

بررسی مسائل هیدرولیکی آبگیرها

از نظر رسوبگیری در سازه‌های آبی

و تأثیر آنها در تعادل رودخانه

مهندس مرتضی همتی

بررسی مربوط به طرح هیدرولیکی سازه‌های آبگیر از رودخانه‌هایی که با مشکل رسوبگذاری و فرسایش مواجه هستند و تأثیر آنها در تعادل رودخانه موضوع این مقاله است. البته در اینجا آنچه با اختصار - ۱ - طراحی تأسیسات آبگیری از رودخانه برای دو حالت انجام می‌شوند:

- ۱- آبگیری با کنترل سطح آب در رودخانه با احداث سازه‌های کنترل مثل سد های انحرافی و آب بند.
- ۲- آبگیری بدون کنترل سطح آب رودخانه با استفاده از ایستگاههای پمپاژ. در زمینه هدایت آب به ایستگاههای پمپاژ بسته به وضعیت غلظت و اندازه ذرات رسوبی معمولاً مشکلاتی ایجاد می‌شود که این بررسی را ضروری می‌سازد. در این مقاله ضمن بررسی مشکلات آبگیری‌های موجود، شرایط هیدرولیکی مرتبط به حمل مواد رسوبی و رفتار رودخانه‌ها از نظر رسوبگذاری و فرسایش مورد بررسی قرار گرفته و پس از توضیح در مورد روشهای کنترل رسوب در دهانه آبگیر و بعد از دهانه آبگیر، انواع آبگیرها دسته‌بندی شده و بسته به نحوه مصرف راه حل ارائه شده است.

مشخصه‌های طراحی سیستم‌های انحراف و برداشت آب جهت پمپاژ

پمپ، هرگونه اقدام برای طراحی، باید با توجه به نوع مصرف آب صورت پذیرد. لذا باید توجه داشت که در طراحی آبگیر باید تمامی تمهیدات لازم جهت

۱- روشهای کنترل رسوبات در دهانه آبگیر:
کنترل رسوبات ممکن است قبل از سیستم پمپاژ و یا بعد از آن صورت گیرد. قبل از انتخاب نوع آبگیر و یا

کنترل رسوبات در رودخانه انجام شود. مسلماً اگر تأسیسات آبیگر در محل نامناسبی از رودخانه قرار گیرد، قسمت اعظم رسوبات وارد آبیگر شده و برای تخلیه مجدد آن به رودخانه هزینه زیادی صرف خواهد شد. همچنین در صورتی که کف آبیگر در ارتفاع مناسبی از کف رودخانه قرار داده نشود ممکن است مقدار زیادی از رسوبات کف وارد آبیگر شود و یا در فصل کم آبی، آبیگری مقدور نباشد. قبل از طراحی تأسیسات آبیگری ایستگاه پمپاژ، باید تأسیسات مختلفی مثل دیوارهای هدایت کننده و غیره که ارزان تر و ساده تر است مورد بررسی قرار گیرند تا ابتدا در حد ممکن از ورود رسوبات رودخانه به داخل آبیگر جلوگیری شود و سپس جهت دفع رسوبات در ورودی انواع تأسیسات کنترل کننده در طول کانال و یا انواع حوضچه های رسوبگیر، مطالعه و جهت اجرا توصیه گردد. برای روشن شدن مطالب فوق در زیر به شیوه های مختلفی جهت کنترل رسوبات اشاره می شود:

۱-۱- انتخاب محل آبیگری مناسب رودخانه
موقعیت آبیگر اولین و مهمترین موضوعی است که در حذف رسوبات رودخانه و مخصوصاً رسوبات دانه درشت نقش اساسی دارد. اصولاً تعبیه آبیگر در قسمت بیرونی قوس رودخانه موجب می شود که رسوبات کمی وارد آبیگر شود. در این قسمت از رودخانه جریان حلزونی باعث رانده شدن رسوبات کف به طرف داخل قوس می شود این مسئله را بدین نحو می توان بیان کرد که وجود قوس باعث به وجود آمدن دو نیروی گریز از مرکز و جانب مرکز می گردد.

نیروهای گریز از مرکز که در نتیجه سرعت اولیه جریان به وجود می آید با نیروی جانب مرکز که ناشی از زبری کف بستر است در حال تعادل نیستند در نتیجه نیروها به نحوی عمل می کنند که به علت بالا بودن سرعت آب در قسمت بالایی (از مرکز ثقل جریان به بالا) توده آب به طرف قوس بیرونی رانده شود و به عکس به

علت زیاد بودن نیروهای جانب مرکز در قسمت پایین عمق رودخانه (از مرکز ثقل به پایین) توده آب به طرف قوس داخلی بستر کشیده می شود و با توجه به اینکه غلظت رسوبات در نزدیکی کف بیشتر است رسوبات به طرف داخل بستر و آب صاف تر به طرف خارج رودخانه کشیده می شوند و از طرف دیگر به علت کوتاه بودن مسیر جریان در قسمت قوس داخل سرعت جریان کم شده و رسوبات ته نشین می شوند. البته اطلاعات زیادی در مورد ارتباط این محل با مقدار رسوبات انتقالی، اندازه رسوبات حمل شده، خصوصیات رودخانه و قوس آن وجود ندارد. و به طور تجربی توصیه می شود که محل آبیگر ۳۵ تا ۴۰ درجه از شروع انحنا پایین تر قرار بگیرد.

موضوع مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد اینست که وقتی آبیگری اعم از نوع اسکله ای، برجی و با کانال رابط و غیره احداث می شود، اگرچه رودخانه احداث آبیگر در قوس بیرون از نظر ورود رسوبات حداقل بوده، ولی خطر فرسایش و آب بردگی ایجاد می شود. این موضوع در آبیگر ضلع جنوبی ایستگاه تحقیقات زابل که در پایین دست سد انحرافی زهک روی رودخانه سیستان احداث شده قابل مشاهده است. به علت تجمع رسوبات مقابل آبیگر، برداشت غیر ممکن شده است در حالی که اگر آبیگر در بالا دست سد زهک رود قرار داشت این مشکل ایجاد نمی شد.

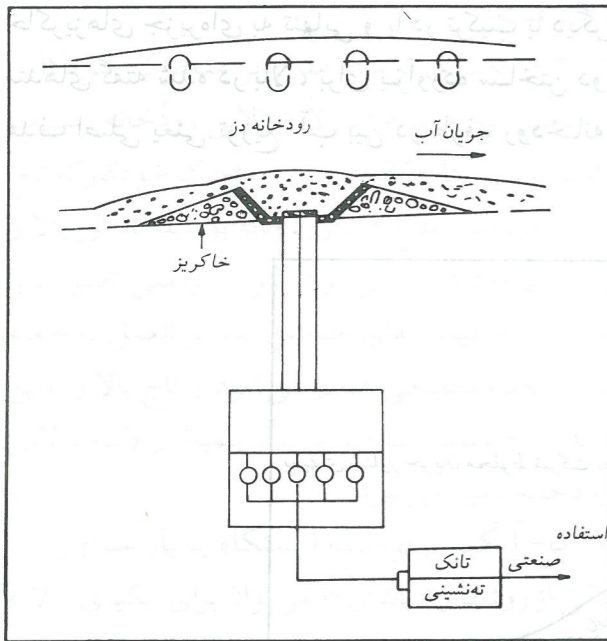
تنظیم جریان رودخانه در ارتباط با پایداری آن و منظم کردن مسیر رودخانه در راستا و شکل مورد نظر بوسیله متدهایی از قبیل طرح دیواره های حفاظتی و دیوارهای هادی کف، آب شکن ها و خاکریزهای جزیره ای انجام می شود. در کشور هند معمولاً توسط بل و اخیراً بوسیله اسپرینک طرح می گردد. این دیوارها در یک یا دو ساحل رودخانه جهت محدود کردن جریان رودخانه در یک مسیر مشخص ساخته می شود و

رودخانه هایی که به پیچاب^(۱) گرایش دارند باعث جریان رودخانه در مسیر محدود شده ای می شوند. دیواره های هادی همچنین در قسمتهای محدب و یا مقعر برای کنترل رسوب و یا ترکیبی از اصلاح مسیر و کنترل رسوبات به کار می رود.

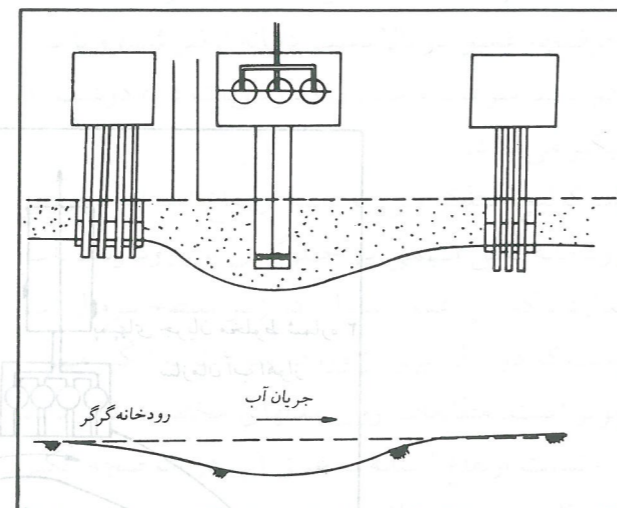
آبیگرهای ایستگاه پمپاژ نیروگاه رامین و ایستگاه پمپاژ کارخانه فولاد اهواز در قوس بیرونی رودخانه کارون احداث شده و دیواره ها از بافت ریزدانه و بدون تثبیت بوده که بر اثر فرسایش رودخانه به طرف آبیگر متمایل

می شود و در معرض خطر آب بردگی هستند و برعکس در آبیگر ایستگاه پمپاژ کارخانه قند دزفول و سید حسن بازوی به عنوان دیوارهای هادی (اپی) عمل کرده و پس از تجمع رسوبات در دهانه آن رودخانه به سمت مقابل متمایل شده و امکان آبیگری غیرممکن شده است. (شکل های ۱ تا ۴)

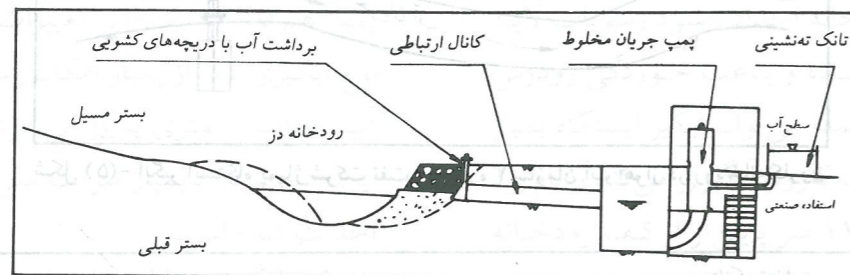
۱- Meandering



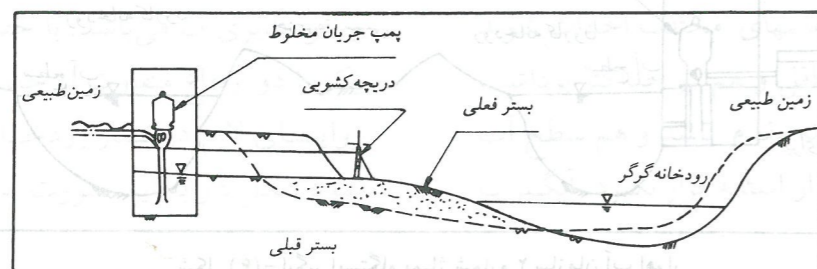
شکل (۱) - آبیگر ایستگاه پمپاژ کارخانه قند دزفول



شکل (۲) - آبیگر از طریق کانال رابط ایستگاه پمپاژ سید حسن



شکل (۳) - آبیگر کارخانه قند دزفول



شکل (۴) - آبیگر ایستگاه پمپاژ سید حسن

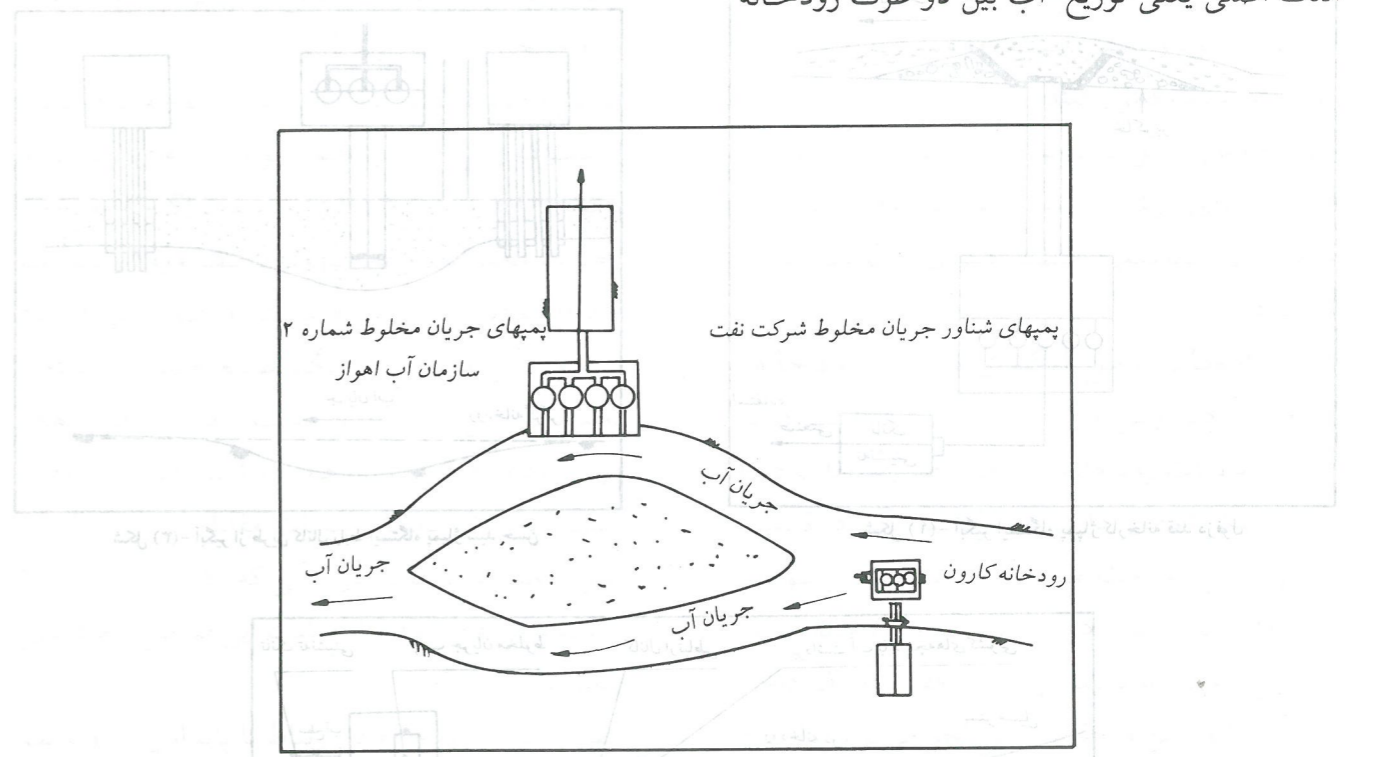
این گونه دیوارها که برای مبارزه با مشکلات فوق الذکر طراحی می شوند، در بسیاری از کارهای هندیا و در سد انحرافی سوکور پاکستان، در سد انحرافی بارتلی امریکا و در ایران روی رودخانه قزل اوزن طراحی و اجرا شده است.

خاکریزهای جزیره‌ای^(۱) به طور مصنوعی در رودخانه‌های عریض و در بالا دست آبگیرها ساخته می شوند و جهت محافظت آنها از سنگ چینی استفاده می شود.

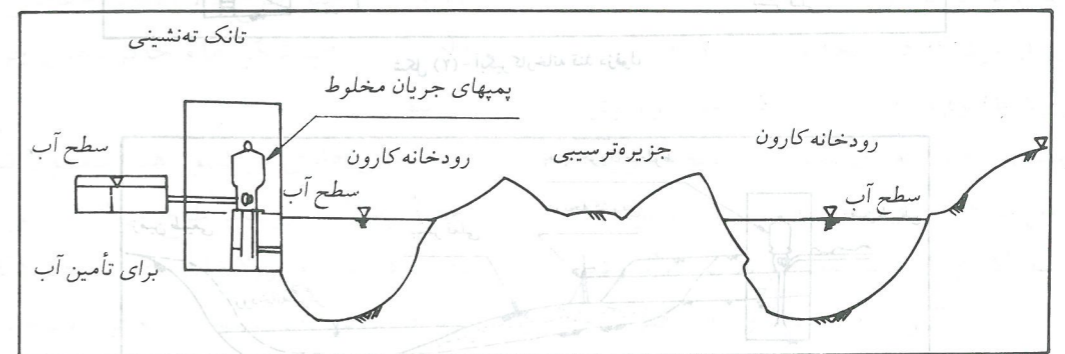
خاکریزهای جزیره‌ای به تنهایی و یا در ترکیب با دیگر متدهای گفته شده در بالا، برای برآورده ساختن دو هدف اصلی یعنی توزیع آب بین دو طرف رودخانه

جهت آگیری و ایجاد انحنای مناسب در هر دو طرف رودخانه طراحی و ساخته می شوند، مخصوصاً وقتی که رودخانه عریض بوده و آگیری از دو طرف انجام می شود این متد انحنایی دلخواه در بالا دست هر دو آبگیر ایجاد می کند. مثلاً جزیره‌ای که وسط رودخانه کارون تشکیل شده و آن را به دو شاخه تقسیم کرده در ساحل سمت راست آبگیر ایستگاه پمپاژ شماره ۲ سازمان آب اهواز قرار دارد که در شکل‌های (۵) و (۶) می توان مشاهده کرد.

۱- Pitched Island



شکل (۵) - آبگیر ایستگاه پمپاژ شرکت نفت و شماره ۲ سازمان آب اهواز در رودخانه کارون



شکل (۶) - آبگیر ایستگاه پمپاژ شماره ۲ سازمان آب اهواز

آب شکن‌ها به طور مورب در عرض رودخانه ساخته می شوند و بسته به اینکه جهت آنها به طرف بالا دست و یا پایین دست رودخانه باشد باعث جذب رسوبات در بالا دست و پایین دست خود شده و در عین حال جریان رودخانه و رسوبات را به طرف وسط رودخانه هدایت می کنند و در این مورد کاملاً مؤثر عمل می کنند.

۱-۲- آبگیر با دهانه‌های متعدد در ارتفاع‌های مختلف

هر چه دهانه آبگیر با آستانه بلندتر ساخته شود آب فقط از لایه بالایی وارد آبگیر شده و در نتیجه لایه پایینی آب که غلظت آن بیشتر است از لایه بالایی جدا می شود. از طرف دیگر آستانه بلند موجب به وجود آمدن یک حوضچه عمیق در بالا دست دهانه آبگیر شده و باعث کم شدن سرعت و عدم ورود رسوبات دانه درشت به آبگیر می شود.

شوکلچ متذکر می شود که ارتفاع آستانه در روی رودخانه نقش مهمی در جلوگیری از ورود رسوبات ندارد بلکه این عمق آستانه در زیر سطح نرمال آب است که در جلوگیری از ورود رسوبات به آبگیر مهم و مؤثر است. مطالعات روی مدل‌های مختلف نشان داده که نسبت ارتفاع آستانه به عمق آب در حوضچه آبگیر حداقل باید ۰/۳۰ باشد.

همانطوریکه توضیح داده شد اگر آبگیر با آستانه پایین و یا پایین تر از کف رودخانه احداث شود رسوبات لایه پایین وارد آبگیر شده و باعث خوردگی زودرس پروانه‌ها می شود. از جمله می توان آبگیر ایستگاه پمپاژ کوت امیر که از رودخانه کارون آگیری می کند را نام برد که کف آبگیر حدود ۱۱ متر پایین تر از کف رودخانه احداث شده است.

برای رفع این نقایص بهتر است حتی المقدور آبگیرها با دهانه‌های متعدد در ارتفاع‌های مختلف احداث شوند که هم در دبی‌های حداقل و هم در حداکثر برداشت آب از لایه بالاتر رودخانه مقدم باشد و هم سطح آب در دبی حداقل پایین تر از آستانه قرار نگیرد. آبگیر با

دهانه‌های متعدد در ایستگاه پمپاژ ساحل چپ و راست روی رودخانه گرگان به منظور تأمین آب کشاورزی در بالا دست سد خاکی قابوس بن وشمگیر و آبگیر پمپاژ نیروگاه رامین ساخته شده‌اند.

۱-۳- سکوی طره‌دار
سکوه‌های طره‌دار حدود ۱ متر بالای کف حوضچه ساخته می شوند. مخصوصاً در مواقعی که دبی آگیری کم باشد نقش مؤثری در جلوگیری از ورود رسوبات دارند و این موضوع به وسیله مدل‌های فیزیکی نیز تأیید شده است.

۱-۴- آگیری توسط سر ریز متحرک خودکار
از آنجایی که همیشه آب لایه بالایی رودخانه رسوب کمتری دارد با استفاده از سر ریز متحرک خودکار که تاج آن با تغییرات سطح آب رودخانه بوسیله شناور بالا و پایین می رود کنترل می شود. پس از بررسی تغییرات با استفاده از گیرنده‌های حساس دستورالعمل به جعبه دنده الکترومکانیکی صادر می شود و تاج بالا و پایین شده و همیشه آب مورد نیاز پمپاژ از لایه بالایی رودخانه تأمین می شود.

۱-۵- آگیری بوسیله ایستگاه پمپاژ شناور
یکی از روش‌های دیگری که می توان برای آگیری از لایه بالایی آب رودخانه پمپاژ نمود ایستگاه‌های پمپاژ شناور است که با تغییرات سطح آب رودخانه ایستگاه پمپاژ هم قادر است از این تغییرات تبعیت کند و در این نوع آگیری قبل از پمپاژ امکان رسوبگیری نیست ولی آب با غلظت کمتری پمپاژ می شود. از این نوع آبگیر در ایران در ایستگاه پمپاژ شرکت ملی نفت ایران در اهواز احداث شده است.

۱-۶- آگیری با استفاده از چاه فلمن
سیستم آگیری چاه فلمن بر اساس حرکت آب در خاک و نفوذپذیری آن می باشد. با حفر گالری‌های افقی در یک یا دو ارتفاع متفاوت از چاه اصلی با فواصل و زوایای لازم در کنار رودخانه می توان آگیری نمود. شکل کار به این صورت است که ابتدا آب زیر

زمینی وارد گالری های افقی که فیلترگذاری شده می شود و سپس وارد چاه اصلی و از آنجا برای مصارف گوناگون پمپاژ می شود. در آبیگری به این طریقه رعایت نکات ذیل ضروری است:

۱- این سیستم آبیگری در مناطق با بافت درشت دانه توصیه می شود. زیرا آبدهی آن بیشتر است.

۲- در مسیری از دیوار رودخانه به سمت چاه، سیل بند برای جلوگیری از سرریز سیلاب به داخل چاه احداث شود.

۳- از آنجایی که ظرفیت آبدهی آن کم و در حدود ۳۰-۵۰ متر مکعب در ساعت است بجز برای مصارف شرب و احیاناً صنعتی برای مصارف کشاورزی اقتصادی نمی باشد.

۴- برای تهیه قطعات و وسایل آن به تکنولوژی پیشرفته تر نیاز است.

چاه فلمن (پروژه سیل بند چاه فلمن) شوشر

سازمان آب شوشر به جای آبیگری از رودخانه و تصفیه آن برای مصارف شهر اقدام به حفر چاه فلمن نموده است. قطر این چاه ۲ متر به فاصله ۶۰ متری از رودخانه کارون و به عمق ۱۳ متر حفر شده که با حفر ۱۲ گالری افقی در دو ارتفاع به فاصله یک متر از یکدیگر قرار دارند و هر کدام ۶ گالری با زاویه ۶۰ درجه نسبت به یکدیگر فیلترگذاری شده و از طریق آنها آب زیرزمینی وارد شده و در نهایت در چاه اصلی ریخته و از آنجا توسط پمپاژ برای مصارف شهر استفاده می شود. ظرفیت آبدهی این گونه چاهها $4-3.5 \text{ m}^3/\text{d}$ بوده و در سایر شهرستانها مثل اصفهان، مشهد، رشت و باختران نیز قبلاً احداث شده که در حال بهره برداری هستند.

۲- رسوبگیری بعد از آبیگری:

در بخشهای گذشته روشهای کنترل رسوب در دهانه آبیگر مورد بحث قرار گرفت. از آنجایی که همه مواد

معلق توسط آبیگر کنترل نمی شود باید با توجه به نوع مصرف رسوبزدایی عملی گردد. ساده ترین و معمول ترین وسیله حوضچه های رسوبگیر هستند که بحث پیرامون نحوه طراحی، انواع و کارایی آنها در مقوله این طرح نیست. فقط در اینجا در باره نحوه استفاده آنها در آبیگری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱-۲- حوضچه های رسوبگیر

حوضچه های رسوبگیر بسته به شرایط محل، نوع پمپها، نوع مصرف آب و بالاخره نوع آبیگر ممکن است قبل از پمپاژ و یا بعد از آن تعبیه شوند. در صورتی که قبل از پمپاژ احداث شود (حوضچه مکش) با توجه به اینکه ارتفاع کف آن برابر و یا پایین تر از ارتفاع کف رودخانه بوده امکان تخلیه ثقلی هیدرولیکی وجود ندارد و ناچاراً با انواع وسایل مکانیکی و یا الکترومکانیکی (پمپهای لجن کش) و یا قایق لایروب اقدام به تخلیه رسوبات ته نشین شده نمود. در این حالت آب پمپاژ شده صافتر و انرژی مصرفی برای پمپاژ ارزان تر و هزینه مواد افزودنی مصرفی شیمیایی برای تصفیه آب بخصوص برای شرب، کم هزینه تر خواهد بود. از این قبیل حوضچه های رسوبگیر در ایستگاه های پمپاژ سبیلی، کوت عبدالله، هفت تپه و میان آب شوشر برای مصارف کشاورزی و کارخانه فولاد اهواز برای مصارف صنعتی احداث شده اند.

و در حالتی که حوضچه های رسوبگیر بعد از پمپاژ احداث شوند در این صورت انرژی مصرفی برای پمپاژ و مواد افزودنی شیمیایی برای تصفیه بخصوص برای شرب بیشتر و پرهزینه تر و استهلاک پمپها نیز بیشتر می شوند. ولی تخلیه رسوبات ته نشین شده به طریقه ثقلی و هیدرولیکی امکان پذیر خواهد بود. در این نوع حوضچه های رسوبگیر در ایستگاههای پمپاژ رامین، زرگان، تصفیه شکر اهواز برای مصارف صنعتی و کوت امیر و دارخوین برای مصارف شرب وجود دارند.