل ۴-۸- مقطع عرضی سد زیرزمینی

در ادامه زهکش بالادست بند که تحت عنوان چاه برداشت می‌باشد متناسب با پلان و مقطع سازه زهکش احداث خواهد گردید. آب استحصال شده در نهایت با لوله به مخزن ذخیره آب (شکل ۴-۹) و از آنجا در فصل مورد نیاز به آبشخور (شکل ۴-۶) منتقل می‌گردد.



شکل ۴-۹- جزییات اتصال تانکرهای ذخیره آب (در صورت استفاده از تانکر بجای مخازن سنگی و سیمانی)

فهرست منابع

۱- تاج‌بخش، محمد؛ طباطبایی، جواد؛ توسلی، احد؛ صفدری ع. ا.، سمیعی م.، (۱۳۹۱). استفاده از روانآب‌های سطوح سنگی در آبیاری تکمیلی (مطالعه موردی ارتفاعات جنوبی مشهد)، فصلنامه سطوح آبگیر باران، سال اول، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۱ تا ۵.

۲- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی (۱۳۹۳). شرح خدمات مطالعات مرحله اول (طراحی) و احداث سدهای زیرزمینی، ۱۵ ص.

۳- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری (۱۳۷۸). شرح خدمات و زمان بندی مطالعات و اجرای سدهای زیرزمینی، خرداد ماه، ۸ ص.

4 – Worm J. and Van Hattum T. (2006). Rainwater Harvesting For Domestic Use. Agrodoc

5 – Agromisa Foundation And Cta, Wageningen, The Netherlands.

پیوست ۱:
دستورالعمل استحصال آب باران جهت تأمین آب شرب حیات وحش

خلاصه

پیوست ۱ تحت عنوان "دستورالعمل استحصال آب باران جهت تأمین آب شرب حیات وحش "، با هدف داشتن یک راهنمای اجرایی برای انجام مطالعات در این زمینه تهیه و تنظیم گردیده است.

به نحوی که ضمن ارائه مختصر روش‌های موجود، نحوه انجام مطالعات و انتخاب گزینه اجرایی و نهایتاً اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از سیستم را با متنی ساده بیان نموده است تا بتواند به عنوان بخشی مجزا مورد استفاده کارشناسان محلی قرار گیرد.

این پیوست شامل ۵ بخش است که در بخش اول به کلیات روش‌های استحصال آب باران و تجارب موجود در این رابطه، مشخصاً برای تامین آب شرب حیات وحش پرداخته شده است. در بخش دوم قسمت‌های مطالعاتی مورد نیاز برای پتانسیل‌یابی تامین آب شرب حیات وحش از روش‌های استحصال آب باران به تفکیک ارائه گردیده به نحوی که با داشتن اطلاعات ذکر شده بتوان مشخصات نقاط و روش‌های مناسب انتخابی برای تامین آب شرب حیات وحش را در منطقه مورد مطالعه معرفی نمود. بخش سوم سه الگوی شناسایی شده از روش‌های استحصال آب باران در جزایر دریاچه ارومیه را معرفی و توضیحات لازم در رابطه با هر یک را بیان کرده است. در بخش چهارم به مکان‌یابی، اجرا و احداث سامانه‌های استحصال آب پرداخته شده و با معرفی کاربردهای عملی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در این رابطه، نحوه اجرای هر یک از الگوهای شناسایی شده نیز ارائه شده است. بخش پنجم به نحوه ذخیره‌سازی، بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های استحصال آب باران طراحی شده پرداخته که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

Summary

presents a special manual that has been developed for rainwater harvesting methods to provide water for wildlife on Lake Urmia's islands. The manual could be applicable for any similar locations within and outside the Urmia region provided they have the same climatological characteristics. The manual starts with rainwater harvesting categorization and applications. The prerequisite studies are explained and some of the most reliable and state of the art solutions are introduced. Design methods and construction details for rainwater harvesting systems along with operation and maintenance instructions are also presented.

بخش اول: کلیات

مقدمه

کشور ایران با مساحتی در حدود ۱/۶۴ میلیون کیلومتر مربع، روی کمربند خشک جهانی واقع شده است. متوسط بارش سالانه در ایران ۲۵۰ میلی‌متر بوده که این رقم در مناطق مرکزی به ۵۰ میلی‌متر و در نواحی شمالی به دوهزار میلی‌متر در سال می‌رسد و این امر نشان‌دهنده پراکندگی غیر یکنواخت بارش در مناطق مختلف ایران است (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۸۸). هر ساله حدود ۴۱۳ میلیارد متر مکعب آب در اثر نزولات جوی وارد کشور می‌شود که از این مقدار حدود ۲۸۳ میلیارد متر مکعب از طریق تبخیر و تعرق دوباره وارد جو می‌شود (مهدوی، ۱۳۸۷). در واقع هدف از اجرای طرح‌های جمع‌آوری آب باران استفاده از همین میزان آبی است که از دسترس خارج می‌گردد.

جمع‌آوری آب باران در برخی از نقاط دنیا غالباً با هدف تأمین آب غیرشرب خانگی، آبیاری فضای سبز خانگی و شهری، آب شرب دام‌ها و آبیاری باغات به صورت محدود صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه اجرای طرح‌های جمع‌آوری آب باران در مقیاس گسترده نیاز به احداث سطوح آبگیر، مخازن ذخیره‌سازی و سازه‌های انتقال دارد، بنابراین برای مقرون به صرفه بودن اجرای طرح‌های مذکور باید با مطالعه دقیق، مناطقی انتخاب شوند که شرایط اقلیمی، منطقه‌ای، هیدرولوژیکی، توپوگرافی و میانگین بارش مناسبی داشته باشند.

یکی از مصارف آب باران جمع‌آوری شده، تامین آب شرب مورد نیاز حیات وحش است که درکشورهای مختلف اجرا شده است. مردم شیفته حیات وحش هستند و از تماشای گونه‌های

مختلف و ارتباطات بین آنها لذت می‌برند. بسیاری از گونه‌هایی که برای شکار و ماهی‌گیری به کشورهای مختلف معرفی شده‌اند میلیون‌ها دلار سالانه به اقتصاد کشورها کمک کرده‌اند. مشاهدهٔ حیات وحش از جمله تماشای پرندگان برای کسانی که به فعالیت‌های تفریحی در محل‌های باز علاقه دارند مورد توجه قرار گرفته است. با افزایش اشتیاق به حیات وحش پتانسیل اقتصادی برای گردشگری مبتنی بر طبیعت افزایش می‌یابد و مردم و مدیران برای بهبود وضعیت زیستگاه‌ها با استفاده از تکنیک‌های مختلف تلاش می‌کنند. یکی از روش‌هایی که برای جذب حیات وحش کمتر استفاده شده است نصب و راه‌اندازی سیستم‌های استحصال آب به عنوان یک منبع مکمل آب برای حیوانات است. مدیران مربوطه می‌توانند جهت افزایش فضای قابل استفاده برای حیات وحش از جمع‌آوری آب باران استفاده کنند.

پیشینهٔ تحقیق

سیستم‌های استحصال آب باران به سیستم‌هایی گفته می‌شود که به وسیله آن‌ها آب باران جمع‌آوری و ذخیره می‌شود تا به مصارف مختلفی از جمله مصارف خانگی، دام، حیات وحش، کشاورزی و سایر مصارف ممکن برسد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک بارندگی اندک و در فواصل زمانی نامعین اتفاق می‌افتد، از طرفی عمده بارش به علت کمبود پوشش گیاهی و شدت زیاد بارش تبدیل به رواناب شده و همان میزان کم بارش نیز توسط تبخیر از دسترس خارج می‌شود. به همین خاطر استفاده از سیستم‌های استحصال آب از دیرباز در این مناطق رواج داشته است. تاریخچه استحصال آب باران به ۴۰۰۰ هزار سال پیش برمی‌گردد که در فلسطین و جهت کشاورزی کاربرد داشته است. در بلوچستان ایران و پاکستان نیز جمع‌آوری آب باران مرسوم بوده است. طی سال‌های متمادی در مناطق بیابانی با هدایت آب باران به سطوح شیب‌دار، آب مورد نیاز مناطق کشاورزی تامین می‌گردید. اما امروزه کشاورزان از روش‌های پیشرفته‌تری برای برداشت آب باران استفاده می‌کنند. تا قبل از سال ۱۹۵۰، به دلیل هزینه بالای روش-های مورد استفاده، عمدتا سازمان‌ها تمایل به استفاده از سیستم‌های استحصال آب باران نداشتند، اما پس از آن به دلیل کاهش هزینه‌ها و پیدایش روش‌های آسان‌تر و موثرتر، استحصال آب باران رونق گرفت. در نشست عمومی سازمان ملل در سال ۲۰۰۳، سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ را سال‌های مقابله با بحران آب معرفی نموده و آب به عنوان مهم‌ترین لازمه رسیدن به توسعه پایدار و ثبات زیست محیطی معرفی گردید (مالسو[1] ، ۲۰۰۷). به طور کلی استفاده از آب باران در سال‌های اخیر رونق یافته و جهت مصارف گوناگون از جمله: مصارف انسانی، مصارف دام و همچنین حیات وحش مورد جمع‌آوری و استحصال قرار

1- Malesu

می‌گیرد)هانسون[1] ، ۲۰۰۸). به عنوان مثال در غرب استرالیا چندین هزار هکتار سطح آبگیر سیمانی و آسفالتی می‌توان یافت که برای استحصال آب باران احداث شده‌اند.(N.A.O.S, 2001)

در غرب آمریکا نیز بیش از هزار سیستم جمع‌آوری آب تاسیس شده که آب مورد نیاز حیات وحش را تأمین می‌گرداند (کراسمان[2] و همکاران ، ۲۰۰۶).

از انواع سیستم‌های استحصال آب می‌توان به روش‌های جمع‌آوری مستقیم آب باران از سطوح طبیعی یا مصنوعی، استحصال آب‌های زیرسطحی با احداث سدهای زیرسطحی و استفاده از رواناب حاصل از سیلاب به وسیلهٔ انواع سدهای روزمینی اشاره نمود.

مطالعات محدودی در مورد روش‌های جمع‌آوری رواناب انجام گرفته است. درجنوب آیداهو مطالعه‌ای صورت گرفته است که در آن حوضه‌ی آبگیر کوچکی به همراه چند تانکر سطحی برای جمع آوری آب باران برای حیات وحش احداث گردیده و بیان می‌کند که این روش ساده و ارزان و بادوام است (رایس[3] ، ۲۰۰۴).

بریگام و استیونسون[4] در سال ۲۰۰۹ از حوضه‌های آبگیر کوچک برای جمع‌آوری آب جهت حیات وحش در نوادای آمریکا استفاده کردند و مکان‌های مناسب به همراه نحوه ساخت و مدیریت این آبگیرها را شرح داده‌اند. در ارتباط با استفاده از سدهای زیرسطحی در کشور کنیا جهت تامین آب دام از سدهای زیرسطحی استفاده شده است. علاوه بر آن می‌توان برای تغذیه مصنوعی از این گونه سدها استفاده کرد و با کنترل جریان زیرسطحی و تغذیه سفره آب زیرسطحی، آب را برای استفاده‌های بعدی ذخیره نمود (سنتوز پریرا[5] و همکاران، ۲۰۰۹).

در ایران پیرمرادی و همکاران در سال ۱۳۸۹ به مکان‌یابی سدهای زیرسطحی در حوضه آبریز ملایر پرداخته‌اند. در این بررسی وجود آبرفت ضخیم و سنگ بستر نفوذ ناپذیر، عدم وجود گسل، عدم اثر گذاری بر قنوات منطقه، کیفیت و کمیت آب زیر قشری، شیب ملایم بستر رود، حجم ذخیره که در رابطه با تخلخل و سایر پارامترهاست و همچنین معیارهای اقتصادی و اجتماعی، به عنوان مهمترین معیارهای مکان‌یابی سدهای زیرسطحی در نظر گرفته شده‌اند. از مطالعات انجام شده در این مورد می‌توان به مطالعات فورزیری[6] و همکاران در سال ۲۰۰۸ اشاره نمود که در آن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه رقومی ارتفاع، اطلاعات کارتوگرافی و اقلیمی به انتخاب مکان مناسب

1- Hanson
2- Krausman
3- Rice
4- Brigham and Stevenson
5- Santos Pereira
6 - Forzieri

برای استفاده از سدهای زیرسطحی و روزمینی پرداخته است. همچنین راجو[1] و همکاران در سال ۲۰۰۶ اثرات استفاده از سدهای زیرسطحی برای ذخیره آب را در منطقه‌ای از کشور هندوستان مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سطح آب زیرسطحی پس از احداث این سدها افزایش داشته است.

در مورد استفاده از سطوح صخره‌ای می‌توان به پژوهش کمربند گندم آمریکا توسط کمیته مشترک‌المنافع آمار و سرشماری (CBCS)[2] در سال ۱۹۴۶ اشاره نمود که مطابق آن ۲۸ هکتار آبگیر صخره‌ای نیاز آبی ۲۹ مزرعه را در منطقه‌ای در کمربند گندم آمریکا برآورده می‌سازد.

لیبونگات[3] و همکاران در سال ۱۹۹۹ طی پژوهشی سطوح صخره‌ای گرانیتی[4] و گنیسی[5] را برای استحصال آب مناسب دانسته‌اند. ادوارز[6] و همکاران در سال ۱۹۸۳رواناب تولیدی در دو سطح صخره‌ای گرانیتی و رگولیتی[7] را مورد بررسی قرار داده و میزان تولید رواناب در سطوح رگولیتی را بیشتر دانسته‌اند.

با توجه به مطالب ذکر شده و با توجه به اینکه در ایران تا کنون سیستم خاصی برای استحصال آب باران جهت استفاده حیات وحش تعریف و اجرا نگردیده است، نیاز به یک دستورالعمل مدون و قابل استفاده کاملا احساس می‌گردد. چنین دستورالعملی بایستی بتواند مکان‌یابی صحیح آبشخورها را به نحوی که نیازهای آبی گونه‌های موجود در مناطق را تامین نماید، مورد بررسی قرار دهد.

دستورالعمل حاضر، نحوه مکان‌یابی و انتخاب مناسب‌ترین روش جهت تامین آبشخورهای حیات وحش را با تکیه بر استفاده از آب باران جهت تغذیه آبشخورها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده است.

برای انتخاب بهترین گزینه جهت تامین آب حیات وحش، بررسی منابع آب مورد استفاده توسط حیوانات، تعداد و تنوع گونه‌های حاضر در منطقه، قدرت جابه‌جایی و تفاوت‌های حرکتی گونه‌های مختلف، الگوهای بارش در منطقه، نوع و عمق خاک، پوشش گیاهی و همچنین گزینه‌های موجود جهت استحصال، ذخیره‌سازی و انتقال آب باران، از جمله مواردیست که بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

1- Raju
2- Commonwealth Bureau of Census and Statistic(CBCS)
3- Leibundgut
4- Granite
5- Gneiss
6- Edwards
7- Regolite

بخش دوم: مطالعات پایه

فیزیوگرافی

مساحتی که برای دریافت آب باران در دسترس است حوضه آبریز نامیده می‌شود. حجم نفوذ و آورد رواناب در حوضه آبریز متأثر از توپوگرافی منطقه است.

بررسی مساحت و شکل حوضه، طبقات شیب و جهت آن و همچنین ارتفاع منطقه از ضروری‌ترین موارد ممکن است. راه‌های دسترسی به منطقه نیز در این مرحله و به همراه تهیه نقشه‌های شیب و جهت و ارتفاع می‌تواند بررسی گردد.

شیب زمین عامل تعیین کننده‌ای برای تمامی روش‌های استحصال آب است، به طوری که ساختار سطح حوضه آبریز بر رابطه بارندگی-رواناب تحت تأثیر گذاشته، میزان نفوذپذیری و حرکت آب به داخل خاك را تعیین می‌کند. به طور کلی با افزایش شیب، رواناب زیاد می‌شود. این افزایش عمدتاً به این دلیل است که آب در سطح خاك نمی‌ماند و جریان آب با سرعت بیشتری به سمت خروجی حوضه پیش می‌رود و از این رو تبخیر و نفوذ در حوضه کاهش پیدا می‌کند. بررسی شیب مخصوصا در مورد استفاده از سطوح صخره‌ای و سطوح عایق بسیار حائز اهمیت است. در شیب‌های ملایم، سامانه‌های حوضه آبریز کوچک کاربردی‌تر هستند، در حالی که در مناطقی با شیب تند اجرای روش‌های استحصال آب مربوط به حوضه آبریز بزرگ بهره‌وری بیشتری دارند (تائر و هامبورگ[1] ، ۱۹۹۲).

بررسی جهت شیب نیز از لحاظ تعیین مکان‌های رو به آفتاب در زمستان و تابستان و مکان‌یابی آبشخور به گونه‌ای که هدر رفت آب از طریق تبخیر کم‌ترین مقدار باشد، موثر است.

تاثیر راه‌های دسترسی و فاصله از جاده بر سیستم استحصال دارای عملکرد دو سویه است. بدین معنا که بسته به موقعیت حیات وحش و وضعیت منطقه، از یک سو وجود جاده و نزدیکی راه‌های دسترسی به سیستم جمع‌آوری آب باران، می‌تواند از لحاظ آلودگی و دسترسی آسان به منطقه و شکار حیات وحش دارای ارزش منفی باشد و از سوی دیگر دسترسی سریع به منطقه و رفع نواقص و احتمالا آب رسانی در موارد بحرانی که بارش کفاف تامین نیاز حیات وحش را نمی‌کند، ارزش مثبت دارد، بنابراین بررسی و ارزش‌یابی در این مورد به نظر کارشناسان امر بستگی دارد.

حیات وحش و پوشش گیاهی

۱- بررسی حیات وحش منطقه

اگر چه اغلب تلاش‌های مدیریتی در جهت جذب گونه‌های با اهمیت اقتصادی و یا جذاب و زیبا طرح‌ریزی شده‌اند، اما همه حیوانات نقش مهمی در طبیعت ایفا می‌کنند. تنوع زیستی یکی از

1. Tauer & Humborg

شاخص‌های سلامت اکوسیستم است. بنابراین موفقیت سیستم‌های جمع‌آوری آب باران را از روی انواع گونه‌هایی که از آن‌ها استفاده می‌کنند و یا تعداد هر کدام از گونه‌ها می‌توان تخمین زد.

هنگام تصمیم‌گیری در مورد بهبود شرایط سرزمین برای جذب حیات وحش در نظر گرفتن فاکتورهایی که در جذب حیات وحش به زیستگاه اثر دارند بسیار مهم است. به عنوان مثال تنوع حیات وحش منطقه مورد نظر، اندازه گستره خانگی جانور و توانایی تحرک آن موجود از جمله این موارد می‌باشد.

جهت استحصال آب باران و احداث آبشخور نیاز به بررسی پراکنش حیات وحش به خصوص گونه‌های پستانداران و پرندگان و تهیه لیست گونه‌های در خطر انقراض (در صورت وجود) و گونه‌های حفاظت شده می‌باشد. تهیه نقشه پراکنش حیات وحش گام اول در بررسی حیات وحش منطقه است که بیانگر موضوعاتی چون تعداد و تراکم گونه‌ها و توزیع آن‌ها در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. هچنین تعیین گونه‌هایی که در منطقه دارای اهمیت هستند (گونه‌های در خطر انقراض، گونه‌های تحت حفاظت، گونه‌های نادر و یا بومی) در ابتدای مطالعه باید صورت گرفته و هر گونه فعالیت باید با محوریت این گونه‌ها انجام گردد.

هر چه تنوع گونه‌ای در یک منطقه بیشتر باشد اهمیت احداث آبشخور جهت تامین آب مورد نیاز گونه‌ها بیش‌تر است. از طرفی تعداد افراد گونه نقش مهمی در بقای گونه دارد، لذا هر چه تعداد افراد گونه که توسط آبشخور تامین نیاز می‌شوند بیش‌تر باشند اهمیت آبشخور بیش‌تر است. بنابراین تعیین تنوع گونه‌ای و تعداد افراد هر گونه در منطقه مورد مطالعه دارای اهمیت خاصی می‌باشد.

بیولوژی گونه‌های موجود در منطقه جهت تامین آب مورد نیاز بدن، قدرت تحمل خشکی و کم‌آبی آن‌ها و عوامل محدود کننده بقای گونه‌ها نیز از عوامل مهمی هستند که می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. لازم به ذکر است که آب مهم‌ترین عامل محدود کننده بقا می‌باشد. در صورتی که آب برای یک گونه در یک منطقه عامل محدود کننده نباشد تامین آب توسط آبشخور می‌تواند کار بیهوده‌ای باشد. به عنوان مثال اگر گونه‌ای در یک منطقه به علت وجود انسان‌ها و یا یک طعمه خوار ویژه و یا به علت عدم وجود علوفه کافی (در مورد چرندگان) حضور نداشته باشد تامین آب برای آن گونه کاری غیر حرفه‌ای و بیهوده می‌باشد زیرا در صورت تامین آب در آن منطقه باز هم حضور گونه توسط عامل دیگری محدود شده است. بعد از تعیین عامل محدود کننده، در صورتی که آن عامل آب باشد باید نیاز آبی گونه‌های مختلف منطقه مشخص گردد. به طوری که آبشخور احداثی تامین کننده نیاز آبی گونه‌های مذکور باشد و جهت تامین نیاز خود به مناطق دیگر نروند. به همین صورت تامین آب برای گونه‌هایی که دارای قدرت تحمل خشکی پایین هستند نسبت به گونه‌هایی که قدرت تحمل کم آبی دارند اولویت دارد. میزان رقابت افراد گونه با گونه‌های دیگر در

استفاده از منابع آبی منطقه نیز باید مورد بررسی قرار گیرد، در صورت بالا بودن رقابت بین گونه‌ها بایستی تمهیداتی جهت تامین نیازهای گونه‌ها به صورت جداگانه در نظر گرفته شود. به عنوان مثال در مناطقی که گونه‌های مورد مطالعه با شتر همبومی دارند استفاده شتر از آبشخور می‌تواند ذخیره‌ی چندین هفتگی گونه را به اتمام برساند. میزان تحرک گونه‌ها و توانایی پیمایش مسیر جهت دست‌یابی به منابع آب نیز باید بررسی گردد، در صورتی که گونه‌های مورد مطالعه قدرت پیمایش مسیر بالایی در دسترسی به منابع آبی داشته باشند می‌توان آبشخورها را در مکان‌هایی دور از هم تعریف نمود و در صورتی که گونه‌ها نسبت به کم‌آبی حساس باشند و یا قدرت تحرک کمی داشته باشند بایستی آبشخورها را نزدیک به هم تعریف نمود تا گونه‌ها بتوانند به راحتی به آبشخورهای مناطق دسترسی داشته باشند.

عامل مهم دیگری که باید در بررسی فاکتورهای زیست محیطی مورد توجه قرار گیرد، بیماری‌های واگیردار معمول در منطقه و پیش‌بینی مقابله در صورت بروز آن‌هاست. به طور خاص بیماری‌هایی که از طریق آب انتقال می‌یابند. بررسی عوامل محیطی مانند عدم نزدیکی به جاده، وجود پناه برای حیوان، عدم قرارگیری در محل سیل و یا آب‌گرفتگی نیز باید صورت پذیرد. مهم‌ترین مورد در بررسی‌های زیست محیطی، توجه به گستره خانگی حیات وحش موجود است که به علت اهمیت موضوع در زیر به صورت کامل به آن پرداخته می‌شود.

- اندازه گستره خانگی و تحرک حیات وحش و تاثیر آن در تامین آب مورد نیاز

میزان مصرف آب آزاد برای حیوانات مختلف متفاوت است. همچنین آنها مقادیر متفاوتی از انرژی را جهت رسیدن به منابع آبی (راه رفتن، پریدن، خزیدن) صرف می‌کنند. جدول (۱) توزیع پیشنهادی آبشخورها متناسب با گروه‌های حیوانات را نشان می‌دهد.

هنگام تخمین مکان آبشخور و تعداد آبشخور باید به اینکه حیوان هر کیلومتر مربع را چگونه و در چه مدت طی می‌کند توجه نمود. سپس این مساحت را برای حیواناتی که می‌توانند مسیر طولانی‌تری را بروند به قطعات بزرگتر و برای حیواناتی که تحرک کمتری دارند و در یک جا مقیم هستند به قطعات کوچکتری تقسیم کرد.

در مدیریت احشام و دام‌های اهلی این نقاط عموما در فواصل حدود ۱/۶ کیلومتر از یکدیگر توصیه می‌شوند. دلیل این امر آن است که با نزدیک هم قرار گرفتن آبشخورها، گاوها فواصل کمتری را طی می‌کنند و شانس افزایش وزن حیوان بیشتر می‌شود. همچنین امکان آسیب‌های ناشی از مسیرهای طولانی برای حیواناتی که نمی‌توانند مدت زیادی دور از منابع آب باشند، کاهش می‌یابد.

مدیریت دام‌های اهلی نقطه شروع خوبی برای برنامه‌های مدیریت حیات وحش است. پستانداران بزرگ به راحتی می‌توانند ۲/۵ الی ۳ کیلومتر مربع برای به دست آوردن آب طی کنند.

گروه‌های حیوانات	مکان نقاط پیشنهادی جهت آبشخور
پستانداران بزرگ	۱ در هر ۲-۱۲۸ هکتار
پستانداران متوسط جثه	۱ در هر ۱۲۸ هکتار
پستانداران کوچک	۱ در هر ۳۲ تا ۶۴ هکتار
پرندگانی با جثه بوقلمون وحشی و قمری	۱ در هر ۲۵۶-۱۲۸ هکتار
پرندگان کوچک مانند گنجشک‌سانان	۱ در هر ۳۲ هکتار

جدول ۱- توزیع پیشنهادی آبشخورها برطبق گروه‌های حیوانات (جیمزسی کتی[1] و همکاران، ۲۰۰۶)

پستانداران با سایز متوسط می‌توانند از منابع آب نزدیک‌تر بهره‌مند شوند (به عنوان مثال هر ۱۲۸ هکتار یک آبشخور). برای پستانداران کوچک بهتر است در هر ۳۲ تا ۶۴ هکتار منطقه یک آبشخور در نظر گرفته شود.

به عنوان مثال بوقلمون وحشی و قمری نسبت به گنجشک سانان می‌توانند برای رسیدن به آب مسیر طولانی‌تری را طی کنند بنابراین توزیع آبشخور برای این دو پرنده می‌تواند یکی در ۲۵۶ هکتار باشد. در مقابل گستره خانگی گنجشک‌سانان بسیار کوچک است و آبشخورها باید در مرکز هر ۳۲ تا ۶۴ هکتار قرار داده شود که این تراکم برای اغلب پرندگان آوازخوان مناسب است.

۲- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی تأثیر زیادی بر روی رواناب سطحی می‌گذارد. پوشش گیاهی و سطح ناهموار زمین مانع از تشکیل رواناب سطحی و باعث افزایش ذخیره سطحی می‌شود. در واقع افزایش در تراکم پوشش گیاهی منجر به افزایش نفوذ و ذخیره‌سازی سطحی می‌گردد و در نتیجه حجم رواناب کاهش پیدا می‌کند.

هوا و اقلیم شناسی

عوامل کلیدی اقلیمی عبارتند از مقدار، شدت و فراوانی بارندگی و اثر دما و رطوبت بر تبخیر و تعرق. در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل پراکنش نامتوازن زمانی و مکانی بارش و بالا بودن اختلاف مقادیر حد پارامترهای اقلیمی، برآورد حداکثر بارش محتمل، مقدار بارش سالانه، برآورد تبخیر و تعرق و تعیین رابطه بین بارش و رواناب سخت و دشوار می‌باشد.

۱- تبخیر

تبخیر از عوامل تعیین کننده طراحی یک سامانه استحصال آب در مناطق خشک و نیمه خشک

1 . James C. Cathey

می‌باشد. بخشی از آب ناشی از بارش تبخیر می‌شود و متعاقباً مقدار آبی که به سطح خاك می‌رسد به همان نسبت کمتر از مقدار مشاهده شده در باران سنج است. میزان تبخیر، نشان دهنده تغییرات سطح رطوبت در حوضه است که می‌بایست در محاسبات بیلان هیدرولوژیک در نظر گرفته شود.

۲- بارش

یکی از عواملی که تخمین آن دشوار است، مقدار بارندگی است که در طول یک زمان مشخص اتفاق می‌افتد. ویژگی‌های بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک متفاوت از مناطقی با اقلیمی معتدل است. به طور کلی بارش در این مناطق دارای شدت بالا، زمان کوتاه، پراکنش نامنظم، مقدار و فراوانی متغیر می‌باشد. میزان بارش سالانه ممکن است کمتر و یا بیشتر از میانگین سالانه باشد و به طور کلی روند ثابت و منظمی ندارد. برای طراحی یک سامانه استحصال آب، فراوانی، مقدار و شدت بارش، از اهمیت بیشتری نسبت به بارش سالانه برخوردار می‌باشد. دسترسی به سوابق بارش‌های هفتگی یا ماهانه در برنامه ریزی طرح‌های استحصال آب بسیار مطلوب است، اما این موضوع به ندرت اتفاق می‌افتد.

برای بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها و طراحی‌های منابع آب، از جمله مطالعات استحصال آب، اطلاعات بارش در مورد یک منطقه مشخص مورد نیاز است. اندازه این منطقه ممکن است از یک حوضه آبریز کوچک شامل چند هکتار تا حوضه‌های رودخانه‌های بزرگ متفاوت باشد. همان‌طور که اطلاعات جمع‌آوری شده بارش توسط باران‌سنج نشان دهنده شرایط بارش برای یک نقطه است، روش‌هایی برای تبدیل بارش نقطه‌ای به کل منطقه مورد نیاز است (لینزلی و همکاران[1]، ۱۹۸۲).

در دسترس بودن آمار بارندگی سال‌های قبل برای تعیین رابطه بارندگی-رواناب در یک منطقه مشخص ضروری است. با وجود این، متوسط بارندگی سالانه نیز می‌تواند در مورد مناطقی که اطلاعات کافی بارندگی ندارند، مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از باران‌سنج غیر ثابت می‌توان مقدار بارندگی‌های منفرد و یا کل بارندگی‌های روزانه را در منطقه مورد نظر اندازه‌گیری کرد. داده‌های اندازه‌گیری شده باید با دقت مورد استفاده قرار بگیرند، به خصوص هنگامی که برای ایجاد داده‌های مناطق مجاور هم برون‌یابی می‌شوند.

- بررسی پارامترهای بارندگی

شدت بارش، به مقدار باران در حال بارش در یک زمان معین بر روی یک منطقه گفته می‌شود و می‌تواند با واحدهای cm/h و mm/h بیان شود. شدت بارندگی شاخص خوبی برای آگاهی از احتمال تشکیل رواناب می‌باشد، اگر چه تعیین شدت بارندگی آستانه دشوارتر از تعیین عمق بارندگی

1 Linsley

آستانه است. از آن‌جا که شدت بارندگی برای مدل‌های بارندگی-رواناب مورد نیاز است، مقدار آن باید تعیین شود، بدین منظور می‌توان از داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی استفاده کرد.

مدت زمان بارش، به مدت زمانی گفته می‌شود که در آن بارش اتفاق می‌افتد و می‌تواند در واحد ساعت و یا دقیقه بسته به مدت زمان و یا هدف از آن بیان شود. طول مدت بارندگی را نیز می‌توان با استفاده از داده‌های باران‌سنج تعیین کرد. از آنجا که دبی اوج در مدل‌های شبیه‌سازی شده به طول مدت بارندگی وابسته است، تعیین آن از اهمیت بالایی برخوردار است. هنگامی که این داده‌ها به دست آمدند، مهم‌ترین معیارهای بارندگی که باید تعیین گردند، عبارت است از:

- رابطه بین شدت بارندگی و طول مدت آن
- تعداد بارندگی‌ها در سال، که شامل انحراف معیار متوسط و توزیع احتمالی آنها است.

فراوانی بارندگی، به تعداد دفعات بارش در یک بازهٔ زمانی مشخص گفته می‌شود، به عنوان مثال یک بار در چهار سال، یک بار در شش سال و غیره.

- تجزیه و تحلیل فراوانی و الگوی بارش

میانگین بارندگی متوسط و دراز مدت می‌تواند با بارش فصلی و سالانه تفاوت قابل توجهی داشته باشد. به این دلیل الگوهای توزیع بارندگی برای تعیین مکان تجهیزات استحصال آب باران مهم هستند.

بارش در فصول مختلف در مناطق مختلف متفاوت است همچنین ماه‌های اوج بارش و ماه‌های خشک نیز در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. لذا علاوه بر تعیین میزان بارندگی تعیین الگوهای بارش مناطق نیز دارای اهمیت است.

تجزیه و تحلیل فراوانی بارش می‌تواند در برآورد فراوانی بارش در گذشته و احتمال وقوع بارش و فراوانی آن در آینده مورد استفاده قرار گیرد. بارش یک متغیر پیوسته با زمان است و می‌تواند هر مقداری بزرگ‌تر یا مساوی صفر باشد. برای طرح‌های استحصال آب، تجزیه و تحلیل فراوانی بارندگی سالانه و ماهانه مورد نیاز است.

۳- درجه حرارت

درجه حرارت از مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده اقلیم هر منطقه است که تحت تأثیر عناصر و عوامل گوناگون به ویژه ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی و میزان تابش خورشید و وضعیت توپوگرافی از منطقه‌ای به منطقه دیگر تغییراتی را نشان می‌دهد. تحولات هیدرولوژی (مانند ذوب برف) و بیولوژی (رشد گیاهان) در هر منطقه تابع درجه حرارت است در بررسی ویژگی‌های دمای منطقه

مورد مطالعه پارامترهای اصلی دما شامل میانگین‌های ماهیانه، حداقل، حداکثر و متوسط روزانه، همچنین حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۴- رطوبت نسبی

رطوبت نسبی که به صورت بخار آب در هوا وجود دارد از دیگر عناصری است که در ارتباط مستقیم با درجه حرارت و بارش قرار دارد و عبارت است از رطوبت موجود در هر واحد حجم هوا به حداکثر رطوبتی که هوا می‌تواند در آن درجه حرارت در خود جای دهد و غالباً به درصد بیان می‌شود. شناخت میزان رطوبت نسبی یک منطقه در مطالعات هواشناسی، به خصوص در برآورد میزان تبخیر و تعرق یک منطقه اهمیت فراوانی دارد.

۵- اقلیم شناسی

تأثیر تغییرات اقلیمی نیز باید در مطالعات، طراحی سامانه و مکان‌یابی منطقه مورد استحصال در نظر گرفته شود. اقلیم یا کلیما نتیجه تأثیر توام پدیده‌های هواشناسی است که در مدت زمان طولانی و در تطابق با موقعیت جغرافیایی هر ناحیه پدیدار می‌شود و حالت متوسط اتمسفر یک ناحیه دلخواه را بیان می‌کند. درجه حرارت، بارندگی، رطوبت، فشار هوا، باد، تبخیر و پدیده‌های مختلف دیگر از عناصر آب و هوایی محسوب می‌شوند که تحت تأثیر عواملی مانند طول و عرض جغرافیایی، پستی و بلندی، دوری یا نزدیکی به دریا ارتفاع از سطح دریا قرار می‌گیرند و توده‌های هوا نیز بر آن اثر گذاشته و تغییرات و اختلافات آب و هوایی را در مکان‌های مختلف به وجود می‌آورند و حاصل این وضع پیدایش اقلیم‌های متنوع است. تقسیم‌بندی‌های اقلیمی متعددی وجود دارد که شامل دو روش کلی فرمول‌ها و ضرایب اقلیمی (نظیر روش‌های کوپن، دومارتن، بارات، ترنت وایت و سلیانینوف) و نمودارهای اقلیمی (نظیر منحنی‌های آمبروترمیك، هایتوگراف و آمبرژه) می‌باشد.

هیدرولوژی و منابع آب

۱- رواناب سطحی

چرخه هیدرولوژی در یک حوضه آبریز مشخص بر روی تولید، مقدار و ذخیره‌سازی رواناب حاصل از بارندگی در سامانه‌های استحصال آب تأثیر می‌گذارد. بارندگی در یک حوضه آبریز بزرگ را می‌توان به دو جزء اصلی تقسیم کرد: بارندگی مؤثر برای استحصال آب باران (رواناب مستقیم) و هدر رفت که منابع هدر رفت عبارتند از:

- تبخیر از سطح زمین

- نفوذ آب در حوضه آبریز
- آب ذخیره شده در گودال‌های حوضه آبریز
- آبی که قبل از رسیدن به سطح زمین توسط شاخ و برگ گیاهان گرفته می‌شود (برگاب).

در بیش‌تر موارد، بارندگی‌ها الگوی منظمی ندارد و دوره‌های تر سالی اغلب به دنبال دوره‌های خشکسالی می‌آیند.

در یک سامانه استحصال آب، بارشی که منجر به تشکیل رواناب می‌شود در انتهای شیب حوضه آبخیز که پایین‌ترین نقطه حوضه می‌باشد جمع‌آوری می‌شود. از زمانی که بارندگی شروع می‌شود، بخشی از آب باران در محل تشکیل رواناب در خاك نفوذ می‌کند، بخشی از آن در چاله‌های کم عمق موجود در سطح زمین جمع می‌شود و هنگامی که خاك به حد اشباع می‌رسد تمامی بارش به شکل رواناب در سطح زمین جریان پیدا می‌کند. در دسترس بودن آب باران به سه عامل کلیدی وابسته است:

۱- میزان بارندگی

۲- نوع سطحی که باران بر آن می‌بارد (ضریب رواناب)

۳- اندازه منطقه‌ای که باران بر آن می‌بارد (حوضه آبریز)

ثبت و اندازه‌گیری رواناب حاصل از بارش‌های شدید در حوضه‌های آبریز بزرگ در ایستگاه‌های اندازه‌گیری در طول مسیر رواناب بسیار حائز اهمیت است.

همان‌طور که پیش از این نیز اشاره شد، شدت، مدت و فراوانی از مهم‌ترین خصوصیات بارندگی جهت طراحی سامانه‌های استحصال آب هستند. در مناطق خشک معمولاً بارندگی‌هایی با شدت بالا و طول بارش کم سبب تشکیل رواناب می‌شوند. انرژی جنبشی قطره‌های در حال سقوط متناسب با اندازه قطرات باران است و کل انرژی جنبشی یک بارندگی با افزایش شدت بارندگی افزایش می‌یابد. بارش باران با شدت بالا سبب می‌شود که دانه‌های سطح خاك شکسته شوند و خلل و فرج سطح خاك توسط ذرات ریز شکسته شده پر شود و در ادامه نفوذ پذیری خاك کاهش و حجم رواناب افزایش پیدا می‌کند. بنابراین برای مقدار بارش یکسان، رواناب حاصل از بارش با شدت بالا و مدت کم بسیار بیشتر از رواناب با بارش با شدت کمتر و مدت زیادتر می‌باشد.

۲- ضریب رواناب

ضریب رواناب از تقسیم مقدار رواناب بر مقدار بارندگی حاصل می‌شود و در واقع معین می‌کند که چه میزان از بارش رخ داده به رواناب تبدیل می‌گردد. رواناب تابعی از عوامل متعددی مانند نوع خاك، رطوبت خاك، شیب حوضه آبریز و پوشش گیاهی و خصوصیات بارش (توزیع شدت زمان) است.

درصد تبدیل بارش به رواناب با توجه به نوع سطحی که باران بر آن می‌بارد (که همان مقدار قابل استحصال است)، برای چند نوع ماده در جدول (۲) آورده شده است.

نوع سطح	حداقل	حداکثر
سقف:		
سفالت، سیمان، سنگ، آهن	۰/۷۵	۰/۹۵
سنگفرش:		
سیمان و آسفالت	۰/۷۰	۰/۹۵
آجری و خشتی	۰/۷۰	۰/۸۵
گراول (شن وماسه)	۰/۲۵	۰/۷۰
خاک:		
سطح صاف (بدون پوشش)	۰/۲۰	۰/۷۵
سطح صاف (با پوشش گیاهی)	۰/۱۰	۰/۶۰
چمن، خاک شنی		
سطح صاف	۰/۰۵	۰/۱۰
عادی	۰/۱۰	۰/۱۵
چمن، خاک سنگین		
سطح صاف	۰/۱۳	۰/۱۷
عادی	۰/۱۸	۰/۲۲

جدول ۲- ضریب رواناب برای سطوح مختلف (هان، سی. تی[2] و همکاران، ۱۹۹۴)

مقداری از آب باران که به رواناب تبدیل می‌شود تا حدی بستگی به نوع سطح موجود دارد. به عنوان مثال، در یک سطح ۱۰ متر مربعی، اگر سطح فلزی باشد انتظار می‌رود ۹۵ درصد بارندگی به رواناب تبدیل شود. اگر این سطح زمین بایر با خاک بدون پوشش و به عبارتی خاک لخت باشد این مقدار می-تواند حداکثر به ۷۵ درصد برسد (جیمز[1] و همکاران، ۲۰۰۶).

برای محاسبه آب باران قابل ذخیره در هر منطقه می‌توان از معادله‌ی زیر استفاده نمود:

منبع ذخیره (متر مکعب) = بارش (میلی‌متر) × سطح حوضه‌ی آبریز (مترمربع) × ضریب رواناب

در این فرمول می‌توان به جای منبع ذخیره، نیاز آبی جانور که با توجه به بیولوژی موجود تعیین

1.James
2 . Haan, C.T

شده و باید تامین گردد را جایگزین نمود و در نهایت سطح مورد نیاز جهت جمع‌آوری آب باران در سیستم‌های جمع‌آوری رواناب را تعیین نمود.

نکته: در مورد ضریب رواناب باید به نوع ماده‌ای که سطح آبگیر آبشخور با آن تهیه می‌شود توجه نمود.

۳- منابع آب موجود در منطقه

حیوانات آب مورد نیاز بدنشان را عمدتا از سه طریق تامین می‌کنند:

۱- آب آزاد (آشامیدنی): همان آب سطحی است که از استخرها، نهرها، آبشخورها و سایر منابع مشابه تامین می‌شود.

۲- آب متابولیک: که در جریان شکستن مولکول‌های غذا به اجزاء شیمیایی‌شان حاصل می‌شود.

۳- آبی که از طریق مصرف مواد غذایی به بدن حیوان می‌رسد. به عنوان مثال گونه‌ای کاکتوس (prickly pear) حدود ۸۵ درصد آب و ۱۵ درصد مواد جامد است که بخش اعظم رژیم غذایی گراز آمریکایی (collard peccary) در جنوب غرب تگزاس (جایی که کمبود آب آزاد است) می‌باشد، در نتیجه جانور به آب موجود در برگ‌های این کاکتوس تکیه می‌کند.

بسیاری از پرندگان آوازخوان نیز آب مورد نیاز خویش را از آب موجود در مواد غذایی خود مانند کرم‌ها و حشرات و گیاهان مختلف تامین می‌کنند.

جهت پیش‌بینی مکان و تعداد سیستم‌های استحصال آب باران و آبشخورها نیاز است که مورد اول (آب آزاد) در مناطق مورد مطالعه بررسی گردد. منابع آب آزاد می‌تواند به صورت رودخانه‌های فصلی و دایمی، چاه‌ها و یا چشمه‌های فصلی و دایمی در منطقه موجود باشد. بررسی این منابع از آن جهت دارای اهمیت است که می‌توان در سال‌های کم آبی به عنوان منبع مکمل ازین منابع آبی استفاده نمود. به این منظور ابتدا باید با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه آبراهه‌ها و زیر حوضه‌های حوضه مورد مطالعه را تهیه و سپس با بازدیدهای میدانی نقشه آبراهه‌های فصلی و دایمی، چاه‌ها و چشمه‌های دایمی و فصلی را تکمیل نمود. میزان آبدهی ماهانه و سالانه رودخانه‌ها، چشمه‌ها و چاه‌ها با توجه به دوری و نزدیکی‌شان به محدوده انتشار گونه‌های هدف حایز اهمیت می‌باشد. در صورتی که در منطقه مورد مطالعه منابع آبی وجود داشته باشد می‌توان بخشی از نیاز آبی گونه‌ها را در صورت کمبود بارش از این محل‌ها تامین نمود. در صورتی که نقاطی وجود دارد که در حال حاضر مورد استفاده حیات وحش می‌باشد باید این نقاط تعیین گردد. همچنین در صورت وجود آبشخورهای طبیعی در منطقه شناسایی این نقاط ضروریست. احداث آبشخور در حوالی این نقاط در صورتی که مطالعات تایید کننده باشد، در اولویت است (به علت آداپته شدن گونه‌ها به مکان از نظر واکنش‌های مقابله با طعمه‌خواری و صیادی و سایر موارد بیولوژیک).

۴- کیفیت منابع آب

کیفیت منابع آبی مورد استفاده حیات وحش نیز باید مورد توجه قرار گیرد. حیات وحش به طور کلی نیاز به آبی دارند که از لحاظ کیفیت مشابه آب مورد مصرف انسان باشد، اگر چه بسیاری از حیوانات در صورتی که کیفیت آب تا اندازه‌ای ضعیف‌تر نیز باشد، تحمل می‌کنند. اما برای جلوگیری از آلودگی منابع آب توسط فاضلاب انسانی و حیوانی باید اقدامات لازم انجام شود. بسیاری از آلودگی‌های باکتریایی آب هنگام جمع‌آوری یا بعد از آن رخ می‌دهد. آبشخور حیات وحش باید در سمت مخالف آب انبار قرار گیرد، در غیر این صورت مدفوع حیوانات توسط جریان رواناب مستقیم به آب انبار وارد می‌شود. آب می‌تواند محل مناسبی برای زندگی بسیاری از ارگانیسم‌های مختلف بیماری‌زا و مواد سمی باشد. آب راکد که آلوده به کود و مواد آلی است سبب توسعه جلبک آبی- سبز در آب می‌شود که برای حیات وحش سمی خواهد بود. آب مخازن استحصال آب باران باید به طور مرتب بازرسی شوند تا بتوان از عدم وجود جلبک و سایر ارگانیسم‌های مضر به ویژه در اقلیم گرم و خشک اطمینان حاصل کرد که این مسئله در بخش پایش مورد توجه قرار می‌گیرد. تحقیقات بسیاری در مورد لزوم حفظ کیفیت آب جهت حیات وحش انجام گرفته است، جدول (۳) استانداردهای کیفیت آب لازم برای استفاده حیات وحش را بیان می‌کند (استیون[1]، ۲۰۰۴).

ماده متشکله	میزان (میلی‌گرم بر لیتر)
قلیایی بودن (بر اساس کربنات کلسیم)	۵۰۰[۴]
ارسنیک	۰/۰۲[۲]، ۰/۰۲۵[۶]، ۰/۲[۵]، ۰/۵[۳،۴]
باریوم	۳۰۰[۴]
کادمیوم	۰/۰۲[۴،۳]، ۰/۰۵[۲،۵]، ۰/۰۸[۶]
کلسیم	۷۰۰-۱۰۰۰[۴]، ۱۰۰۰[۳،۶]
کلراید	۱۵۰۰۰[۴]
کروم	۱[۵،۴،۳،۲]
مس	۰/۵- ۵[۶،۴]، ۵[۳]-۰/۵[۵،۲]
فلوراید	۱-۲[۶]، ۲[۵،۴،۳،۲]
آهن	۵[۶]
سرب	۰/۱[۶،۵،۴،۳،۲]
جیوه	۰/۰۱[۵،۲]، ۰/۰۰۳[۵،۴،۳]

1 - Steven

نیترات	۱۰۰ [۶،۵،۴،۳،۲]
نیتریت	۱۰ [۶،۵،۴،۳،۲]
سلنیوم	۰/۰۰۵ [۶،۵،۴،۳،۲]
نقره	۰/۰۵ [۶]
سولفات	۱۰۰۰ [۶،۴،۳]
سولفید (بر اساس سولفید هیدروژن)	۲۵ [۴]
کل مواد جامد محلول	۳۰۰۰ [۶،۵،۴،۳،۲]، ۵۰۰۰ [۱]
روی	۲۴ [۵]، ۲۵ [۲]، ۵۰ [۶،۳]
1 – O,Gara andYoakum (1992) 2 – Runyan and Bader (1995) 3 – Dupchak (1999)	4 – Peterson (1999) 5 – Soltanpour and Raley (1999) 6 – CCME (2002)

جدول ۳- راهنمای کیفیت آب مورد استفاده حیات وحش

خاک‌شناسی و زمین‌شناسی

۱- نوع خاک

مناسب بودن حوضه آبریز برای استحصال آب به شدت به خصوصیات خاك نیز وابسته است. میزان نفوذ به مقدار آبی که از طریق سطح خاك و در زمان مشخص وارد خاك می‌شود، گفته می‌شود. نفوذسنج‌ها و یا شبیه سازهای بارندگی می‌توانند برای تعیین رفتار نفوذ آب در هر نوع خاکی مورد استفاده قرار گیرند. پوشش گیاهی متراکم، سطح خاك را محافظت می‌کند و منجر به افزایش میزان نگهداری آب و میزان نفوذ پذیری می‌شود. در صورتی که ریشه‌های گیاهان زراعی به خوبی در خاك گسترش پیدا کرده باشند، سرعت نفوذ آب در خاك را افزایش می‌دهند. اگر خاك عاری از پوشش گیاهی باشد، قطرات باران سطح خاك را به طور مستقیم مورد اصابت قرار می‌دهند، آن را نفوذ ناپذیر می‌کنند و مانع از نفوذ آب به درون خاك می‌شوند.

سرعت اولیه نفوذ در خاك‌های خشک بیشتر از خاك‌های مرطوب است. هنگامی که بارندگی شروع می‌شود، خلل و فرج نزدیک سطح به سرعت پر و اشباع می‌شوند و شیب هیدرولیکی)که نیروی محرکه‌ی فرآیند نفوذ است) سریعاً افت می‌کند در نتیجه سرعت نفوذ نیز به سرعت کاهش می‌یابد. علاوه بر این، برخورد قطرات باران و نفوذ ناپذیر شدن سطح خاك نیز سبب کاهش نفوذ

پذیری خاك می‌گردد. ترك‌هایی که اغلب در خاك‌های غنی از رس وجود دارند نیز در هنگام بارندگی و مرطوب شدن خاك به سرعت مسدود می‌شوند.

خاك با بافت درشت‌دانه دارای ساختاری پایدار و شدت نفوذ بالا می‌باشد و متعاقبا در این نوع خاك رواناب کمی تشکیل می‌شود و یا روانابی تشکیل نمی‌شود. هنگامی که بافت خاك نرم (رسی) است در اثر رطوبت متورم شده و در صورتی که خشک شود خاك حالت جمع شدگی پیدا می‌کند و سله می‌بندد. نرخ نفوذ پذیری خاك در ابتدا بسیار بالاست و هنگامی که خاك مرطوب می‌شود به سرعت کاهش پیدا می‌کند.

هنگام برنامه‌ریزی و طراحی یک سامانه استحصال آب تمام این عوامل مؤثر در نفوذ پذیری خاك باید مورد توجه قرار گیرند. در نهایت با استفاده از اطلاعات خاک، پوشش گیاهی و نفوذ پذیری، نقشه شماره منحنی منطقه تهیه شود.

۲- ژئومورفولوژی و زمین شناسی

زمین شناسی و ژئومورفولوژی جزو مطالعات پایه و اساسی در پروژه‌های منابع آب محسوب می‌شود. در زمین شناسی مباحثی چون شناسایی و توصیف سازندها، بررسی لیتولوژی، مطالعه زمین‌ساخت و تکتونیك و ... مورد توجه می‌باشند و در ژئومرفولوژی شناسایی واحدها، تیپ‌ها و رخساره‌ها مد نظر می‌باشند. لذا در نظر گرفتن موارد مطرح شده ذیل حائز اهمیت می‌باشد:

- تهیه نقشه زمین شناسی منطقه و مطالعه سازندهای زمین شناسی و واحدهای لیتولوژیکی رخنمون یافته در سطح حوضه و در طول آبراهه اصلی.
- تعیین سازندهای مخرب کیفیت آب و آبرفت در سطح حوضه و در طول آبراهه اصلی.
- تعیین موقعیت و مساحت سطوح صخره‌ای شامل برون زدگی‌ها و توده‌های سنگی.
- بررسی مورفولوژی آبراهه اصلی به ویژه در محل بازه مورد نظر برای احداث سد و بند.
- بررسی سازندهای زمین شناسی و واحدهای لیتولوژیکی رخنمون یافته از لحاظ جنس، ضخامت مساحت رخنمون یافته، شیب و جهت شیب لایه ها، انحلال پذیری، نفوذ پذیری و همچنین برآورد جنس سنگ کف، عمق هوازدگی و خردشدگی آن جهت احداث سدهای زیرسطحی.
- بررسی نفوذ پذیری واحدهای لیتولوژیك حوضه بالادست سد زیرزمینی و تهیه نقشه نفوذ پذیری واحدهای لیتولوژیك با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰.

بخش سوم: روش‌های استحصال آب باران

استحصال آب باران با استفاده از سطوح طبیعی صخره‌ای

۱- اجزای سیستم سطوح صخره‌ای

این سیستم جمع‌آوری آب شامل سیستم هدایت کننده، سیستم تصفیه آب، سیستم ذخیره آب و سیستم توزیع آب است. در روش‌های جمع‌آوری آب مؤلفه اصلی، سطح گیرنده آب باران است که می‌توانند سطوحی طبیعی و یا دست‌ساز باشند. در این روش، از سطوح طبیعی نظیر سطوح صخره‌ای جهت جمع‌آوری آب باران استفاده می‌شود (شکل ۱). به تاسیساتی که برای جمع‌آوری آب باران بدین روش استفاده می‌شود، سطوح آبگیر صخره‌ای اطلاق می‌گردد.

شکل ۱- استفاده از سطوح صخره‌ای برای جمع‌آوری آب باران

- نحوه عملکرد سیستم سطوح صخره‌ای آبگیر

بارانی که بر روی سطوح صخره‌ای جاری می‌شود به صورت ثقلی و بر طبق شیب هیدرولیکی بر روی سطوح جاری شده و به کمک دیواره کوتاهی که سطح صخره‌ای آبگیر را محصور کرده است به سمت مخزن ذخیره هدایت می‌گردد. منبع ذخیره آب می‌بایست در تراز ارتفاعی پایین‌تری نسبت به سطح آبگیر صخره‌ای قرار گیرد تا جریان آب به سمت مخزن به وسیلهٔ نیروی ثقل تسهیل گردد. منبع ذخیره بهتر است در نزدیکی سطح آبگیر صخره‌ای تعبیه شود. منبع ذخیره می‌تواند سرپوشیده باشد یا مانند سد، آب را در پشت آن ذخیره نمود. مصالح مورد نیاز برای ساخت مخزن می‌تواند از

منابع قرضه در محل و سنگی یا به صورت پیش ساخته باشد. با توجه به نوع منابع قرضه قابل دسترس می‌توان مخزن را با استفاده از مصالح بنایی (سنگ و آجر) ساخت و به صورت پیش ساخته آن را به محل حمل نمود.

۳- سنگ‌های صخره‌ای مناسب برای سطوح صخره‌ای آبگیر

برای این امر به صخره‌های بزرگ و بدون شکاف نیاز است که در شیب مناسب و بدون پوشش گیاهی باشند (اونانیموس[1] ، ۲۰۱۲). بیشتر مناطق بیابانی دارای سنگ‌های صخره‌ای مناسب برای سطوح صخره‌ای آبگیر هستند. برخی از سطوح صخره‌ای در دسترس هستند ولی توسط خاک و پوشش گیاهی پوشیده شده‌اند و قابل رؤیت نیستند. به طور نمونه سنگ‌های گرانیتی به عنوان سطوح صخره‌ای آبگیر، دوام خوبی دارند. گرانیت به منزله هسته مرکزی بسیاری از رشته کوه‌های بزرگ و سنگ بستر قاره-هاست. سنگ گرانیت قابل دوام برای سطوح صخره‌ای آبگیر می‌باشد. قطعات نرمتر از سنگ گرانیت، سنگ مرمر است که با قرار گرفتن در معرض نور آفتاب، باران و درجه حرارت‌های متفاوت از هم پاشیده و تجزیه می‌گردد.

۴- انتقال رواناب

- ناودان‌ها و شیارهای سنگی

سطوح صخره‌ای به دلایل زیر به ناودان‌ها و شیارهای سنگی نیاز دارند:

- رواناب حاصل از بارش را از سطح صخره‌ای آبگیر به مخازن ذخیره آب منحرف نماید.
- با محصور کردن دور تا دور سطوح صخره‌ای، مساحت حوضه آبگیر را افزایش می‌دهد.
- نسبت شیب ناودان‌ها و شیارهای سنگی باید سه درصد باشد تا اجازه دهد رواناب بر اثر نیروی ثقل به سمت مخزن جریان یابد.
- ناودان‌ها و شیارهای سنگی ساخته شده روی بیرون زدگی‌های سنگی دارای دو عملکرد هستند:
  - رواناب حاصل از بارش را از سطوح صخره‌ای به مخزن ذخیره آب هدایت می‌کنند.
  - با در بر گرفتن پیرامون سطوح صخره‌ای، مساحت حوضه آبگیر را افزایش می‌دهند.
- رواناب حاصل از بارش در سطوح صخره‌ای مجاور را نیز از طریق ناودان‌ها و شیارهای سنگی به مخزن منتقل می‌نمایند، به طوری که بارش کم می‌تواند حجم زیادی از رواناب را تولید کند.

- سیستم انتقال آب

استفاده از نیروی ثقل برای انتقال آب به سطح زمین بسیار ساده و ارزان می‌باشد. با نصب

1 - Unanimous

سیستم انتقال آب می‌توان از طرفی نیروی انسانی لازم و خطر انتقال آب را کاهش داد و از سوی دیگر به دلیل عدم ورود افراد به مخزن، آلودگی آب نیز کاهش می‌یابد.

جریان مستقیم ثقلی، که مطابق شکل در مخازن آبی که سطح کف آنها در تراز بالاتری از دیواره سد قرار دارد امکان پذیر است. در این سیستم، آب به طور مستقیم در اثر نیروی ثقل از مخزن آب واقع بر روی یک تراس سنگی یا مسیر دره صخره‌ای به وسیله لوله منتقل می‌شود.

۵- ارتباط بین سطوح صخره‌ای آبگیر و مخازن

این مساله مهم است که اندازه مساحت سطوح صخره‌ای آبگیر و بارش فصلی یک منطقه، قادر به پر کردن مخزن آب باشد. مساحت لازم حوضه صخره‌ای می‌تواند با دنبال کردن توصیه‌های فصل بعد شناخته شود. در مقیاس جهانی بارش در مناطق خشک و نیمه خشک می‌تواند بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر در یک فصل تغییر کند، اگر چه مقدار متوسط فصلی آن ۳۰۰ میلی‌متر بیان شده است.

اگر سطح صخره‌ای آبگیر خیلی کوچک باشد و بارندگی در حد متوسط معمول ببارد، مخزن ذخیره از آب پر نخواهد شد. از طرف دیگر اگر سطح صخره‌ای آبگیر خیلی بزرگ باشد و بارندگی متوسط باشد، اغلب رواناب حاصل از بارش سر ریز شده و از مخزن خارج خواهد شد. در نتیجه داشتن تعادل در تعیین اندازه سطوح صخره‌ای آبگیر به دلیل بارش غیر قابل پیش‌بینی ضروری است. تجربیات نشان داده است که بیش‌تر ترجیح داده می‌شود که مخازن سطوح صخره‌ای در هنگام بارش دچار سر ریز شود تا اینکه پر نشود و خالی بماند.

۶- برآورد حجم آب استحصال یافته از سطوح صخره‌ای

ظرفیت سطوح صخره‌ای برای ذخیره آب اهمیت دارد. به طور مثال در شرایط ایده‌آل، به ازای یک واقعه بارندگی ۱۰۰ میلی‌متری بر روی ۱ هکتار از سطوح صخره‌ای، حجمی معادل ۱۰۰۰ متر مکعب آب حاصل می‌گردد. حال اگر میزان متوسط مصرف آب یک گله یا یک دسته از حیات وحش مورد نظر در هر روز حدود ۱۰۰ لیتر باشد، این حجم آب می‌تواند نیاز آبی ۱۰ گله یا دسته از آن حیات وحش را به مدت یک سال تأمین کند. البته مقداری از این آب تبخیر شده و از دسترس خارج می‌گردد که این میزان بنا به سرباز یا سرپوشیده بودن مخزن ذخیره و همچنین شدت تابش خورشید و وزش باد بین ۱۰ تا ۵۰ درصد متغیر است. با استفاده از ۴ فاکتور می‌توان حجم رواناب حاصل از سطوح صخره‌ای را تعیین کرد:

- بارش ماهانه
- هدر رفت تبخیر از بارش بر روی سطوح صخره‌ای

- اندازه و شیب سطح آبگیر
- **نحوه تخمین حجم مخزن سدهای ذخیره آب**

- بارش فصلی

هنگامی که بارش فصلی یک حوضه مشخص باشد، توصیه می‌شود که فقط نصف آن مقدار در محاسبات در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، بارش فصلی ۳۰۰ میلی‌متر را بر دو تقسیم کنید و ۱۵۰ میلی‌متر را برای محاسبات حجم رواناب حاصل از بارش استفاده نمایید.

- تلفات تبخیر حاصل از بارش روی سطوح صخره‌ای

به دلیل این که آب در این سطوح نفوذ نمی‌کند، تقریبا تمام بارش بر روی سطوح صخره‌ای به رواناب تبدیل می‌شود. اگر چه حدود ۱۵ درصد از بارش ممکن است در اثر بارش روی سطوح صخره‌ای داغ در اثر تابش خورشید تبخیر شود. به این دلیل که در مناطق استوایی، اغلب بارش در شب یا صبح زود اتفاق می‌افتد، می‌توان فرض کرد که تلفات تبخیر شبانه در حدود ۵ درصد است. در نتیجه تبخیر از این سطوح به طور متوسط ۱۰ درصد می‌باشد.

- اندازه و شیب سطوح صخره‌ای آبگیر

یک روش ساده برای برآورد مساحت سطوح صخره‌ای، تفکیک کل سطح به مربع‌ها و مثلث‌های واحد با اندازه یکسان است. سپس تعداد مربع‌ها و مثلث‌های همسان شمارده و مساحت سطوح صخره‌ای مشخص می‌شود. از آنجا که هر چه شیب هر واحد سطح بیش‌تر باشد، میزان بارش دریافتی آن کم‌تر خواهد بود، بنابراین شیب متوسط هر واحد تعیین و به عنوان ضریب کاهنده برای محاسبه میزان بارش بر سطح هر واحد به کار می‌رود.

- نحوه تخمین حجم مخزن سدهای ذخیره آب

قبل از آنکه یک سد سنگی ملاتی یا بند خاکی طراحی و ساخته شود، می‌بایست حجم آبی که قرار است به این وسیله ذخیره گردد مشخص باشد تا بتوان تشخیص داد که ساخت آن توجیه اقتصادی دارد یا خیر.

۷- فواید و معایب روش استحصال آب از سطوح صخره‌ای

از مزیت‌های این روش می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- هزینه احداث این سیستم استحصال آب نسبت به سایر روش‌ها کم‌تر و راه‌اندازی آن ساده‌تر است.
- با یک رویداد بارش کم، حجم زیادی آب به دست می‌آید که به آسانی می‌تواند به مخزن هدایت شود.

■ نگهداری از این سیستم جمع‌آوری آب، ساده و کم‌هزینه است. سطح آبگیر و منبع ذخیره قبل از فصول بارش باید تمیز شده و اتصالات تعمیر یا تعویض گردد.

■ استفاده از سطوح صخره‌ای، اراضی کشاورزی را اشغال نمی‌کند.

■ همچنین محدودیت‌های این روش که باید مد نظر داشت عبارتند از:

■ تلفات تبخیر برای مخازن ذخیره روباز بسیار بالاست و می‌تواند به ۵۰ درصد برسد. لذا مخازن را می‌توان سقف‌دار کرد یا از مخازن پیش ساخته استفاده نمود که البته نیاز به طراحی و نیروی کار متخصص دارد. همچنین برای جبران میزان تلفات تبخیر می‌توان حجم مخازن را تا دو برابر حجم مورد نیاز برای ذخیره آب، افزایش داد.

■ در صورتی که سطوح صخره‌ای آبگیر و مخزن ذخیره قبل از فصول بارش تمیز نگردد، احتمالا آب استحصال شده کیفیتی پایین‌تر از استانداردها داشته باشد. هر چند که اشعه فرابنفش خورشید می‌تواند اغلب آلاینده‌ها را از بین ببرد.

■ پشه‌ها در مخازن روباز زاد و ولد می‌کنند که این امر می‌تواند به پخش آلودگی مانند مالاریا منجر شود. برای رفع این مشکل از سه طریق می‌توان اقدام نمود:

الف) سقف‌دار کردن مخازن

ب) پرورش ماهی تیلاپیا نیلتیکا[1] در مخازن

ج) پوشاندن سطح آب مخازن با لایه‌ای نازک از روغن تمیز

تانکرها و مخازن پیش ساخته تنها می‌تواند برای مصارف محدود نظیر خانگی یا حیات وحش مناسب باشد ولی برای تامین آب دام و کشاورزی کافی نیست. ذخیره آب کشاورزی و دام می‌تواند با احداث سدی در نزدیکی سطوح صخره‌ای صورت پذیرد که آب باران استحصال یافته بتواند در جهت شیب هیدرولیکی به پشت سد هدایت شده و ذخیره گردد.

۸- نکات بهداشتی

آب مایه حیات است ولی آب آلوده می‌تواند موجب بیماری و حتی مرگ گردد. خصوصا در مورد حیوانات که هر گونه آبی را برای شرب مصرف می‌کنند، خواه تمیز باشد یا آلوده.

گر چه قسمت‌هایی از آب که در سطوح صخره‌ای فاقد مخازن سقف‌دار ذخیره می‌شوند، توسط اشعه فرابنفش خورشید استریل می‌شود ولی با رعایت موارد ذیل کیفیت آن افزایش می‌یابد:

■ سطوح آبگیر صخره‌ای باید پیش از فصول بارش تمیز گردند.

■ تله‌های رسوب‌گیر را می‌بایست بعد از وقایع سیلابی خالی نمود.

1- .Tilapia Nilotica

- مخازن ذخیره آب باید قبل از فصول بارش خالی و تمیز شوند.
- مردم نباید برای آب برداشتن وارد مخازن ذخیره آب شوند ولی می‌توان از شیر برداشت آب استفاده شود.
- حیوانات منطقه باید از محدوده سطوح صخره‌ای و مخازن دور نگه داشته شوند.
- با تکثیر ماهی تیلاپیا نیلوتیکا در مخازن، زاد و ولد پشه‌ها را می‌توان از بین برد.

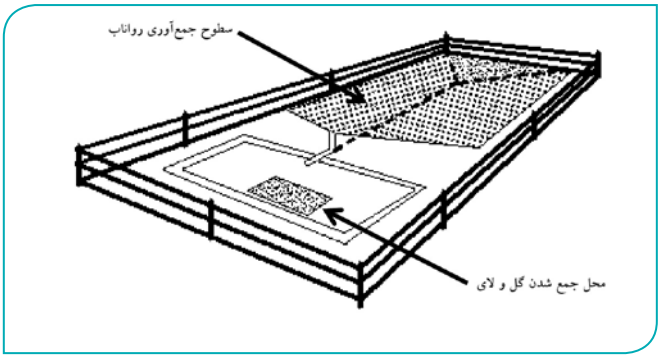
۹- فواید اقتصادی روش

مزایای مالی تامین آب محلی به این روش‌ها عبارت است از:

- کاهش هزینه‌های ساخت و ساز پروژه‌های تامین آب.
- کاهش هزینه سالانه ناشی از تعمیر و نگهداری مکرر سیستم.
- نرخ پایین هزینه‌های احداث و نگهداری سطوح صخره‌ای نسبت به روش‌های مرسوم تامین آب از جمله حفر چاه، سدهای خاکی بزرگ و یا خرید آب.

استحصال آب باران با استفاده از سطوح عایق مصنوعی

این سطوح می‌توانند با هدف جمع‌آوری آب باران احداث شده باشند که اصطلاحاً سطوح دست‌کاری شده نامیده می‌شوند (لانگجون سی[1]، ۲۰۱۰). در بعضی مناطق برای تولید رواناب بیشتر نیاز به کاهش ظرفیت نفوذ خاک است که برای این امر روش‌هایی مانند مدیریت پوشش گیاهی، تیمار سطحی، استفاده از مواد شیمیایی و استفاده از غشاها به کار می‌رود (بورس و آشر[2]، ۱۹۸۱) شکل (۲) نمونه‌ای از این سامانه را نمایش می‌دهد.



شکل ۲- سامانه استفاده شده برای استحصال آب باران جهت مصرف حیات وحش در ایالت وسترن استرالیا (فائو[3]، ۱۹۷۷)

1 . Longjun Ci
2 . Boers and Asher
3 . FAO

- شرایط استفاده از سطوح عایق مصنوعی

به گفته Myers (۱۹٦٤) موادی که برای غیر قابل نفوذ کردن خاك و استحصال آب به کار برده می‌شود، صرف نظر از نوع، ترکیب و شکل خود واجد شرایط زیر باشند:

- آبی که از به کارگیری این مواد برای کاهش نفوذ پذیری زمین به دست می‌آید باید غیر سمّی برای انسان و دام باشد.
- سطح حوضه آبگیر که برای استحصال آب طراحی و ساخته می‌شود باید صاف، غیر قابل نفوذ و کمی شیب‌دار به طرف مخازن نگاهداری آب باشد.
- مواد به کار برده شده باید با دوام و مقاوم در برابر عوامل محیطی و همچنین فعل و انفعالات فیزیکی یا شیمیایی درون خود باشد.
- مواد به کار برده شده یا سیستم طراحی شده لزومًا نبایستی مقاومت فیزیکی بسیار زیادی داشته باشد بلکه باید در حدی باشد که بتواند عوامل محیطی از جمله باران‌های شدید، عبور و مرور مقطعی دام‌ها، جریان خفیف سطحی آب و آسیب‌های ناشی از حضور و فعالیت پرندگان، جوندگان و حشرات را تحمل کند.
- مصالح، مواد و سیستم به کار برده شده نباید گران و پر هزینه باشند تا آب تولیدی در مقایسه با روش‌های دیگر ارزان‌تر باشد.
- روش‌های نگاهداری و هزینه‌های مربوط به آن زیاد نباشد.

۲- انواع روش‌های سطوح عایق مصنوعی

از روش‌ها و مواد مختلفی به منظور افزایش رواناب سطحی و ذخیره آن استفاده می‌شود. بعضی از این مواد مثل بتن و صفحات فلزی را می‌توان تقریبًا در کلیه شرایط به کار برد. به هر حال اقتصادی‌ترین روش برای یك منطقه خاص بر اساس عوامل مختلفی انتخاب می‌گردد، مانند نوع و عمق خاك، دسترسی به مواد و تجهیزات لازم، شدت تغییرات آب و هوا در طول شبانه روز و ماه‌های مختلف سال، پوشش گیاهی، هزینه‌های کارگری و قیمت مصالح و بالاخره هزینه‌های نگهداری سیستم برای حداکثر کارایی و تداوم آن تا عمر طراحی شده است. در ادامه به اختصار نکاتی درباره هر کدام از این روش‌ها بیان می‌گردد.

- دگرسازی مکانیکی زمین

• استفاده از خطوط تراز

روش ساده دیگر جمع‌آوری، ساختن شیارهایی بر روی خطوط تراز به منظور جمع‌آوری رواناب

دامنه تپه‌ها قبل از رسیدن به آبراهه‌های طبیعی یا نفوذ در خاك می‌باشد. این روش توسط انسان‌های دوران باستان که در جنوب غربی کلورادو در امریکا می‌زیسته‌اند ابداع شده است.

• آبگیر به فرم جاده‌ای

در زمین‌های هموار پس از کوبیدن زمین پشته‌هایی به صورت موازی ساخته می‌شود و از طریق یك آبراهه جمع‌آوری کننده به مخزن ذخیره انتقال داده می‌شود. در این حالت لایه سطحی خاك کاملاً در زیر یك قشر خاك رس قرار گرفته و کوبیده می‌شود. این روش استحصال آب در سال‌های ۱۹۴۹ تا ۱۹۵۲ پایه‌گذاری شده است. این روش از مشاهده جاده‌های شوسه در مناطق روستایی غرب استرالیا ریشه گرفته که جریان سطحی آب پس از بارش‌های سبك بسیار چشم‌گیر بوده، در حالی که در مناطق دست نخورده چنین حالتی وجود ندارد این روش اولین بار به منظور تأمین آب مورد نیاز عمومی با ساختن مخازن آغاز گردید. بعدها از این روش به منظور تأمین آب برای روستاییان استفاده شده است.

- استفاده از مواد شیمیایی

• نمك‌های سدیم‌دار

رواناب خاك‌های لخت را می‌توان با پراکنده کردن ذرات خاك‌دانه با استفاده از نمك‌های سدیم‌دار افزایش و نفوذ پذیری را کاهش داد. Hillel و همکاران (۱۹۶۵) در اسراییل و Mayers (۱۹۶۷) در آیزونا توانسته‌اند رواناب را با پاك سازی و هموار نمودن خاك‌های لوم ماسه‌ای و لوم رسی با اضافه کردن کربنات سدیم افزایش دهند. آزمایش‌های انجام شده نشان داده است که اثر این مواد پس از یك سال از بین رفته و میزان فرسایش نیز افزایش یافته است. همین اصلاحات برای غیر قابل نفوذ کردن آبشخور، در بعضی از خاك‌ها مشکلی از نظر فرسایش نداشته و بسیار موفقیت آمیز بوده است.

• اصلاح خاك با سیلیکون

اصلاح خاك ماسه لومی به وسیله ماده آبگریز سیلیسیوم در آریزونا امکان دست‌یابی به ۹۰٪ رواناب را در طول سال اول فراهم نموده است. اما مقدار رواناب به تدریج پس از ٤ سال کاهش یافته و به ٦۰٪ رسیده است. در به کارگیری سیلیکون و نمك در آبگیرها باید نهایت دقت و توجه شود چون افزایش رواناب سبب ازدیاد فرسایش می‌گردد. ضمنا استفاده از سیلیکون سبب تثبیت و پایداری اثرات نمك به کار رفته و در خاك‌های ماسه لومی نمی‌گردد.

• اصلاح خاك با پارافین

با به کار بردن پارافین در خاك‌های ماسه لومی پلات‌های مورد آزمایش امکان دست‌یابی به ۹۰٪

رواناب در مدت بیش از ۲ سال بدون وجود نشانه‌هایی از تخریب، فراهم شده است. پارافین مذاب تا عمق ۲۵ میلی‌متری خاك نفوذ کرده و سبب تثبیت ذرات خاك می‌گردد و آن را یکپارچه می‌سازد. به هر حال در آبگیری به وسعت ۰/۲ هکتار که به وسیله پارافین اصلاح شده بود پس از پوشیده شدن از برف که سبب انجماد و سپس گرم شدن آن گردیده، پایداری پارافین و اثرات آن از بین رفته است.

• استفاده از روغن برای اصلاح خاك

تعداد زیادی از محققین گزارش کرده‌اند که استفاده از روغن می‌تواند نفوذ را کاهش دهد. در کلیه مطالعات متذکر شده‌اند که روغن در ابتدا نفوذ را کاهش می‌دهد، اما در عرض یك تا سه سال کاملاً اثر آن از بین می‌رود، که این امر بستگی به نوع خاك و روغنی که به کار می‌رود دارد.

• پوشش‌های سطح خاك با مواد و مصالح نفوذ ناپذیر

پوشش‌های خاکی معمولاً برای انواع مختلف خاك به کار برده می‌شود، زیرا در این حالت فقط از خاك به عنوان نگه‌دارنده استفاده شده و بستگی چندانی به خواص خاك ندارد. متداول‌ترین پوشش‌هایی که در اکثر مناطق به کار برده می‌شوند عبارتند از:

• پوشش آسفالت

پوشش آسفالت به منظور استحصال آب، از طریق پاشیدن آسفالت بر روی خاك‌های غیر قابل تورم به کار می‌رود. نوع مقاوم دیگر آسفالت برای آبگیرها با احداث یك لایه پشم شیشه یا پلیپریلین بر روی سطح خاك و پوشاندن آن با پاشیدن یك لایه آسفالت انجام می‌گیرد. لایه غیر قابل نفوذ آسفالت و یك لایه محافظ از رنگ مخصوص سبب می‌شود که آبگیر دارای راندمان بالا و بسیار بادوام باشد. قشر زیر به عنوان لایه مسلح عمل می‌کند و آسفالت به عنوان لایه غیر قابل نفوذ می‌باشد و رنگ سبب حفظ شفافیت رواناب می‌گردد. از این نوع آبگیر می‌توان در اکثر خاك‌ها استفاده کرده و کم‌ترین نیاز به اصلاح سطح خاك را دارد.

• پوشش پلاستیک

لایه‌های نازك پلاستیك به عنوان پوشش خاك به کار برده می‌شود. اما در مقابل باد و تابش آفتاب به سرعت از بین می‌رود. روش خاصی برای استفاده از پوشش‌های پلاستیکی ارزان قیمت ابداع شده است که از خاصیت غیر قابل نفوذ بودن بالایی برخوردار می‌باشند. در این روش لایه پلاستیکی نصب و به وسیله یك لایه نازك شن پوشیده می‌شود. لایه شنی پوشش پلاستیکی را از آسیب‌های وارده باد آب و هوا محفوظ نگه می‌دارد. به هر حال شن مقداری از رواناب را در خود نگه داشته و سبب کاهش راندمان آن می‌گردد، که بعدا تبخیر می‌شود. این آبگیرها در جایی که شن موجود باشد و مقدار باران در هر بارندگی بیشتر از ۲/۵ میلی‌متر باشد مفید هستند. جدیدترین نحوه اصلاح آبگیرها که توسط Cluff ساخته شده بدین صورت می‌باشد که ابتدا بر روی خاك یك

لایه آسفالت ریخته، سپس بلافاصله یك لایه ٤ میلی‌متری از پلاستیك پلی‌اتیلن بر روی آن کشیده می‌شود. پس از پوشش پلاستیکی یك لایه آسفالت مجددا ریخته می‌شود و سپس تکه‌های کوچك سنگ بر سطح روی آن اضافه می‌گردد. از این نوع آبگیر در اکثر خاك‌ها استفاده می‌شود و حدود ۹۵٪ رواناب حاصل از ریزش باران را جمع‌آوری می‌کند. در یك آبگیر مشابه استفاده از کاغذهای مخصوص بام که استاندارد شده‌اند نیز می‌توان استفاده نمود. البته در این حالت سطح خاك باید در شرایط خوبی باشد. این نوع آبگیرها حتی پس از ٦ سال راندمانی حدود ۸۰٪ رواناب را دارا می‌باشند.

• پوشش لاستیك

صفحه‌های لاستیك مصنوعی شاید متداول‌ترین پوشش برای سطح آبگیرها باشد. تعداد زیادی آبگیر با پوشش لاستیکی در ایالات متحده با عمر بیش از ۲۰ سال مورد استفاده می‌باشند و بیش‌تر از ۳۰۰ آبگیر یا مخزن با پوشش لاستیکی در طول پانزده سال گذشته در هاوایی و سایر جزایر اقیانوس آرام احداث گردیده است. چنانچه احداث و نگهداری صفحات لاستیکی به طور صحیحی انجام گیرد، راندمان این نوع آبگیرها و کیفیت آب بسیار مطلوب خواهد بود. مشکلات حاصله در این نوع آبگیرها بیش‌تر مربوط به نقص در احداث، عدم نگهداری، کاربرد مصالح نامطلوب و خسارات وارده از طرف حیوانات و به خصوص حیوانات جونده می‌باشد. آبگیر با پوشش لاستیکی این مزیت را دارد که به سادگی قابل حمل بوده و نصب آن در صورتی که سطح آماده باشد بسیار آسان می‌باشد.

• پوشش فلزی

صفحات فلزی موج‌دار یکی از روش‌های اولیه برای جمع‌آوری آب باران می‌باشد که به طور مستمر در طول سال‌های زیاد به کار گرفته شده، گرچه هزینه زیاد آن استفاده از آن را محدود کرده است. صفحات فلزی اولیه برای آبگیرها در ارتفاع، مثل بام منازل به صورت قآب ساخته می‌شد، چه بسا این آبگیرها در زیر فشار برف‌های سنگین تخریب می‌شدند. صفحات فلزی بعدا برای آبگیرها بر روی زمین نیز به کار گرفته شد و نحوه اجراء اصلاح گردید .یکی از مزایای عمده آن عدم نیاز به نگهداری می‌باشد. راندمان این نوع آبگیرها شاید در بالاترین حد ممکن، در میان کلیه مواد مورد استفاده در آبگیرها باشد، حتی رواناب حاصل از شبنم را نیز جمع‌آوری می‌کند. چنانچه بتوان صفحات فلزی را از خوردگی برحذر داشت، استفاده از آنها تقریبا در همه خاك‌ها امکان پذیر بوده و می‌تواند منبع تأمین آب با کیفیت مطلوب بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

• پوشش بتنی

استفاده از بتن به عنوان یك ماده برای آبگیرها به خاطر هزینه بالای آن محدود می‌باشد. آبگیرهای بتنی ضمن این که نیاز به نگهداری بیشتر دارند، راندمان رواناب حاصله پایین‌تر از اکثر

موادی است که در آبگیرها به کار می‌رود. چنانچه به طور صحیح ساخته و نگهداری شود، آبگیر بسیار بادوام بوده و سال‌های مدیدی مورد استفاده خواهد بود.

استفاده از جریانات زیرسطحی به وسیله احداث سدهای زیرسطحی

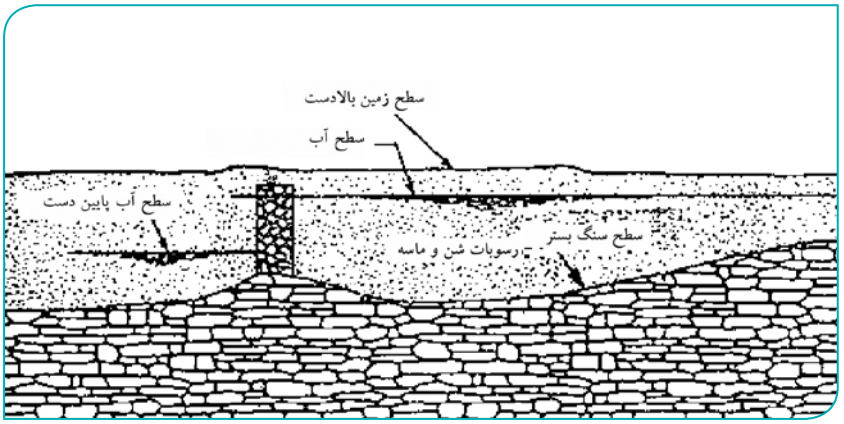
۱- اصول کلی برای احداث سدهای زیرسطحی

سدهای زیرسطحی معمولا در مسیر رودخانه‌های فصلی مناطق خشک و نیمه خشک احداث می‌شوند، این رودخانه‌ها که بستری شنی دارند در طول فصل بارانی سیل‌گیر هستند و می‌توان با ایجاد سازه‌هایی در عرض آن‌ها آب را در فضای خالی بین رسوبات برای آینده ذخیره نمود (ماتی[1]، ۲۰۰۶). بهترین مکان برای ساخت این نوع سدها محل تجمع رسوبات پس از عبور رود از یک دره و یا بسترهای سنگی رودخانه‌هاست که از رسوبات پر شده‌اند. برای تعیین مناطق مناسب برای احداث سدهای زیرسطحی وجود رودخانه‌های شنی و فصلی، توپوگرافی مناسب، و بررسی ساختار زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ضروریست. بر خلاف سدهای سطحی، طراحی این سدها به اطلاعات زمین شناسی تفضیلی نیاز دارد (اونانیموس[2]، ۲۰۱۲).

سدهای زیرسطحی مانع از جریان آب‌های زیرسطحی شده و آن را در پشت سد و در زیر سطح زمین ذخیره می‌کنند (نیسن و پیترسون[3]، ۲۰۰۶). در واقع سد زیرسطحی یک مانع عمودی است که در یک ترانشه عمیق ساخته می‌شود به طوری‌که تاج سد در زیر سطح زمین یا هم تراز با آن قرار می‌گیرد (شکل ۳). سد زیرسطحی جلوی جریان آب را در یک آبخوان طبیعی می‌گیرد و آن را ذخیره می‌کند. در نتیجه، آب پشت سد تجمع می‌یابد و سطح آب افزایش پیدا می‌کند.

سد زیرسطحی باید دو ویژگی اساسی داشته باشد: ۱- باید سخت و غیرقابل نفوذ باشد. در صورتی که سطح دیواره‌های دره از سنگی نسبتاً غیر قابل نفوذ باشد و سنگ بستر زیر مسیر جریان چندان عمیق نباشد، می‌تواند به عنوان یک گزینه مناسب مورد استفاده قرار گیرد. سد زیرسطحی می‌تواند مقدار زیادی از آب را در یک نوع مخزن زیرسطحی آبرفتی ذخیره نماید.

1- Mati
2 - Unamimous
3 - Nissen & Petersen



شکل ۳- طرحی کلی از یک سد زیرسطحی

جهت تامین اهداف حاصل از احداث یك سد زیر زمینی و سازگاری آن با محیط زیست و شرایط اجتماعی و طبیعی پیرامون آن، لازم است در طراحی آن، یك دیواره نفوذ ناپذیر، تاسیسات استحصال آب ذخیره شده در مخزن، تاسیسات زهکشی آب مازاد مخزن، تاسیسات لازم برای مدیریت و نگهداری و همچنین تاسیسات مورد نیاز جهت تغذیه مخزن سد در نظر گرفته شود.

۲- حجم مخزن و ظرفیت ذخیره آن

حجم مخزن از عوامل مهم تعیین کننده ظرفیت آب قابل ذخیره، سطح ایستابی مخزن و تغییرات آن می‌باشد و با طراحی تاسیسات مورد نیاز برای استحصال آب و زهکشی در ارتباط است. مهم‌ترین عوامل موثر بر حجم مخزن، ارتفاع دیواره سد و شیب بستر زیر مخزن می‌باشند.

متوسط عرض مخزن(متر) × [طول مخزن (متر)×ارتفاع دیواره سد (متر)] ۱/۲=حجم مخزن(مترمکعب)

(شیب بستر مخزن (درصد)/ ۱۰۰ × ارتفاع دیواره سد (متر)= طول مخزن (متر

در یك سد زیرسطحی آب در فضاهای خالی بین رسوبات آبرفتی پشت دیواره سد و در داخل بستر رودخانه ذخیره می‌گردد. ظرفیت ذخیره یك سد زیرسطحی بستگی به تخلخل رسوبات دارد.

۱۰۰/[حجم مخزن (متر مکعب) × تخلخل (درصد)] = ظرفیت ذخیره مخزن (متر مکعب)

۳- تجزیه و تحلیل هیدرولیکی

مهم‌ترین تجزیه و تحلیل‌های هیدرولیکی برای طراحی یك سد زیرسطحی شامل موارد زیر می‌باشد:

- تجزیه و تحلیل بیلان آبی

یك سد زیرسطحی در محلی باید احداث گردد که حوضه بالادست آن آب کافی جهت ایجاد جریان‌های زیرزمینی، از طریق نزولات آسمانی را دریافت نماید. به طور کلی حجم آب دریافتی حوضه باید از ظرفیت ذخیره مخزن به مراتب بیش‌تر باشد.

متوسط بارندگی سالانه (متر) × مساحت حوضه (متر مربع) = حجم آب دریافتی حوضه (متر مکعب)

- تجزیه و تحلیل مقدار آب قابل استحصال

مقدار آب قابل استحصال از مخزن یك سد زیرسطحی بستگی به آبدهی ویژه آن دارد و از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

۱۰۰/ حجم مخزن (مترمکعب) × آبدهی ویژه (درصد) = مقدار آب قابل استخراج (مترمکعب)

آبدهی ویژه عبارت است از مقدار حجم آبی که می‌تواند توسط نیروی ثقل از سفره اشباع در واحد حجم سفره زهکشی شود.

۴- ارزیابی اثرات محیطی

یك سد زیرسطحی نسبت به سدهای سطحی، اثر کمتری بر روی محیط می‌گذارد. با این وجود دیواره سد برای مدت طولانی مانعی برای جریان طبیعی آب می‌باشد، لذا باید به اثرات محیطی آن توجه شود.

اثرات محیطی ناشی از احداث یك سد زیرسطحی به دو گروه شامل اثرات وارده بر بالادست سد و اثرات وارده بر پایین‌دست سد تقسیم می‌گردد.

اثرات وارده بر پایین‌دست: کاهش آبدهی چشمه‌ها و قنوات، شور شدن منابع آب زیرزمینی به علت گسترش شوری پایین‌دست

اثرات وارده بر بالادست: بالا آمدن سطح آب زیرزمینی و تاثیر بر کاربری اراضی و اکوسیستم بالادست، افزایش جریان‌های سطحی در نتیجه کاهش نفوذ پذیری حاصل از بالا آمدن سطح ایستابی، تجمع نمك در سطح خاك

۵- دیواره سد زیرسطحی

- طراحی ابعاد

• ارتفاع دیواره

عامل تعیین کننده حجم مخزن ارتفاع دیواره سد زیرسطحی می‌باشد. ارتفاع یك سد زیرسطحی با توجه به موارد زیر تعیین می‌گردد:

- عمق سنگ بستر یا لایه نفوذ ناپذیر پایدار
- ایجاد مخزن ذخیره با حجم کافی
- جلوگیری از خسارات ناشی از بالا آمدن سطح آب داخل مخزن

• ضخامت

ضخامت دیواره یك سد زیرسطحی بر اساس پایداری در برابر نیروهای وارده بر آن و همچنین نفوذ ناپذیری آن تعیین می‌گردد و تابع مواد و روش به کار رفته برای احداث آن می‌باشد.

• مطالعه پایداری دیواره سد

فشارهای اصلی وارد بر یك سد زیرسطحی، فشارهای آب و خاك یا رسوبات پشت آن می‌باشد. به علت قرار داشتن این سازه‌ها در داخل زمین، نیروهای ناشی از فشار خاك یا رسوبات در بالادست و پایین‌دست سد یك‌دیگر را خنثی می‌کنند. اما به علت اختلاف ارتفاع آب در بالادست و پایین‌دست دیواره سد، این سازه‌ها تحت تاثیر نیروی فشار آب قرار دارند. به طور کلی برای مطالعه پایداری دیواره سد می‌بایست نیروهای وارد بر دیواره و شرایط لازم جهت پایداری آن به دقت محاسبه و بررسی گردد.

• نیروهای وارد بر سازه

نیروهای وارد بر سازه عبارت‌اند از:

- نیروی وزن سد که به طور عمودی وارد می‌شود
- فشار رسوبات اشباع شده از آب
- فشار رسوبات پایین‌دست سد

• شرایط لازم جهت پایداری دیواره سد

شروط لازم که جهت پایداری دیواره سد باید مورد بررسی واقع شوند عبارتند از:

- شرط عدم لغزش
- شرط عدم واژگونی
- شرط عدم فرو رفتن در خاک
- شرط عدم تنش داخلی سازه

- ساخت دیواره سد

• انتخاب روش ساخت دیواره

معیارهای مورد مطالعه جهت انتخاب روش ساخت دیواره سد زیرسطحی عبارتند از:

- ابعاد دیواره
- عمق احداث
- سطح آب زیرزمینی (قبل از احداث)
- هدایت هیدرولیکی و نفوذ پذیری رسوبات بالای دیواره سد
- ویژگی‌ها و خصوصیات رسوبات مخزن
- محدودیت‌های محیطی
- دسترسی به ماشین‌آلات و مواد مورد نیاز
- توجیه اقتصادی
- معمول‌ترین روش‌های ساخت دیواره سدهای زیرسطحی عبارتند از:
- خاك‌برداری از سطح برای احداث دیواره
- ترزیق مواد به داخل رسوبات
- نصب ورقه‌های نفوذ ناپذیر
- نصب پرده‌های آب‌بند

با توجه به ویژگی‌های محل احداث سد زیرسطحی روش خاك‌برداری از سطح جهت احداث دیواره پیشنهاد می‌گردد. در این روش از سطح شروع به خاك‌برداری شده تا به سنگ بستر رسیده شود. سپس دیواره سد با مواد نفوذ ناپذیر ساخته می‌شود. این روش نیاز به کاربرد وسایل و مواد پیشرفته ندارد و با امکانات محلی قابل اجرا است. برای جلوگیری از ریزش کناره‌های خاك‌برداری شده، شیب خاك‌برداری باید پایدار باشد که بستگی به دانه‌بندی، قوام خاك و ... دارد. برای این منظور بهتر است در هر ۵ متر گودبرداری، یك بازه افقی ایجاد گردد. در صورتی که عمق خاك‌برداری شده مورد نیاز کم است، شیب خاك‌برداری ۱:۱ تا ۱:۱/۲ در نظر گرفته می‌شود. اگر عمق نسبتاً زیاد باشد، این شیب باید کمتر در نظر گرفته شود.

• مواد مورد نیاز برای ساخت دیواره

دیواره احداثی می‌تواند بسته به امکانات و دسترسی به مواد مورد نیاز و همچنین شرایط محلی، از بتون آرمه، سنگی ملاتی، دیوار آجری، خاك رس و ورقه‌های پلاستیکی یا آهنی ساخته شود.

با توجه به شرایط محل سد، وضعیت سنگ بستر و سطح ایستابی پیشنهاد می‌گردد، ترکیبی از بتون آرمه، سنگ ملاتی و دیوار آجری برای احداث دیواره استفاده شده و با ایزوگام عایق کاری گردد.

۶- تاسیسات استحصال آب ذخیره شده در مخزن

- تاسیسات مناسب جهت استحصال آب ذخیره شده

در طراحی تاسیسات استحصال آب از یك مخزن سد زیرزمینی، تعیین نوع، ساختار و ترتیب آنها، برای جمع‌آوری و تامین آب کافی از سد لازم است. این تاسیسات باید در جایی تعبیه گردند که عمق آب بیش‌تر از نقاط دیگر مخزن بوده و همچنین ضریب هدایت هیدرولیکی رسوبات پیرامون آن بالا باشد تا آب ذخیره شده در فضاهای خالی رسوبات مخزن به راحتی زهکشی گردد.

- انواع روش‌های استحصال آب از مخزن

برای انتخاب روش مناسب استحصال آب ذخیره شده توجه به شرایط توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدرولیکی، امکانات در دسترس و مقدار آب مورد نیاز، لازم می‌باشد. معمول‌ترین روش‌های استحصال آب از مخزن یك سد زیرزمینی عبارتند از:

- **چاه‌های لوله‌ای**

این چاه‌ها در چند نقطه از سطح مخزن که دارای عمق بیش‌تری است احداث می‌گردند. هر چاه شامل یك پوشش غلاف مانند، یك صفحه، فیلتر بین صفحه و رسوبات مخزن و یك پمپ جهت استحصال آب زهکشی شده از داخل چاه می‌باشد. برای طراحی این چاه‌ها باید مقدار آب قابل استحصال از هر چاه، تعداد مورد نیاز و پراکنش آنها در سطح مخزن جهت تامین مقدار آب مورد نیاز، تعیین گردد.

- **چاه‌های جمع‌آوری کننده**

یك چاه جمع‌آوری کننده شامل یك چاه عمودی همراه با گالری‌های افقی که به طور شعاعی در انتهای چاه قرار دارند، می‌باشد. گالری‌ها آب را از داخل مخزن زهکشی نموده و به چاه انتقال می‌دهند. علاوه بر این خود چاه نیز همانند یك چاه لوله‌ای عمل می‌نماید. در طراحی این نوع چاه‌ها باید تعداد و محل حفر گالری‌های متصل به آن مشخص گردد که از طریق محاسبه مقدار نیاز آبی و مقدار آب قابل استحصال از چاه و هر یك از گالری‌های آن قابل محاسبه می‌باشد.

- **زهکش تحتانی**

یك زهکش تحتانی ساختاری شبیه به زهکش‌های معمولی دارد و معمولاً برای آن دسته از سدهای زیرسطحی مناسب است که سطح آب زیرزمینی قبل از احداث پایین می‌باشد؛ زیرا به دلیل این که این زهکش‌ها از طریق خاك برداری از سطح ساخته می‌شوند، در زیر سطح ایستابی احداث آن‌ها مشکل و پر هزینه است. این زهکش‌ها می‌توانند به موازات محور سد احداث گردند. ابعاد و طول آن‌ها با توجه به حجم آب مورد نیاز و خصوصیات هیدرولیکی مخزن تعیین می‌گردد. معمولاً در انتهای زهکش یك خروجی لوله مانند همراه با ۳ لایه فیلتر پیرامون آن شامل یك فیلتر درشت دانه (اندازه ذرات ۴۰ تا ۶۰

میلی‌متری)، یك فیلتر متوسط (اندازه ذرات ۱۵ تا ۴۰ میلی‌متری) و یك فیلتر ریزدانه (اندازه ذرات ۲ تا ۱۵ میلی‌متری)، جهت استخراج آب زهکشی شده تعبیه می‌گردد و فضای داخل زهکش با قطعات سنگ خرد شده پر می‌گردد و روی آن با مواد خاک‌برداری شده پوشانده می‌شود.

• گالری جمع‌آوری کننده

یك گالری جمع‌آوری کننده در داخل مخزن سد تعبیه می‌گردد. تعداد و ابعاد این گالری‌ها با توجه به مقدار آب مورد نیاز و خصوصیات هیدرولیکی مخزن طراحی می‌گردد. از لحاظ استحصال آب و زهکشی این گالری‌ها همانند بخش تره‌کار قنات عمل می‌نمایند.

• چاه با قطر زیاد

یك چاه با قطر نسبتاً زیاد که می‌تواند به طور دستی احداث گردد. این نوع چاه‌ها برای مخازنی مناسب هستند که سنگ بستر در عمق کمی قرار دارد. قطر این چاه‌ها بین ۱ تا ۲ متر در نظر گرفته می‌شود و به دلیل قطر زیاد امکان بهره‌برداری با استفاده از چند پمپ وجود دارد.

با توجه به این‌که برای احداث دیواره از روش خاك‌برداری از سطح استفاده می‌گردد، جهت استحصال آب ذخیره شده در مخزن، تعبیه یك زهکش تحتانی در داخل مخزن و به موازات محور سد و تعبیه یك چاه بر روی عمیق‌ترین قسمت زهکش به گونه‌ای که آب استحصال شده از زهکش‌ها در داخل آن جمع شود، پیشنهاد می‌گردد. سپس آب داخل چاه از طریق لوله و با کمك نیروی ثقل به قسمت پایین‌دست سد تخلیه گردد.

برای این منظور پس از خاك‌برداری لازم جهت احداث زهکش و چاه جمع‌آوری کننده، داخل زهکش از قطعات سنگ شکسته شده پر گردد. سپس پیرامون زهکش و چاه یك فیلتر ۳ لایه شامل یك فیلتر درشت دانه (اندازه ذرات ۴۰ تا ۶۰ میلی‌متری)، یك فیلتر متوسط (اندازه ذرات ۱۵ تا ۴۰ میلی‌متری) و یك فیلتر ریزدانه (اندازه ذرات ۲ تا ۱۵ میلی‌متری)، تعبیه گردد و روی آن با رسوبات خاك‌برداری شده از داخل مخزن پوشانده شود. در این حالت این مجموعه همانند یك چاه جمع‌آوری کننده دارای گالری-های افقی عمل می‌نماید.

۷- زهکشی آب مازاد مخزن

- قاعده کلی زهکشی آب مازاد مخزن

تاسیسات زهکشی آب مازاد، برای جلوگیری از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی که باعث ایجاد خسارت به کاربری‌های روی سطح مخزن و اثرات محیطی نامطلوب می‌شود، تعبیه می‌گردد. بنابراین قبل از طراحی این تاسیسات، باید ضرورت احداث آنها بررسی گردد و در صورت عدم نیاز به این تاسیسات، می-توان از حجم بیشتری از مخزن جهت ذخیره آب استفاده نمود.

- محل و ابعاد تاسیسات زهکشی آب مازاد

• تعیین سطح بحرانی آب

بالاترین سطح آبی که به طور نرمال برای سطح مخزن یك سد زیرسطحی قابل قبول است، به طوری که بالاتر از آن سطح باعث ایجاد خسارت می‌گردد.

•تعیین یك مرجع زهکشی سالانه برای طراحی تاسیسات زهکشی

با تعیین یك مرجع زهکشی سالانه، عملکردهای تاسیسات زهکشی در یك مدل جریان آب زیرزمینی تناسب داده می‌شود تا سطح آب مخزن در مقیاس زهکشی سالانه برابر یا کمتر از سطح بحرانی آب گردد.

- انواع روش‌های زهکشی آب مازاد مخزن

روش‌های زهکشی آب مازاد یك سد زیرسطحی برای جلوگیری از افزایش سطح آب بیشتر از سطح بحرانی در بالادست سد عبارتند از:

- سرریز دیواره سد
- زهکش تحتانی
- گودال‌های زهکشی یا گودال‌های زهکشی همراه با زهکش تحتانی
- گالری‌های زهکش
- چاه‌های زهکش

با توجه به شرایط محل احداث سد، بحران آب در منطقه، عدم وجود جریان‌های سطحی دائمی و همچنین برای سهولت احداث، جهت زهکشی آب مازاد مخزن، روش سرریز دیواره پیشنهاد می‌گردد. بدین ترتیب پس از تعیین ارتفاع مناسب دیواره سد و احداث آن، با پر شدن مخزن جریان‌های زیرزمینی مازاد از روی دیواره سرریز شده و به سمت مناطق پایین‌دست جریان پیدا می‌کند. به علت عبور این جریان‌ها باید انتهای بالایی دیواره سد مقاوم سازی گردد. برای این منظور انتهای بالایی دیواره سد می‌تواند با موادی هم چون بتون مستحکم گردد و روی آن با استفاده از فیلتر پوشانده شود.

۸- مدیریت و نگهداری تاسیسات

برای این که تمامی اجزای مختلف یك سد زیرسطحی عملکرد پیش‌بینی شده خود را حفظ نمایند نیاز به پایش و نگهداری صحیح تاسیسات احداث شده بر روی سد می‌باشد. به طور کلی جهت مدیریت یك سد زیرسطحی موارد زیر باید پایش گردد:

- عملکرد دیواره و تاسیسات آن

- عملکرد مخزن و تاسیسات نگهداری آن (تاسیسات استحصال آب، زهکشی)
- کیفیت آب

- عملکرد دیواره و تاسیسات آن

مدیریت دیواره به منظور پایش آن جهت جلوگیری از کاهش نفوذ ناپذیری آن و حفظ عملکرد آن از طریق به کارگیری اقدامات مناسب می‌باشد. وقوع زمین لرزه‌ها، خاك‌برداری‌های غیر اصولی، خوردگی و خرابی ناشی از نشت آب از عوامل مهم کاهش عملکرد دیواره سد می‌باشند.

برای کنترل نشتی دیواره می‌توان چند چاه مشاهداتی در نزدیکی محور سد و به موازات آن در قسمت‌های بالادست و پایین‌دست دیواره احداث نمود.

- عملکرد مخزن و تاسیسات نگهداری آن

اقدامات مدیریتی در این خصوص به دو دسته شامل مدیریت تاسیسات استحصال آب مخزن و مدیریت تاسیسات زهکشی آب مازاد مخزن تقسیم می‌شود.

در صورتی که استحصال آب و زهکشی از طریق پمپاژ صورت گیرد، برای مدیریت این دو دسته نیاز به داده‌های بارندگی و دیگر داده‌های هواشناسی و همچنین داده‌های سطح آب زیرزمینی می‌باشد تا از طریق آنها میزان و ترتیب پمپاژ آب مدیریت گردد.

با توجه به استحصال آب مخزن از طریق چاه‌های جمع‌آوری کننده و زهکشی تحتانی و تخلیه آب جمع‌آوری شده از طریق نیروی ثقل به قسمت‌های پایین‌دست سد و همچنین زهکشی آب مازاد مخزن از طریق سرریز دیواره، مدیریت مخزن و تاسیسات آن می‌تواند بر روی تنظیم دریچه خروجی آب جمع‌آوری شده و پایش سطح آب مخزن در چاه جمع‌آوری کننده، جهت تنظیم مقدار دبی خروجی با توجه به مقدار نیاز آبی، اعمال گردد.

- کیفیت آب

پایش و کنترل کیفیت آب زیرزمینی یك مخزن به منظور حفظ کیفیت مناسب آب مخزن صورت می‌گیرد. تاسیسات نگهداری برای این منظور به دو دسته شامل تاسیسات بررسی کیفیت آب و تاسیسات نمك‌زدایی تقسیم می‌گردد.

• تاسیسات بررسی کیفیت آب

برای این منظور کیفیت آب در مخزن، آب زیرزمینی بالادست سد، آب استحصال شده از مخزن و جریان‌های سطحی حوضه بررسی می‌گردد. نمونه‌های برداشت شده نه فقط از طریق چاه‌های مشاهداتی بلکه از آب‌های جمع‌آوری شده از طریق تاسیسات زهکشی و استحصال آب نیز انجام می‌گیرد. همچنین کیفیت آب در عمق‌های مختلف از مخزن باید بررسی گردد.

• تاسیسات نمک‌زدایی

این تاسیسات در نقاطی لازم می‌باشند که بعد از احداث سد، حجمی از آب شور در داخل مخزن باقی مانده باشد یا اینکه احتمال نفوذ آب شور به مخزن از طریق دیواره یا بستر مخزن وجود داشته باشد. برای این منظور باید آب شور موجود در مخزن زهکشی و استخراج گردد.

بخش چهارم: مکان‌یابی، اجرا و احداث سامانه‌های استحصال آب برای حیات وحش

مکان‌یابی محل‌های احداث آبشخور حیات وحش با استفاده از تحلیل‌های هیدرولوژیکی و سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS)

یك سیستم اطلاعات مکانی می‌تواند در مواردی هم چون ارزیابی، مدیریت، مدل سازی، تحلیل و پایش به حفاظت از محیط زیست کمك نماید. با توجه به تنوع و گستردگی اطلاعات مربوط به منابع زیست‌محیطی[1] و با توجه به توانمندی‌های سیستم اطلاعات مکانی در ذخیره‌سازی، بازیابی، بهنگام سازی، تحلیل و نمایش داده‌ها، استفاده از یك سیستم اطلاعات مکانی زیست‌محیطی می‌تواند به کارشناسان و مدیران این حیطه کمك شایانی نماید. در این راستا اطلاعات موجود باید به صورت نقشه تهیه و در فضای این نرم افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند. از جمله این نقشه‌ها می‌توان به نقشه‌های زیر اشاره نمود:

- تهیه نقشه‌های هم‌دما و هم‌باران و تحلیل‌های هواشناسی
- نقشه جهت نیز از لحاظ تعیین مکان‌های رو به آفتاب در زمستان و تابستان و مکان‌یابی آبشخور به گونه‌ای که هدررفت آب از طریق تبخیر کم‌ترین مقدار باشد، موثر است.
- تهیه نقشه‌های فیزیوگرافی (شیب، جهت، ارتفاع ،آبراهه‌ها، راه‌های دسترسی و...)
- تحلیل‌های هیدرولوژی و منابع آب حوضه آبخیز (نقشه‌های تراز آب زیرسطحی، مدیریت حوضه‌های آبریز، تحلیل زهکش‌ها، پایش آب‌های سطحی، پایش جریان‌های فصلی، مدیریت چاه‌های آب، پایش آب‌های زیرزمینی و ...)
- تهیه نقشه‌های خاک‌شناسی، زمین‌شناسی و کاربری اراضی
- تهیه این نقشه‌ها در محاسبه‌ی ضریب رواناب حوضه و همچنین در تعیین نقاطی که می‌توان از آن‌ها به عنوان آبشخور طبیعی استفاده نمود کاربرد فراوانی دارد.
- تهیه نقشه زیستگاه‌ها، پراکنش گونه‌ها وانجام تحلیل‌های مربوطه (تحلیل کریدورهای زیستگاهی حیوانات، الگوهای مهاجرت آنها و تأثیرات پارك‌ها و پناهگاه‌ها در محافظت از گونه‌های

1- . Environmental Geographic Information System

مختلف حیات وحش و...)

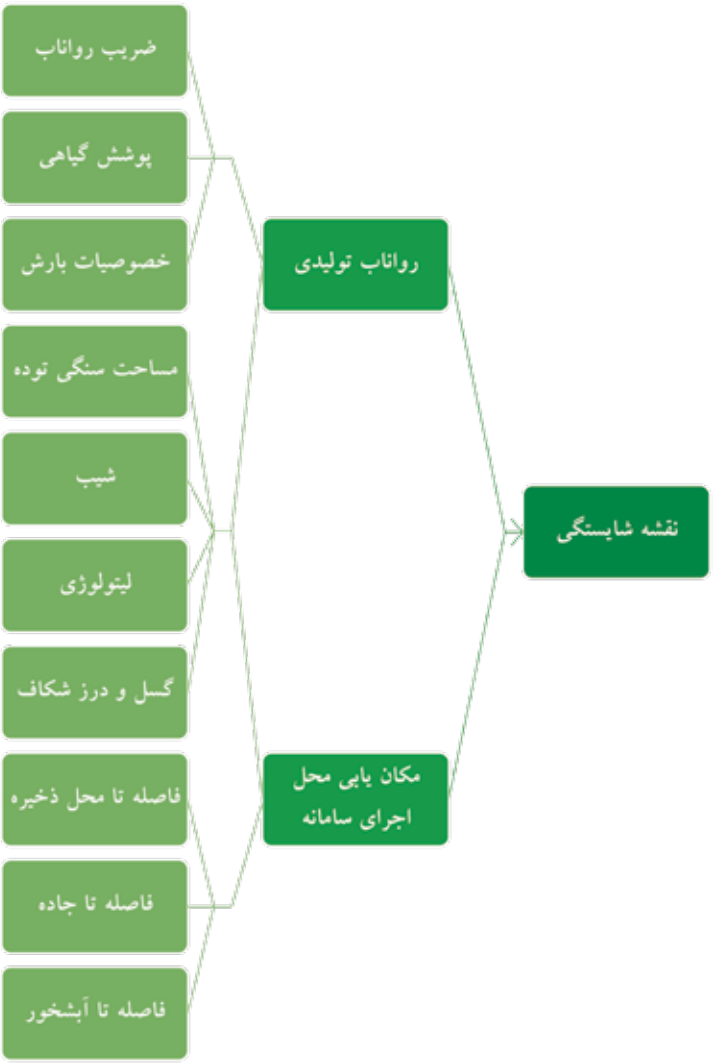
در نتیجه از تلفیق نقشه‌های مذکور و تحلیل‌های مکانی توسط سیستم‌های اطلاعات مکانی از جمله بررسی فاصله از روستا، فاصله از جاده، فاصله از مکان‌های حضور طعمه‌خوار، فاصله از دام، فاصله از آبراهه‌ها و کاربری اراضی، می‌توان به بهترین مکان جهت احداث آبشخورها با توجه به پارامترهای ارائه شده دست یافت و در نهایت می‌توان نقشه مطلوبیت زیستگاه جهت احداث آبشخور را تهیه نمود.

انتخاب سیستم استحصال آب باران

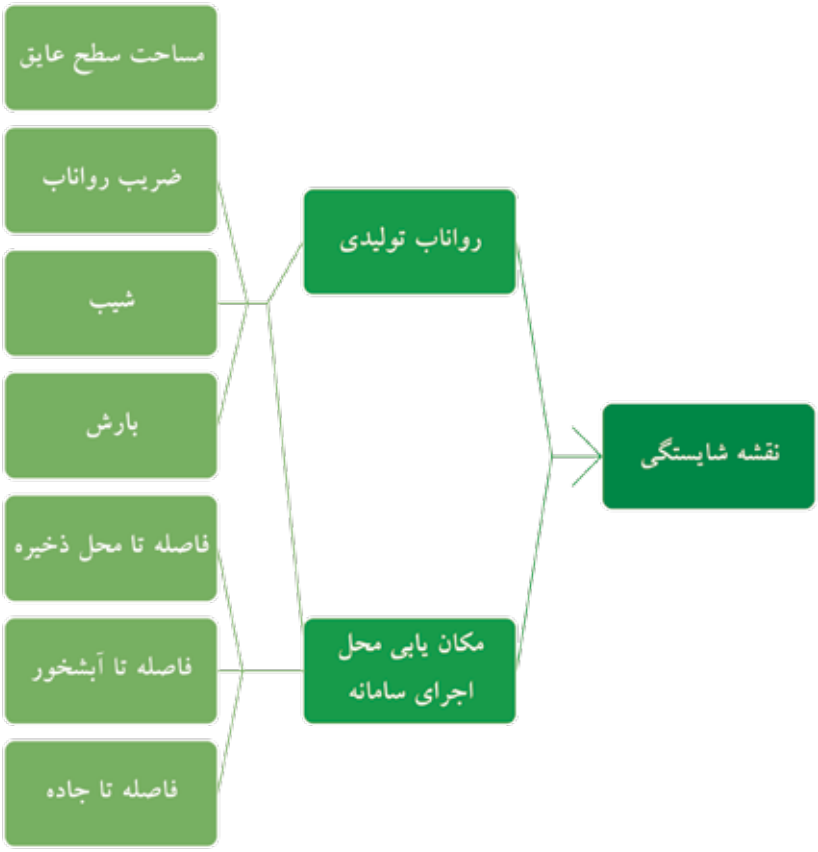
در دسترس بودن رواناب کافی که بتواند در منطقه هدف ذخیره شود و نیاز آبی حیات وحش منطقه را در طول دوره خشک تا فصل بارندگی تأمین کند، شاخص خوبی برای انتخاب محل مناسب اجرای سامانه‌های استحصال آب باران است. در دسترس بودن منابع آبی جایگزین عامل دیگری است که از اهمیت بالایی برخوردار است. به عنوان مثال آب‌های زیرسطحی نزدیک سطح در بسترهای رودخانه‌های فصلی و یا آب‌های زیرسطحی فسیلی در سفره‌های عمیق ترند.

به طور کلی، هر سامانه ذخیره‌سازی آب باید متناسب با معیارهای زیر باشد:

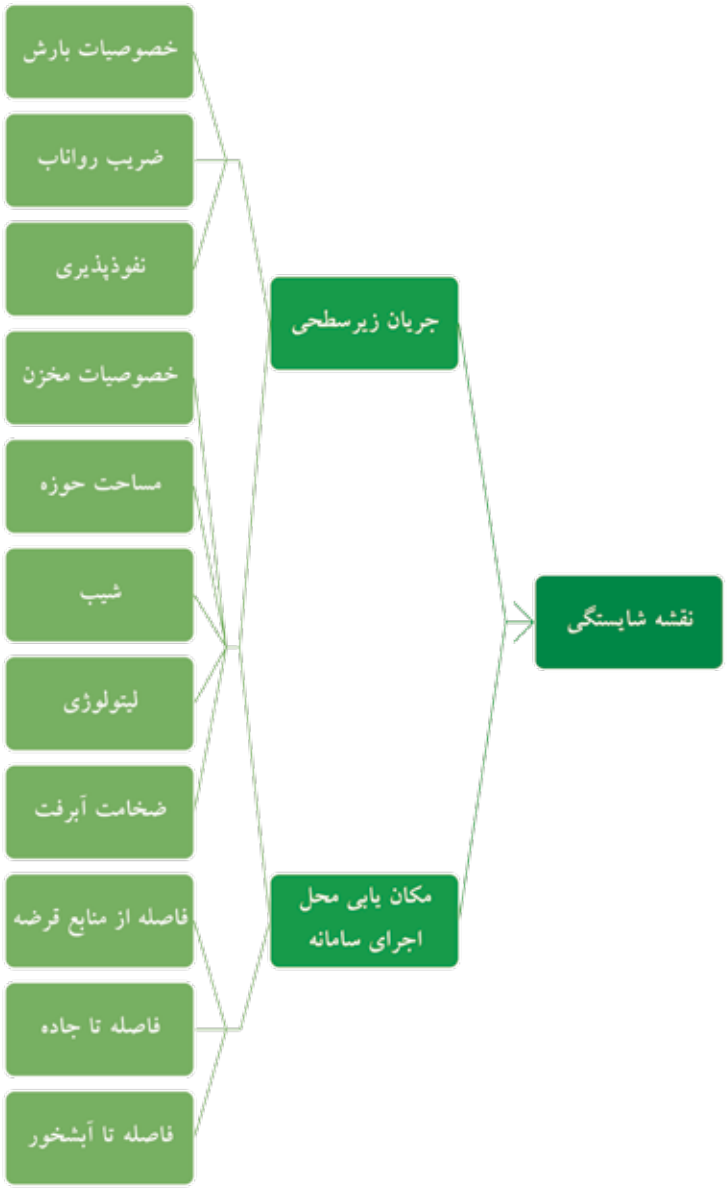
- صرفهٔ اقتصادی: سامانه باید مقرون به صرفه باشد.
- مصالح محلی در دسترس: مصالح مورد نیاز برای ساخت سامانه استحصال آب باید به صورت محلی در دسترس باشد. مصالح طبیعی مانند سنگ و آجر می‌تواند برای ساخت دیوارها، کف و ناودان‌ها استفاده گردد. برخی از مصالح ساخت ممکن است از مواد بازیافتی باشند، به عنوان مثال در هند ورق‌های پلی اتیلن از کیسه‌های خرید دور انداخته، ساخته می‌شوند و برای کنترل نشت در مخازن ذخیره‌سازی کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- اجرای آسان: ساختار سامانه ذخیره‌سازی آب برای ساخت باید ساده و آسان باشد، دانش محلی ممکن است در ساخت سامانه ذخیره‌سازی به کار گرفته شود.
- قابلیت اطمینان: سامانه باید به اندازه کافی برای تأمین نیاز آبی در طول فصل خشک قابل اعتماد باشد و ظرفیت تجهیزات ذخیره‌سازی نیز در آغاز فصل خشک تکمیل باشد.
- نگهداری آسان: سامانه باید به راحتی با استفاده از مهارت‌های موجود در جامعه محلی قابل نگهداری و تعمیر باشد.
- جهت انتخاب مناسب‌ترین روش استحصال آب باران در هر منطقه، می‌بایست فاکتورها و معیارهای فنی و اجرایی مورد نیاز آن سامانه در نظر گرفته شود. شکل‌های شماره (۴) تا (۷) فلوچارت‌های مربوط به این مهم را برای هر یک از روش‌های مطرح شده نشان می‌دهد.



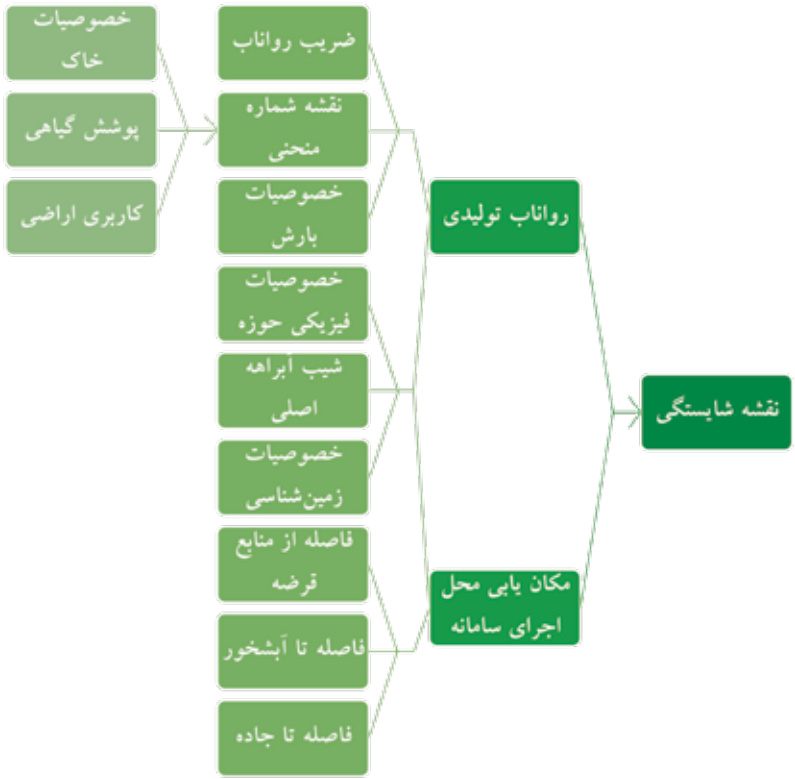
شکل ۴- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری آب باران از سطوح صخره‌ای



شکل ۵- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری آب باران از سطوح عایق مصنوعی



شکل ۶- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری جریان زیرسطحی با استفاده از احداث سد زیرسطحی



شکل ۷- فاکتورهای لازم در انتخاب روش جمع‌آوری رواناب با استفاده از احداث سد و بند

اجرای سامانه‌های استحصال آب

طراحی یک سیستم ذخیره‌سازی که برای انواع تقاضاها و مناطق مناسب باشد، سخت و دشوار است. به طورکلی بهترین سامانه ذخیره‌سازی برای یک منطقه سیستمی است که دارای کم‌ترین هزینه آب تولیدی، حداقل تلفات نشت و تبخیر، ساخت و حفظ آسان و همچنین قابل اعتماد و کاربر پسند باشد. برای به حداقل رساندن تلفات نشت و تبخیر، حجم ذخیره‌سازی باید در حداکثر باشد و مساحت سطحی که در معرض هوا قرار می‌گیرد باید در حداقل ممکن باشد. هنگامی که عمق مخزن نسبت به عرض آن افزایش یابد نسبت حجم آب ذخیره شده به مساحت سطح آب افزایش پیدا می‌کند (ددریک[1]، ۱۹۷۵).

شکل (۸) معیارهای اصلی در تعیین سطح حوضه آبگیر و طراحی مخازن را نشان می‌دهد.

1- Dedrick

شکل ۸- معیارهای اصلی در تعیین سطح حوضه آبگیر و طراحی مخازن

سرنوشت بسیاری از پروژه‌های استحصال آب محکوم به شکست بوده است و بسیاری از آن‌ها نیز در حال حاضر با مشکلات جدی مواجه هستند (فالکن مارک[1] و همکاران،۲۰۰۱). دلیل اصلی شکست این پروژه‌ها عدم حضور رویکردی یك‌پارچه در طول فرآیند برنامه‌ریزی، به خصوص در مورد اجرا، بهره-برداری و تعمیر و نگهداری از سامانه‌ها تشخیص داده شده است. عدم نگهداری و رسیدگی از سامانه علت اصلی شکست طرح‌هایی اگرچه با اهداف خوب است. هزینه‌های نگهداری سامانه استحصال آب ممکن است بالا باشد ولی با این حال هنوز هم در مقایسه با هزینه اجرای یک سامانه جدید کم‌تر می‌باشد. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سامانه باید در طول مرحله برنامه‌ریزی در نظر گرفته شود، به طوری که پس از پایان اجرای سامانه، بهره‌برداری و نگهداری هم زمان با یکدیگر اعمال شود. نحوه دسترسی به مکان مورد نظر جهت اجرای سامانه نیز باید در نظر گرفته شود.

برای اجرای سامانه‌های استحصال آب در حوضه‌های آبریز بزرگ نیاز به تعریف یک پروژه توسط دولت یا جامعه محلی است و همچنین راهنمایی و حمایت دولت نیز لازم خواهد بود. در طرح‌های استحصال آب در دامنه‌های طولانی و استحصال از آب سیلاب در مقیاس بزرگ نیاز به مداخله سازمان‌های عمومی می‌باشد. چنین پروژه‌هایی معمولاً شامل استفاده از امکانات دولتی، پیمانکاران، ماشین آلات و کارگران محلی با دست مزد است.

1- Falkenmark

ملاحظات اجرایی

بسیاری از پروژه‌های پیشین استحصال آب بدون مطالعه کامل اجرا شدند و همین امر اشتباهات فنی بسیاری در طراحی و اجرای سامانه را باعث شده است. در بسیاری از موارد، روش‌های به کار برده شده مناسب و سازگار با شرایط منطقه نبودند گاهی اوقات روش‌های مناسب انتخاب شدند اما اجرا به صورت کامل و مطابق با طراحی انجام نشد. به عنوان مثال، گاهی اوقات ممکن است مصالح به خوبی متراکم نشده باشند، در برابر گیاهان مقاوم نباشند و یا حتی در نیمه راه استحکام خود را از دست دهند. برخی از اصول و معیارهای فنی که باید در هر پروژه استحصال آبی رعایت شوند، عبارتند از (کریت چلی و سیه گرت[1]، ۱۹۹۱):

شیب: سازه‌های مهندسی مورد نیاز در یک شرایط تعیین شده در صورت افزایش شیب، افزایش می-یابند. ولی برای شیب‌های بیش از۵۰ درصد به دلیل اقتصادی نبودن، سامانه‌های استحصال آب توصیه نمی‌شوند.

محدودیت اصلی در این زمینه مربوط به عمق کم خاك و شنی بودن آن است، چرا که خاك شنی دارای سرعت نفوذ نسبتاً بالا و ظرفیت نگهداری پایین آب است.

هزینه: هزینه یک پروژه استحصال آب بستگی به مقدار عملیات خاك‌ریزی و سنگ‌ریزی دارد. علاوه بر آن، طراح باید منابع جایگزین آب را نیز در نظر بگیرد. هر مورد جایگزین باید از لحاظ هزینه و احتمال خطر موجود با سامانه استحصال آب مقایسه شود. مقایسه نباید فقط بر اساس کیفیت آب مورد نیاز باشد، بلکه هزینه‌های اولیه و هزینه بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری نیز باید در نظر گرفته شود در مناطقی که توسعه یک منبع جایگزین آب ارزان‌تر است، آسان‌تر به دست می‌آید و توسعه آن با خطر کمتری همراه است، باید در اولویت باشد مسئله دیگری که باید در هر پروژه استحصال آب برای کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و هزینه‌های کلی پروژه در نظر گرفته شود، مسائل طراحی دست بالا و دست پایین است. بیش طراحی یا کم طراحی ممکن است به شکست پروژه منجر شود. بیش طراحی هزینه‌های پروژه و تعمیر و نگهداری آن را افزایش می‌دهد و ممکن است منجر به کنار گذاشتن و رها کردن سامانه، مدتی پس از اجرا شود. قاعده یا دستورالعمل کلی در مسائل طراحی نمی‌توان ارائه داد چرا که سامانه استحصال آب قرن‌هاست که در برخی نقاط جهان استفاده می‌شود و تنها اطلاعات طراحی بسیار محدودی در دسترس است. حتی در مناطقی که اطلاعات طراحی موجود است، به دلیل این که محدودیت‌هایی توسط شرایط محلی اعمال می‌شود نمی‌توان آنها را به راحتی از مکانی به مکان دیگر تعمیم داد. اثرات تغییر اقلیم جهانی، مانند دوره‌های خشکسالی طولانی‌تر و بارندگی‌هایی با شدت بیش‌تر، ممکن است باعث شود تا حوضه آبریز بزرگ‌تر و سازه‌های

1- Critchley & Siegert

خاکی مستحکم‌تر (یعنی مقاوم‌ترو گسترده‌تر) مورد نیاز باشد.

بخش پنجم: ذخیره‌سازی، بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های استحصال آب باران

اصول ذخیره‌سازی آب استحصال شده

استحصال آب تضمین می‌کند که درصد زیادی از آب حاصل از بارندگی به وسیله سیستم‌های استحصال در مناطق هدف متمرکز شده و در زمینه مورد نظر مورد استفاده قرار بگیرد. هنگامی که بارندگی بیش از نیاز است، سامانه‌های ذخیره‌سازی آب مازاد را در فصل بارندگی ذخیره می‌کنند. آب ذخیره شده نیاز آبی حیوانات را برای دوره‌های خشک که در طول سال اتفاق می‌افتد تأمین می‌کند. چندین راه برای ذخیره‌سازی آب استحصال شده وجود دارد: ذخیره‌سازی آب در تانکرها، آب انبارها، استخرها و یا مخازن.

امکانات ذخیره‌سازی اغلب برای سیستم‌های تأمین و توزیع آب در مناطقی با دوره‌های طولانی خشک مورد نیاز است. عوامل زیادی بر انتخاب روش مناسب ذخیره‌سازی آب موثرند از جمله:

- (خصوصیات خاک) زمین شناسی
- قابلیت دسترسی به نیروی کار، تجهیزات و مصالح
- هزینه‌ها
- خصوصیات منطقه

امکانات ذخیره‌سازی باید متناسب با مقدار بارندگی سالانه و احتمال وقوع مناسبی از بارندگی در منطقه هدف باشد. هنگامی که مقدار آب در دسترس کاهش می‌یابد و قابل اطمینان نیست، ظرفیت ذخیره‌سازی متناسب با نیازها افزایش پیدا می‌کند. ظرفیت ذخیره‌سازی را معمولاً می‌توان بر اساس اهدافی که بر مبنای آن‌ها آب استفاده می‌شود، دوره‌های استفاده و نیاز آبی حیوان مورد نظر، برآورد کرد.

مقدار آب ذخیره شده از سیستم استحصال آب متناسب با حوضه آبریز است. تلفات آب مانند نشت از سامانه‌های ذخیره‌سازی، به مصالح استفاده شده برای ساخت و ساز و نوع سامانه بستگی دارد.

سامانه‌های ذخیره‌سازی معمولاً در مرکز منطقه استحصال آب قرار دارند. سازه‌های ذخیره‌سازی باید به نحوی طراحی شوند که برای ذخیره‌سازی آب به اندازه کافی جهت تأمین تقاضا مناسب باشند و همچنین تلفات نشت و تبخیر را به حداقل برسانند. انتخاب سامانه‌ی ذخیره‌سازی بستگی به شرایط هیدرولوژی منطقه، توپوگرافی و خصوصیات خاك دارد. بهترین سامانه ذخیره‌سازی برای منطقه مورد نظر، سامانه‌ای است که آب کافی برای تأمین نیازهای موجود را با کمترین هزینه به

ازای هر واحد آب فراهم کند.

انواع سیستم ذخیره آب

چهار نوع سیستم ذخیره آب جهت ذخیره‌سازی آب استحصال یافته از روش‌های مطرح شده پیشنهاد می‌گردد که هر کدام ویژگی‌های خاصی دارند که در زیر توضیح داده می‌شود:

- مخازن پیش‌ساخته
- حوضچه‌ها و استخرها
- سدهای سنگی ملاتی
- آب انبار

۱- مخازن پیش ساخته

مخازن ذخیره‌سازی می‌توانند به طور کامل بالاتر از سطح زمین ساخته شده و یا قسمتی از آن در خاك باشد. در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان، تانکرها برای صدها سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرند. درگذشته، آن‌ها را به طور کامل از خاك رس می‌ساختند ولی در حال حاضر، آن‌ها را از انواع مختلف سیمان، پی وی سی و پلی اتیلن، آجر پخته، ورق آهن گالوانیزه موج‌دار و یا از دیگر مصالح موجود می‌سازند (وارم[1] و ونهاتوم،۲۰۰۶). شکل (۹) یک مخزن پیش ساخته ذخیره آب از جنس پلی‌اتیلن را نشان می‌دهد.

شکل ۹- مخزن ذخیره آب پیش ساخته پلی اتیلن

1- Worm

- معیارهای استفاده از مخازن پیش ساخته جهت ذخیره آب

مخازن پیش ساخته آب می‌توانند متناسب با نیاز آبی برای ذخیره آب در همه روش‌های مطرح شده استفاده شوند، تنها باید محل قرارگیری این مخازن، روی زمین سخت باشد. بارش و مساحت یک آبخیز باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که مخزن را با یک بارش ۲۰ میلی‌متری پر کند. علت این که در بسیاری مناطق از مخازن پیش‌ساخته برای جمع‌آوری و ذخیره رواناب استفاده می‌شود آن است که این تکنیک آسان می‌باشد و سازندگان محلی معمولا با نحوه ساخت این مخازن آشنایی دارند. در عین حال محدودیت‌های مخازن پیش ساخته ذخیره آب سطوح صخره‌ای آبگیر شامل موارد ذیل است:

- آنها فقط حجم محدودی از آب را نگهداری می‌کنند و در چند هفته به اتمام می‌رسند.
- نسبت به سدهای سنگی ملاتی و بندهای خاکی ذخیره آب، گران‌تر هستند.

- تعیین ابعاد مخازن پیش ساخته

حجم مخازن پیش‌ساخته و تجاری در دسترس از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لیتر تغییر می‌کند. هزینه هر واحد حجم آب ذخیره شده در این مخازن بستگی به روش ساخت و مصالح استفاده شده دارد. برای ذخیره‌سازی در حجم زیاد، دو مخزن یا بیشتر می‌توانند به یکدیگر متصل باشند.

جدا از هزینه خرید و یا ساخت مخزن، ابعاد مخزن با توجه به موارد زیر تعیین می‌شود:

- تقاضای موجود
- مساحت سطوح آبگیر منطقه مورد نظر
- بارندگی

نکته حائز اهمیت آن است که اگر این مخازن ارتفاع کمتر از ۲۰۰ سانتی‌متر داشته باشند، یک مزیت اقتصادی محسوب می‌شود زیرا برای ساخت آنها با ارتفاع بیش از ۲۰۰ سانتی‌متر، نیاز به تقویت و استحکام زیادی دارند که هزینه‌بر است.

۲- حوضچه‌ها و استخرهای ذخیره آب

این ذخیره‌سازی سطحی شامل تمام انواع تجهیزات ذخیره‌سازی است که در آن آب را بر روی سطح زمینی باز ذخیره می‌کنند. سازه‌های ذخیره‌سازی شامل حوضچه‌های حفرشده و یا استخرهایی هستند که به راحتی در مناطق نسبتاً مسطح با خاك عمیق ساخته می‌شوند. زمین‌های نفوذ ناپذیر بهترین مکان برای ساخت این نوع مخازن است. در استخرهایی با حجم ذخیره‌سازی در حدود ۳۰۰۰۰ متر مکعب، توسط متراکم‌سازی خاك کف استخر نفوذ ناپذیر می‌شوند. همچنین تزریق بتن خطر فرسایش را کاهش می‌دهد و مانع از تشکیل لجن می‌شود. برای کاهش نفوذ آب در خاك، کف

و دیواره‌های استخر را می‌توان با سنگ، بتن و یا ورقه‌ای پلاستیکی بادوام و مقاوم به اشعه ماوراء بنفش پوشاند (شکل ۱۰).

ابعاد حوضچه و استخر با توجه به تقاضای آب، ظرفیت آورد حوضه آبریز و هزینه‌های ساخت و تعمیر و نگهداری، تعیین می‌شود.

برای پر کردن این گودال‌ها و حوضچه‌ها، رواناب از جاده‌ها، زمین‌های بایر، مناطق صخره‌ای و از مناطق مرتعی جمع‌آوری شده و به سمت تجهیزات ذخیره‌سازی هدایت می‌شوند. مخازن اغلب از آبی که از جریان‌های موقتی و رودخانه‌ها منحرف شده است، پر می‌شوند.

شکل ۱۰- تصاویری از حوضچه و استخر روباز ذخیره آب

- سد

سدها را می‌توان در کل طول رودخانه‌های فصلی ساخت و جریان‌های موقتی را ذخیره و استفاده کرد. با توجه به مصالح ساخت سدها به سه گروه خاکی، سنگی و یا وزنی بتنی طبقه بندی می‌شوند. انتخاب نوع سد به شرایط زمین شناسی، توپوگرافی، اندازه سرریز و محل آن، نسبت هزینه و سود، تجهیزات و در دسترس بودن نیروی کار بستگی دارد. برای یک رودخانه فصلی باریک که بین دیواره‌های سنگی قرار دارد و یک جریان زود گذر با حجم زیاد در آن ایجاد می‌شود، یک سد وزنی بتنی مناسب است ولی ممکن است با توجه به سطح زمین اجرای سد خاکی مطمئن‌تر باشد شکل (۱۱) نمونه‌ای از یک سد جهت ذخیره نزولات را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱- تصویری از یک سد ذخیره نزولات

به طور کلی با احداث سد می‌توان برای انواع روش‌های مطرح شده، حجم مورد نیاز از آب باران تولید شده را ذخیره نمود. گر چه برای ذخیره‌سازی آب استحصال یافته، سدهای سنگی ملاتی نسبت به سایر انواع روش‌های ذخیره سازی به دلایل زیر اولویت دارند:

- می‌توان محل خروجی دره‌های صخره‌ای را با یک دیواره سنگی ملاتی به صورت مستقیم مسدود کرده و آب را پشت آن ذخیره نمود.
- در صورت وجود سرمایه و کارگر می‌توانند به صورت مرحله‌ای ساخته شوند.
- هیچ مشکلی از نظر فرسایش ندارند.
- نگهداری آنها فقط شامل جاروب کردن سطوح صخره‌ای قبل از باران و تعویض به موقع شیر آب می‌باشد.

- هیچ جدال مالکیتی به وجود نمی‌آورند.
- زمین‌های کشاورزی و مراتع را اشغال نمی‌کنند.

نکته مهم در مورد سدهای سنگی ملاتی این است که وقتی عرض دیواره سد سنگی ملاتی سه پنجم ارتفاع آن باشد، هیچ تقویتی لازم نیست زیرا فاکتورهای ریزش و لغزش به وسیله وزن دیواره سد کنترل می‌شود. آب ذخیره شده با شیب هیدرولیکی از طریق یک لوله به یک دریچه خروجی در پای دامنه منتقل می‌شود. یک پمپ ساده یا ابزار سیفونی می‌تواند آب را به یک مکان مرتفع منتقل کند.

- ایجاد سقف روی مخازن سدها

تبخیر می‌تواند تا نصف حجم آب ذخیره شده در سدهای ذخیره بدون سقف را هدر بدهد. سقف‌های ساخته شده از صفحات گالوانیزه می‌توانند به لوله‌های آب گالوانیزه که به ستون‌ها وصل شده‌اند، محکم شوند. معایب این کار عبارتند از:

- موش‌ها می‌توانند وارد مخزن سدها شوند.
- بخار آب باعث خوردگی سیم‌ها و صفحات آهنی گالوانیزه گردد.

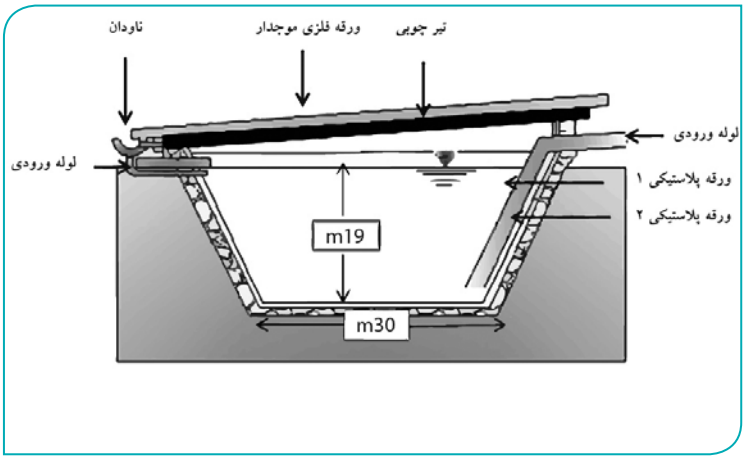
برای پایداری و دوام بیش‌تر می‌توان از لوله‌های پی وی سی که با بتون پر شده به عنوان ستون استفاده نمود. همچنین با خمیده نمودن این میله‌ها، از آن‌ها جهت ساخت سقف‌های گنبدی شکل مستحکم بهره گرفت.

۴- آب انبار

آب‌انبارها در واقع مخازن زیرسطحی هستند که ظرفیت آن‌ها در محدوده ۱۰۰۰-۱۰ متر مکعب است (علی[1] و همکاران، ۲۰۰۹) (ال-سالایمه[2] و همکاران، ۲۰۰۱). آن‌ها معمولاً برای ذخیره آب جهت مصرف انسان و دام و طیور و در بعضی موارد برای آبیاری هم استفاده می‌شوند. در بسیاری از مناطق، از جمله اردن و سوریه، این مخازن در داخل سنگ تعبیه شده‌اند و معمولاً دارای ظرفیت کمی هستند. آب رواناب از حوضه آبریز مجاور جمع‌آوری و یا از یک حوضه آبریز دور به وسیله کانال آورده می‌شود. رواناب حاصل از اولین بارندگی فصل معمولاً برای به حداقل رساندن آلودگی آب انبارها، منحرف می‌شود. حوضچه ته‌نشینی گاهی اوقات برای کاهش رسوبات ساخته می‌شود، همچنین گاهی ورقه‌های رنگی پلاستیکی جهت جلوگیری از ورود نور بر روی آنها نصب می‌گردد. این مانع از رشد جلبک‌ها شده همان-گونه که در شکل (۱۲) زیر دیده می‌شود، دو ورقه پلاستیکی وجود دارد که گودال را پوشش می‌دهد: ورقه پلاستیکی شماره ۱ به طور دائم در محل قرار می‌گیرد، در حالی که ورقه شماره ۲ گودال را پوشش می‌دهد و می‌توان برای خارج کردن رسوبات آن را برداشت.

1- Ali
2- Al-Salaymeh

حفره‌ای به بزرگی ابعاد یک انسان در سقف، اجازه دسترسی برای تمیز کردن را می‌دهد. آب حاصل از بارندگی و رواناب مناطق مجاور استحصال شده و در آب انبار ذخیره می‌گردد (پرینز[1]، ۲۰۱۰). شکل (۱۳) تصویری از یک آب انبار مدرن را نمایش می-دهد.



شکل ۱۲- مقطع عرضی یک آب انبار

شکل ۱۳- تصویری از یک آب انبار مدرن بتنی

1- Prinz

پوشش سازه‌های ذخیره آب

مصالح مختلفی می‌تواند برای پوشش سازه‌های ذخیره‌سازی خاکی جهت به حداقل رساندن تلفات نشت آب، مورد استفاده قرار گیرند. متراکم‌سازی زمین ممکن است برای ساخت یک پوشش ضخیم مورد استفاده قرار گیرد. زمین به صورت لایه-لایه مرطوب و سپس متراکم می‌گردد. برای جلوگیری از نشت و نفوذ، ضخامت لایه متراکم شده زمین باید حداقل ۲۰ سانتی‌متر باشد. بنتونیت سدیم، خاك رس کلوئیدی ریز بافت برای کاهش نشت در خاك‌هایی که حاوی درصد بالایی از ذرات درشت دانه هستند، با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بنتونیت با خاك مخلوط شده و در لایه‌ای به عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر به کار برده می‌شود و با یک لایه ریز از خاکی با بافت متوسط پوشش داده می‌شود .

پوشش‌های غشایی و ورقه‌های مختلف را هم می‌توان در سطح خاك به کار برد و هم با خاك مخلوط و یا در زیر خاك استفاده کرد. هنگامی که یک لایه غشایی برای کنترل نشت در خاك قرار می-گیرد، سازه خاکی باید برای قرارگیری مصالح پوششی حفر گردد. ضخامت مصالح پرکننده در حدود ۳۰-۱۵ سانتی‌متر است. شیب جانبی قسمتی که در آن مصالح غشایی به خاك اضافه می‌شود نباید بیش از۱:۳ باشد.

انواع مختلفی از ورق‌های پلاستیکی، از جمله پلی وینیل کلرید (PVC)، پلی اتیلن (PE)و پلی‌اتیلن کلر (CPE)به عنوان مصالحی که از نشت جلوگیری می‌کنند، شناخته می‌شوند و عمدتاً در زیر خاك قرار می‌گیرند. پلاستیک هنگامی که در معرض آفتاب و آسیب‌های ناشی ازماشین آلات قرار می‌گیرد، تخریب می‌شود و از بین می‌رود. ضخامت ورقه‌ای پلاستیکی که در زیر خاك قرار داده می‌شوند باید ۳۰-۲۵ میکرومتر باشد، در حالی که وقتی در سطح خاك استفاده می‌شوند باید داری ضخامتی بین۱۲۰-۹۰ میکرومتر باشد.

پایش مستمر و دوره‌ای سیستم‌های احداثی

آنچه که در نهایت باید قطعا در تمامی طرح‌های زیست‌محیطی از جمله این طرح مد نظر قرار گیرد پایش محدوده مورد مطالعه می‌باشد. این پایش از سه منظر قابل اجرا است. پایش کیفیت آب و عوامل بیماری‌زا در آب مورد استفاده، پایش میزان استفاده و نوع گونه‌های استفاده کننده از آب آبشخورهای احداثی و پایش گونه‌های طعمه‌خوار و شکارچیان انسانی.

بسیاری از بیماری‌های مسری و یا حتی مشترک در بین حیات وحش می‌تواند از طریق آبشخورها منتقل و اپیدمی شود. جهت جلوگیری از ابتلای حیات وحش به این بیماری‌ها که می‌تواند موجب تلفات ناگهانی و خارج از کنترل گردد پایش قسمت آبشخور در سیستم‌های طراحی شده ضروری

می‌باشد. علاوه بر آن میزان عناصر و املاح نیز باید در حد استاندارد باشد.

از طرفی جهت مطالعه‌ی میزان کارآمد بودن آبشخورهای احداثی می‌بایست تعداد و نوع گونه‌هایی که در طول سال از این آبشخورها استفاده می‌کنند مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. این کار را می‌توان با بررسی اطلاعات ثبت شده از دوربین‌های موجود در منطقه و یا از طریق آمارگیری و ثبت مشاهدات انجام داد.

در نهایت میزان مشاهده‌ی شکارچیان و طعمه‌خواران در اطراف آبشخور می‌بایست در ماه‌های مختلف سال پایش و بررسی شده و ارتباط افزایش یا کاهش آن‌ها با میزان افزایش و کاهش استفاده از آبشخور مورد مطالعه قرار گیرد و در نهایت به این امر رسید که تامین آب به وسیله آبشخور باعث کاهش تعداد افراد گونه بر اثر فعالیت‌های شکار و طعمه‌خواری نشده باشد.

منابع

۱. پیرمرادی، ر. نخعی، م. و اسدیان، ف. ۱۳۸۹. تعیین مناطق مناسب جهت احداث سد زیرسطحی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی. مطالعه موردی: دشت ملایر استان همدان. فصلنامه جغرافیای طبیعی. ۳، ۵۱-۶۶.

۲. جعفری شلمزاری، م. ۱۳۹۳. مکان‌یابی و اولویت‌بندی روش‌های تامین آب برای حیات وحش در مناطق خشک. مطالعه موردی: پارک ملی کویر. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۳. چکشی، ب. طباطبایی یزدی، ج. ۱۳۹۱. استحصال آب باران شیوه‌ای جهت استفاده از دانش بومی به منظور تامین آب در مناطق خشك. اولین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران.

۴. ذوالفقاری، ح. هاشمی، ر. فشی، م. ۱۳۸۸. بررسی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش-های سالانه در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۹۲، ۱۶۷-۱۸۸.

۵. عسگری، م. ۱۳۹۳. استحصال آب باران برای کشاورزی در مناطق خشک. مرکز تحقیقات، توسعه و کیفیت سازمان اتکا.

۶. کرمی، پ. اسماعیل پور، ی. کمانگر، م. قاسمی، ص. ۱۳۹۲. مکانیابی مناطق مستعد احداث آبشخور خاصه آهوی ایرانی با استفاده از مدل هم پوشانی شاخص. مطالعه موردی: منطقه شکار ممنوع قراویز کرمانشاه. سومین همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار.

۷. مهدوی، م. ۱۳۸۷. هیدرولوژی کاربردی، جلد ۱.

8. Ali, A., Oweis, T., Salkini, A.B. & El-Naggar, S. (2009). Rainwater Cisterns: Traditional Technologies For Dry Areas. International Center For Agricultural Research In The Dry Areas (Icarda), Aleppo, Syria.

9. Al-Salaymeh, A., Al-Khatib, I.A. & Arafat, H.A. (2011). Towards Sustainable Water Quality: Management Of Rainwater Harvesting Cisterns In Southern Palestine. Water Resources Management.

10. Boers, T. M. & Asher, J. B. 1981. A Review Of Rainwater Harvesting.

11. Brigham, W. R. & Stevenson, C. 2003. Wildlife Water Catchment Construction In Nevada. Technical Note 397.

12. Ccme. 2002. Canadian Water Quality Guidelines For The Protection Of Agricultural Water Uses. In: Canadian Environmental Quality Guidelines 2002. Canadian Council Of Ministers Of The Environment, Winnipeg.

13. Commonwealth Bureau Of Census And Statistics (Cbcs) 1946. Official Year Book Of The Commonwealth Of Australia No. 37-1946 And 1947, Commonwealth Bureau Of Census And Statistics.

14. Critchley, W. & Siegert, K. (1991). Water Harvesting: A Manual For The Design And Construction Of Water Harvesting Schemes For Plant Production. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome, Italy. Available From: Http://Www.Fao.Org/Docrep/U3160e/U3160e00.Htm (Date Of Access 20th Feb. 2012).

15. Dedrick, A.R. (1975). Storage Systems For Harvested Water. In: G.W. Frasier (Ed.) Water Harvesting

Symposium, March 26 28, 1974, Phoenix, Arizona. Us Department Of Agriculture, Agricultural Research Service, Berkeley, California, Usa. Pp. 175 191.

16. Dedrick, A.R. (1975). Storage Systems For Harvested Water. In: G.W. Frasier (Ed.) Water Harvesting Symposium, March 26 28, 1974, Phoenix, Arizona. Us Department Of Agriculture, Agricultural Research Service, Berkeley, California, Usa.

17. Dupchak, K. 1999. Evaluating Water Quality For Livestock. Manitoba Agriculture, Food, And Rural Initiatives Factsheet. World Wide Web Document Http://Www.Gov.Mb.Ca/Agriculture/Livestock/Ntrition/Bza0ls06.Html (Accessed 4/20/04).

18. Edwards, K. A., Classen, G. A. & Schroten, E. H. J. 1983. The Water Resource In Tropical Africa And Its Exploitation, International Livestock Center For Africa.

19. Falkenmark, M., Fox, P., Persson, G. & Rockstr m, J. (2001). Water Harvesting For Upgrading Of Rainfed Agriculture: Problem Analysis And Research Needs. Stockholm International Water Institute (Siwi), Stockholm, Sweden, Report Number: 11.

20. Forzieri, G., Gardentia, M., Caparrini, F.& Castelli, F. 2008. A Methodology For The Pre-Selection Of Suitable Sites For Surface And Underground Small Dams In Arid Areas: A Case Study In The Region Of Kidalm Mali. Physics And Chemistry Of The Earth.

21. Haan, C.T., B.J. Barfield And J.C. Hayes, 1994, Design Hydrology And Sedimentology For Small Atchments, Academic Press; And Waterfall, P.H., 1998, Harvesting Rainwater For Landscape Use, Rizona Department Of Water Resources.

22. Hanson, L. S. 2008. On The Statistical Nature Of Daily Rainfall And The Storange Reliability- Yield Behavior Of Rainwater Harvesting Systems In The United States, Proquest Publication.

23. Hoogmoed, M. (2007). Analyses Of Impacts Of A Sand Storage Dam On Groundwater Flow And Storage. Amsterdam, Nl: Free University Amsterdam.

24. James C. Cathey, Russell A. Persyn, Dana O. Porter,Monty C. Dozier, Mike Mecke And Billy Kniffen . 2006. Harvesting Rainwater For Wildlife. Agrilife Extension, Texas A&M System.

25. Janardhana Raju, N., Ready, T. V. K. & Munirathnam, P. 2006. Subsurface Dams To Harvest Rainwater- A Case Study Of The Swarnamukhi River Basin, Southern India. Hydrogeology Journal.

26. Khouri, J., Amer, A. & Slih, A. (1995). Rainfall Water Management In The Arab Region. Prepared By Unesco/Rosta Working Group. United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization/Regional Office For Science And Technology In Africa, Cairo, Egypt.

27. Krausman, P. R., Rosenstoc, S. S. & Cain, J. W .2006. Developed Waters For Wildlife: Science, Perception, Values, And Controversy. Wildlife Society Bulletin.

28. Leibundgut, C., Mcdonnell, J.J., Schultz, G. A., Sciences, I. A. O. H., Geodesy, I. U. O. & Assembly, G. G. 1999. Integrated Methods In Catchment 22- Hydrology: Tracer, Remote Sensing And New Hydrometric Techniques: Proceedings Of An International Symposium Held During Iugg 99, The Xxii

General Assembly Of The International Union Of Geodesy And Geophysics, At Birmingham, Uk18–30 July 1999, Iahs.

29. Linsley, R.K., Kohler, M.A. & Paulhus, J.L.H. (1982). Hydrology For Engineers (3rd Ed.). New York: Mc Graw–Hill.

30. Longjunci, X.Y. 2010. Desertification And Its Control In China, Springer.

31. Malesu, M. M. 2007. Mapping The Potential Of Rainwater Harvesting Technologies In Africa: A Gis Overview And Atlas Of Development Domains For The Continent And Nine Selected Countries. World Agroforestry Centre,2007.

32. Mati, B. M. 2006. Overview Of Water And Soil Nutrient Management Under Smallholder Rain–Fed Agriculture In East Africa, Iwmi.

33. Mzirai, O.B. & Tumbo, S.D. (2010). Macro–Catchment Rainwater Harvesting Systems: Challenges And Opportunities To Access Runoff. Journal Of Animal & Plant Sciences, 2010. Vol. 7, Issue 2: 789 800. Access Http://Www.Biosciences.Elewa.Org/Japs

34. N.A.O.S 2001. More Water For Arid Lands: Promising Technologies And Research Opportunities. The Minerva Group, Inc. (U.S)

35. Nissen–Petersen, E. (2006c). Water From Roads. A Handbook For Technicians And Farmers On Harvesting Rainwater From Roads. Nairobi, Kenya: Asal Consultants Ltd. And Danish International Development Assistance (Danida).

36. O'gara, B.W., And J.D.Yoakum.1992. Pronghorn Management Guides. Usdi Fish And Wildlife Service, Washington,D.C.

37. Pacey, A. & Cullis, A. (1986). Rainwater Harvesting. The Collection Of Rainfall And Runoff In Rural Areas. Intermediate Technology Publications, London, Uk.

38. Peterson, H.G. 1999. Livestock And Water Quality. Agriculture And Agri–Food Canada, Prairie Fram Rehabilitation Administration. Word Wide Web Document Http://Www.Agr.Gc.Ca/Pfra/Water/Livestck E.Htm (Accessed 5/16/04).

39. Prinz, D. (2010). Identification And Design Of Potential Water Harvesting Interventions In Selected Watersheds Of Northern Libya. Arc Libya Icarda Collaborative Program, Water Harvesting And Irrigation Management Project, Tripoli, Libya. International Center For Agricultural Research In The Dry Areas, Aleppo, Syria.

40. Quilis, R.O., Hoogmoed, M., Ertsen, M., Foppen, J.W., Hut, R. & De Vries, A. (2009). Measuring And Modeling Hydrological Processes Of Sandstorage Dams On Different Spatial Scales. J. Phys. Chem. Earth., 34(4): 289 298. Available From: Http://Tudelft.Academia.Edu/Mauritsertsen/Papers/1461726/Accessed 15th Jan. 2012.

41. Rain (Rainwater Harvesting Implementation Network) (2007). A Practical Guide To Sand Dam Implementation [Online]. Rain Foundation, Amsterdam, Nl. Available From: Http://Www.

Rainfoundation.Org /Fileadmin /Publicsite /Manuals /Sand_Dam_Manual_Final.Pdf [Date Of Access 6 September 2007].

42. Ramakrishnan, D., Bandyopadhyay, A. & Kusuma, K. N. 2009b. Scscn And Gis-Based Approach For Identifying Potential Water Harvesting Sites In The Kali Watershed, Mahi River Basin, India. J. Earth Syst.

43. Rice, W. 2004. Water Harvesting To Benefit Wildlife: A Simple, Cheap, And Durable Sub-Surface Water Harvester For Remote Locations. Environmental Monitoring And Assessment 99.

44. Runyan, C., And J.Bader. 1995. Water Qulity For Livestock And Poultry. Cooperative Extension Service Guide M-212, New Mexico State University, Las Cruces.

45. Santos Pereira, L., Cordery, I.& Iacovides, I.2009. Coping With Water Scarcity: Addressing The Challenges, Springer.

46. Scanlon, B., Keese, K., Flint, A., Flint, L., Gaye, Ch., Edmunds, W. & Simmers, I. (2006). Global Synthesis Of Groundwater Recharge In Semiarid And Arid Regions. Hydrol. Process. 20, 3335 3370.

47. Sengupta, N. (1993). User-Friendly Irrigation Designs. London: Sage Publications, London, Uk.

48. Serwan, M. J. B. & Kamruzamanwan, Y. 2003. Modeling Optimum Sites For Locating Reservoirs In Tropical Environment. Water Resources Management.

49. Soltanpour, P.N., And W.L.Raley. 1999. Livestock Drinking Water Quality. Cooperative Extension Livestock Series Leaflet No. 4.980, Colorado State University, Fort Collins.

50. Steven S. Rosenstock, Michael J. Rabe, Chantal S. O'brien & Robert B. Waddell.(2004). Studies Of Wildlife Water Development In Southwestern Arizona: Wildlife Use, Water Quality, Wildlife Diseases, Wildlife Mortalities, And Influences On Native Pollinators. Technical Guidance Bulletin No. 8. Federal Aid In Wildlife Restoration.

51. Strangeways, I. (2006). Precipitation: Theory, Measurement And Distribution. Cambridge University Press, Cambridge, Uk.

52. Unanimous. 2012a. Rock Catchment Rainwater Harvesting [Online]. Www.Paceproject.Net.

53. Unanimous. 2012b. Runoff Collection Using Surface And Underground Structures [Online]. Available: Http://Www.Oas.Org /Dsd /Publications /Unit /Oea59e /Chl4.Htm.

54. Unanimous. 2012c. Water Resources Development Projects [Online]. Available: Http://Web.Iitd.Ac.In / Chahar /Courses /Cel351 /Dams-%20introduction.Pdf.

55. Worm, J. & Van Hattum, T. (2006). Rainwater Harvesting For Domestic Use. Agrodoc 43. Agromisa Foundation And Cta, Wageningen, The Netherlands.

پیوست ۲ :
اجرای پروژه سطوح آبگیر باران در جزیره کبودان

مقدمه

نتایج حاصل از مطالعات صورت پذیرفته که در فصل های یک تا چهار این کتاب ارائه گردیده است منتهی به انتخاب یک محل در جزیره کبودان جهت احداث سامانه استحصال آب باران از سطوح عایق سنگی گردید. بر این اساس با همکاری دفتر طرح حفاظت از تالاب ها و اداره کل محیط زیست استان آذربایجان غربی و نظارت انجمن سطوح آبگیر باران اقدام به اجرایی نمودن طرح فوق گردید.

در پیوست پیش رو مراحل اجرایی صورت پذیرفته طرح (تا زمان چاپ کتاب- بهمن ۱۳۹۴) به صورت مختصر و تصویری ارائه گردیده است.

مراحل اجرا شده

- تحویل عرصه : محدوده اجرای پروژه توسط کارفرما و ناظر در محل مشخص و جزئیات طرح به مجری ابلاغ گردید.
- پاکسازی سطح کار : در این مرحله لاشه سنگ‌ها از سطح زمین جمع‌آوری شده و سطح زمین بوته‌تراشی شده است (شکل ۱).
- حمل بخشی از مصالح مورد نیاز : انتقال مصالح شامل ۴۰ کیسه سیمان، ۲ تن ماسه و ۱۵۰۰ لیتر آب، از ایستگاه چی‌چست به محل اجرای طرح (شکل ۲).
- احداث دیواره‌های سطوح آبگیر: دو مورد دیواره به طول حدود ۳۳ متر با مصالح سنگی و ملات سیمان احداث گردیده است (شکل ۳).
- پی‌کنی و خاکبرداری مخزن ذخیره آب باران: با توجه به ابعاد نهایی مخزن، پی‌کنی مخزن انجام و سطح آن تراز گردیده است. (شکل ۴)
- احداث سه طرف دیوار مخزن: در این قسمت تا زمان تنظیم پیوست سه طرف دیواره مخزن تا ارتفاع یک متر با مصالح سنگ و ملات سیمان احداث گردیده است (شکل ۴).
- پی‌کنی حوضچه رسوبگیر: با توجه به ابعاد حوضچه عملیات پی‌کنی و خاکبرداری آن انجام شده و پس از انتقال مصالح تکمیلی، ساخت آن ادامه خواهد یافت (شکل ۵).

در شکل ۶ نیز نمای کلی از وضعیت اجرا شده پروژه نشان داده شده است. لازم به ذکر است با توجه به بالا آمدن آب دریاچه و برودت هوا در منطقه، ادامه عملیات مقدور نبوده و به زمان مناسب موکول گردیده است.

مراحل در دست اجرا

- عایق بندی سطوح سنگی و دیواره جمع آوری کننده
- احداث آبشخور و سایبان
- احداث کانال انتقال آب به رسوبگیر
- اجرای اتصالات و لوله های مورد نیاز انتقال آب و تخلیه رسوب
- احداث رسوبگیر و پوشش آن
- اجرای اشل های اندازه گیر ارتفاع آب مخزن
- احداث کامل مخزن و سقف
- تست آب بندی مخزن و عملکرد سامانه
- اجرای پوشش ژئومنبران کف مخزن
- آموزش نگهداری و پایش سامانه

شکل ۱- پاکسازی سطح کار

شکل ۲- حمل بخشی از مصالح مورد نیاز

شکل ۳- احداث دیواره‌های سطوح آبگیر

(الف)

(ب)

(ج)

شکل ۴- (الف)، (ب) و (ج) احداث سه طرف دیوار مخزن

شکل ۵- پی‌کنی حوضچه رسوبگیر

شکل۶- نمای کلی از وضعیت اجرا شده پروژه

A pre-feasibility study shows that in three out of four important Urmia islands (i.e. Espir, Kaboodan and Ashk) there exist long sloping rock surfaces with a good distribution which can be used as an impervious catchment for runoff collection. It is only the Arezoo Island that has more gentle topography and is covered with a weathered surface layer so that an artificial impervious catchment may be needed. In order to avoid any habitat damage resulting from prolonged use of forage, the rainwater catchment and watering points should be located at appropriate distances from each other.

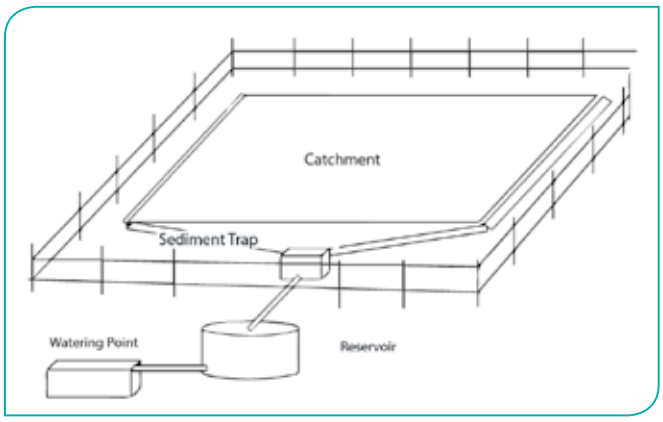
The cost of RWH implementing systems includes catchment isolation, cistern, fencing, accessories and installation cost. Construction cost of a 15 m3 capacity RWH system can be estimated as follows:

factor	Unit	Unit Cost (US$)	Total Cost (US$)
PVC membrane	150 (m2)	10	1500
Precast Cistern	15 (m3)	4500	4500
Accesories	10٪	600	600
fencing	50 (m)	15	750
Instalation		1000	1000
Total			8350

for any similar locations within and outside the Urmia region provided they have the same climatological characteristics. The manual starts with rainwater harvesting categorization and applications. The prerequisite studies are explained and some of the most reliable and state of the art solutions are introduced. Design methods and construction details for rainwater harvesting systems along with operation and maintenance instructions are also presented.

Rainwater harvesting systems are composed of a catchment, conveying devices and storage facilities. The catchment should be almost impermeable and large enough to provide the required amount of water during individual or several consequent rainfall events. Catchment surface may be naturally impervious or can be artificially isolated for maximum runoff production using different material types such as cement, bitumen or PVC membranes. The latter is the most common material used for waterproofing the natural slopes where the ground surface is not impermeable enough. Provided that it is properly installed, 80% runoff coefficient with minimum of 20 years lifetime has been reported from previous cases. Runoff generated by impervious catchments can be conveyed into a downstream reservoir using a pipeline or low height ditches. Reservoir capacity should be tailored with respect to the long-term average monthly rainfall frequency analysis. Another important criterion for selecting reservoir capacity is that the water storage should serve throughout the dry season lasting for more than 5 to 6 months with no rain at all. One can use a prefabricated reservoir or it can be constructed in situ. In cases where water is harvested for plant production, runoff produced from catchment may be conducted directly into the plant root zone. A simple connection between the reservoir and watering point will be established via a pipeline and a floating valve.

Some sort of filtration is required to avoid any debris or birds waste entering into the reservoir. Water quality can be further guaranteed by regular cleaning and fencing the catchment area. Water circulation and aeration can be achieved by proper installation of intake, outlet and ventilation openings.



A schematic layout of Rainwater catchment System for wildlife watering

element of this support was directed to finding a solution to the provisioning of freshwater to sustain valuable wildlife on the islands of the lake. In particular, two species of threatened mammals, Dama mesopotamica (Persian Fallow Deer) and Ovis orientalis gmelini (Armenian Wild Sheep) have been introduced to the southern islands of the lake.

Until the severe drying of the lake occurred, the islands provided reliable water and food availability for these valuable mammals and other biodiversity. However, the mammals now disperse from the islands over the bed of the lake in their search for water and food. Occasional counter-measures have been undertaken by local authorities including water transport by ship and helicopter, but these are not sustainable in the long-term. Apart from water scarcity, animal forage has also been affected by the recent drought. Therefore, any solution proposed for providing animal drinking water, should consider the sustainability of food supplies and planting practices at the same time.

The report contains five chapters:

- **Chapter 1** presents a general reconnaissance study of Lake Urmia, including meteorology, physiography, geology, water resources and bio-diversity. An assessment of the critical facilities for water supply, available within an accessible distance to Lake Urmia's islands is made. These include access to water, electricity and transportation as well as possible shortcomings with regards to what might be required for proposed construction activities. Based on past experiences, an estimation has been made of the wildlife water requirements.
- **Chapter 2** presents common practices for rainwater harvesting in dry-land regions which have been documented by relevant international organizations such as FAO and ICARDA. A review of domestic and local activities with regards to wildlife watering experiences has also been included. A brief introduction is also presented about the most common definitions and categorization of different rainwater harvesting methods and applications.
- **Chapter 3** reports the results of a very comprehensive field survey of Lake Urmia's islands which was undertaken, after all maps and previous studies had been accurately reviewed. Existing water supply potentials, such as stream networks and land cover as well as groundwater aquifer, were considered during many site visits. Detailed specifications such as rock type, topography, catchment's dimension and land cover were evaluated according to prescribed weighting criteria.
- **Chapter 4** introduces the most feasible solutions for supplying water for wildlife on Lake Urmia's islands. The proposed methods are rainwater harvesting from artificial and rock surface catchments as well as construction of underground dams. This selection has been made based on present land surface and stream networks. The most reliable locations with regards to rainfall-runoff characteristics were selected for an immediate construction program. Based upon site selection and project type reported earlier, cost estimates for each individual solution were prepared and presented. Typical drawings for site layout and ancillary structures are presented at the end of the chapter.
- **Chapter 5** presents a special manual that has been developed for rainwater harvesting methods to provide water for wildlife on Lake Urmia's islands. The manual could be applicable

Rainwater Harvesting for Wildlife on Lake Urmia's Islands

SUMMARY

This report presents the conclusions of a detailed review of the best options for rainwater harvesting to provide a reliable source of freshwater for valuable wildlife on the islands of Lake Urmia in the Islamic Republic of Iran.

Rainwater harvesting (RWH) is a modern solution for collecting, conducting and storing rainfall-induced runoff from natural and artificial impermeable surfaces. This method is particularly useful for remote areas where usual water supply systems may not be applicable.

The report was prepared by Iranian Rainwater Catchment Systems Association (IRCSA) for the Conservation of Iranian Wetlands Project. The conclusions are based on a review of international best practices, as well as field investigations at the site. The results are of specific value for addressing current biodiversity conservation challenges at Lake Urmia, as well as of general interest for applying similar approaches in other regions.

Lake Urmia is a vast (5000 km2) hypersaline lake in NW Iran. It is a National Park, UNESCO Biosphere Reserve and Ramsar Site, of great importance to biodiversity and to the more than 5 million people of the region. Over the last 15 years, the volume and surface area of the lake has decreased alarmingly, with a simultaneous increase in salinity such that the lake has lost its important ecological functions. This has occurred as a result of excessive abstraction of water from the catchment for irrigated agriculture, as well as long term climatic changes in this already semi-arid region. The situation at the lake has become a national crisis, and significant measures are being implemented to address the problem.

The Conservation of Iranian Wetlands Project was launched in 2005 with the support of UNDP, the Global Environment Facility and Iran's Department of Environment. It has focused on the introduction of ecosystem-based and participatory approaches for the conservation and management of Iran's wetland protected areas, including Lake Urmia. Since 2014, the Government of Japan has joined the effort to support the restoration of the Lake, with generous contributions via UNDP and CIWP to a number of activities, in particular sustainable agriculture. One sub-

Study of drought impacts on biodiversity of Lake Urmia islands and alternative solutions of water supply