

ارزیابی سدهای تغذیه‌ای در پروژه‌های تغذیه مصنوعی استان خراسان رضوی

سید حسین رجائی^{۱*}، علی باقریان کلات^۲، زهره شیبانی‌زاده^۳، مصطفی یوسفی خضری^۴

*۱- دکتری علوم و مهندسی آب- سازه‌های آبی، محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

(h.rajaei@areeo.ac.ir)

۲- دکتری زمین‌شناسی مهندسی، محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۳ و ۴- کارشناس محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

چکیده

سامانه‌های سطوح آبیگر باران دارای دو بخش جمع‌آوری کننده و بخش ذخیره‌کننده نزولات و باران هستند. یک حوزه آبریز در واقع یک سامانه طبیعی سطوح آبیگر است که باران استحصالی را در پایین دست به مصرف می‌رساند. پروژه‌های تغذیه مصنوعی به‌عنوان طرح‌های بزرگ استحصال آب باران در حوزه‌های آبریز نقش مهمی در مدیریت منابع آب در کشور دارند. در این مقاله با نگاه نقادانه به پروژه‌های تغذیه مصنوعی اجراشده در استان خراسان رضوی، مسائل و مشکلات موجود مورد ارزیابی قرار گرفته است. تعداد ۲۴ پروژه تغذیه مصنوعی زیر نظر شرکت سهامی آب منطقه خراسان رضوی است که در این بین ۱۰ پروژه به‌صورت سد تغذیه‌ای اجراشده است. ارزیابی میدانی این پروژه‌ها و بررسی گزارش مطالعات مربوطه با هدف تعیین فراوانی اشکالات موجود انجام شد. دسته‌بندی مشکلات در سه مرحله مطالعات، اجرا و بهره‌برداری انجام شد. در مرحله مطالعات نتایج بررسی نشان می‌دهد در نیمی از پروژه‌ها ببرآورد هیدرولوژی رواناب و سیلاب دچار مشکل هستند. مشکل رسوبات در ۴۰ درصد طرح‌ها مشاهده می‌شود. در مرحله اجرا ۶۰ درصد طرح‌ها اشکالات اجرایی در مرحله ساخت دارند. مشکل آبتویی پایین‌دست سازه‌های صلب با ۴۰ درصد فراوانی و تبخیر زیاد و نواقص تجهیزات مکانیکال هرکدام با ۲۰ درصد در مجموعه طرح‌های موردبررسی مشاهده شده است. در خصوص نگهداری عملاً هیچ برنامه‌ریزی خاصی وجود ندارد و این امر موجب شده است برخی نواقص جزئی به دلیل عدم رسیدگی به مشکلات پیچیده‌تر تبدیل شود. تقویت بعد کارشناسی در مرحله طراحی و توجه به موضوعاتی نظیر مهندسی رودخانه و هیدرولیک رسوب و همچنین طراحی هیدرولیکی صحیح سازه‌ها در مرحله مطالعات، نظارت دقیق و انتخاب پیمانکاران مجرب در مرحله اجرا و برنامه‌ریزی صحیح برای مرحله بهره‌برداری در افزایش راندمان و عمر مفید پروژه‌ها بسیار مؤثر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی سازه‌های آبی، استحصال آب باران، تغذیه مصنوعی، سدهای تغذیه‌ای.

مقدمه

در خصوص استحصال آب ناشی از بارندگی از دیرباز روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است. رواناب طبیعی حوزه‌های آبریز ناشی از باران مازاد بر نفوذ و ذخیره در سطح یک حوزه است که از طریق شبکه آبراهه‌های حوزه به پایین دست منتقل می‌شود. در یک مقایسه نسبی می‌توان گفت یک حوزه آبریز، بخش جمع‌آوری یک سامانه طبیعی سطوح آبیگر باران است و پایین دست حوزه اعم از آبخوان دشت یا دریاچه یا دریاها، پایانه جمع‌آوری و ذخیره آب سامانه است. در این حالت چنانچه پایانه طبیعی تجمع رواناب خروجی حوزه، از بعد کمی یا کیفی خارج از دسترس بهره‌برداران قرار داشته باشد، با تغییر ساختار جمع‌آوری آب از طریق طرح‌هایی نظیر سدهای ذخیره یا پروژه‌های تغذیه مصنوعی، پایانه تجمیع رواناب در سامانه به یک سامانه مصنوعی باقابلیت بهره‌برداری برای ساکنین بدل خواهد شد. سدهای تغذیه‌ای از جمله طرح‌هایی است که در بین انواع مختلف پروژه‌های تغذیه مصنوعی مورد توجه اغلب طراحان و مهندسين قرار می‌گیرد. ارزیابی فنی طرح‌های اجرا شده این فرصت را فراهم می‌کند که بتوان با رفع نواقص در مرحله طراحی و اجرای پروژه‌های جدید راندمان بهره‌برداری و عمر مفید پروژه‌ها را افزایش دهد. در این مقاله مجموعه سدهای تغذیه‌ای احداثی در استان خراسان رضوی که توسط شرکت آب منطقه‌ای استان مورد بهره‌برداری قرار گرفته است مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن ارائه می‌شود. این ارزیابی در بخش سازه‌ای طرح‌ها بوده و عوامل تخریب و یا پایداری سازه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است طرح‌های تغذیه مصنوعی از نظر نوع سیستم تغذیه و سازه‌های اجرایی متنوع است و منظور از سدهای تغذیه‌ای، سازه‌هایی هستند که به فرم بند یا سد و به صورت یک سازه منفرد در رودخانه‌ها باهدف تغذیه احداث شده‌اند. در این تقسیم‌بندی بندها و سازه‌های متوالی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. البته برخی از پروژه‌های مورد بررسی علاوه بر هدف تغذیه ممکن است اهداف دیگری نظیر تأمین بخشی از نیاز آبی کشاورزی را نیز مدنظر داشته باشند.

زینالی (۱۳۷۸) عملکرد پروژه تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران که دارای بند انحرافی، کانال انتقال و ۵ حوضچه تغذیه است را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد در بخش مطالعات پایه گزارش‌های هواشناسی و هیدرولوژی مناسب نبوده که موجب نامناسب بودن طراحی حجم مخازن شده است. به دلیل عدم تطابق طراحی و ساخت سازه‌ها در مرحله اجرا، در رخداد سیل سال ۱۳۷۶ خسارت زیادی به پروژه وارد شده است. اسلامی و همکاران (۱۳۸۶) ضمن بررسی علل تخریب پروژه تغذیه مصنوعی فاروب رومان در شمال غرب شهرستان نیشابور، سعی کردند با ارائه راهکارهای فنی با حداقل هزینه اجرایی سیستم را به گونه‌ای بازطراحی کنند که از تمام ظرفیت سازه‌های موجود استفاده شود و همچنین نواقص اجرایی سازه‌ها در مرحله قبل برطرف شود. جانمایی نامناسب سازه‌های آبیگر در طراحی اولیه دلیل اصلی خسارات ایجاد شده تشخیص داده شد. عادلپور و صوفی (۱۳۸۸) پروژه پخش سیلاب کوثر در استان فارس را از بعد هیدرولیکی مورد بررسی قرار دادند و سعی کردند معیاری برای تعیین فاصله بین خاکریزهای متوالی ارائه نمایند. آن‌ها با توجه به افزایش سرعت در امتداد شیب عرصه، تنش برشی بیشینه را معیار مناسبی برای تعیین فاصله خاکریزها بیان کردند. رجائی و خدانشناس (۱۳۸۹) ضمن ارائه مدلی از تقسیم جریان بین دروازه‌های پخش در کانال‌های آبرسان شبکه‌های تغذیه مصنوعی در شهرستان کاشمر و سبزوار که در امتداد کانال به صورت سرریز جانبی عمل می‌کنند، نشان دادند طراحی تیپ این دروازه‌ها به صورت یکسان عامل عدم تقسیم یکنواخت جریان بین آن‌ها بوده است. در همین خصوص نعمایی و همکاران (۱۳۹۳) وضعیت عملکرد سرریزهای جانبی در شبکه‌های پخش سیلاب را بصورت آزمایشگاهی بررسی کردند و نشان دادند طراحی سرریزهای جانبی برای کانال‌های پخش سیلاب صرفاً مبتنی بر عدد فرود، مناسب نیست و علاوه بر عدد فرود در بالادست، نسبت عمق جریان و به ارتفاع سرریز، طول بی‌بعد سرریز و نسبت عمق جریان به عرض کانال اصلی هم بر دبی عبوری از سرریز کناری مؤثر است. مصطفایی و همکاران (۱۳۹۵) سعی کردند بر اساس نتایج اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی، عوامل مؤثر بر موفقیت طرح‌های پخش سیلاب را ارائه نمایند. بر این اساس ۱۶ معیار مؤثر تعریف شد که ۷ معیار شامل نفوذپذیری خاک، عمق آب زیرزمینی، پایداری سازه‌های احداثی، تواتر سیلاب حوزه، کیفیت آب، هدایت هیدرولیکی آبخوان و ارزش اقتصادی آب از اهمیت بیشتری برخوردار بود. بصیرپور و همکاران (۱۳۹۵) طرح‌های تغذیه مصنوعی استان اصفهان را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها ۱۷ پروژه تغذیه مصنوعی را بررسی کردند و نشان دادند طرح‌های مذکور از نظر مکان‌یابی مناسب هستند ولی در مطالعات اولیه دارای اشکالاتی هستند. پروژه‌ها دارای اجرای مناسب هستند ولی از نظر نگهداری با مشکلاتی مواجه شده‌اند.

مرور منابع موجود نشان می‌دهد ارزیابی طرح‌های تغذیه مصنوعی بعضاً با نگاه به یک عامل مشخص و یا تعیین شاخص طراحی

برای یک پارامتر معین انجام شده است. دسته‌بندی انواع طرح‌های تغذیه مصنوعی از حیث فرم سازه‌ها و ارزیابی طبقه‌بندی شده سیستم‌ها به طراحان این کمک را خواهد کرد تا بتوانند بر اساس تجربیات گذشته در خصوص اشکالات احتمالی سازه، نسبت به طراحی مناسب و پیش‌بینی خطرات احتمالی اقدام نمایند. هدف این مقاله کمک به دستیابی به این اهداف است.

مواد و روش‌ها

تعریف تغذیه مصنوعی و اهداف آن

به‌طور خلاصه تعریف تغذیه مصنوعی عبارت است از روشی برای وارد کردن آب به بیک سازند نفوذپذیر نظیر آبرفت موجود در آبخوان، باهدف استفاده مجدد از آن باکیفیت و رژیم متفاوت. با توجه به تعریف فوق طرح‌های تغذیه مصنوعی شامل موارد زیر نخواهد بود. - هر سیستم که هدف آن تغذیه مصنوعی نباشد ولی از تبعات آن نفوذ آب ببه آبخوان باشد نظیر شبکه‌های آبیاری، مخازن، کانال‌ها و نظایر آن که تلفات موجب نفوذ آب به سفره زیرزمینی می‌شود. - هر نوع تغذیه از لایه‌های آبدار مجاور و یا رودخانه‌ها که در اثر افت سطح سفره زیرزمینی موجب نفوذ جریان به آبخوان موردنظر شود. - هر نوع نفوذ آب از طریق پساب‌های شهری و چاه‌های جذبی دفع فاضلاب.

انواع سیستم تغذیه مصنوعی

این مقاله بخشی از یک مطالعه جامع درخصوص پروژه‌های تغذیه مصنوعی است که به سدهای تغذیه‌ای می‌پردازد. لذا ابتدا نحوه دسته‌بندی پروژه‌ها تدوین می‌شود. در یک تقسیم‌بندی کلی انواع سیستم‌های تغذیه مصنوعی را می‌توان در سه گروه کلی دسته‌بندی کرد. این دسته‌بندی عبارت‌اند از سیستم‌های تزریق عمقی، سیستم‌های نفوذ سطحی و سیستم نفوذ واداری. سیستم تزریق عمقی شامل انواع سیستم‌های تغذیه مصنوعی است که در آن از طریق چاه‌های تزریق آب ببه داخل آبرفت نفوذ داده می‌شود. درواقع سیستم‌های تزریق عملکردی معکوس پمپاژ در چاه‌ها دارند. سیستم‌های نفوذ سطحی عمدتاً از طریق تغذیه سطحی آبخوان‌ها انجام می‌شود و شامل کلیه روش‌هایی است که در آن آب از طریق استقرار در سطح زمین در مناطق با نفوذپذیری مناسب و نفوذ تدریجی از طریق لایه آبرفت غیراشباع نهایتاً به آبرفت اشباع رسیده و موجب افزایش ذخیره آب در لایه اشباع خواهد شد. سیستم نفوذ واداری نوعی از سیستم تغذیه مصنوعی است که عمدتاً در مواردی که با فراهم بودن شرایط، موضوع بهبود کیفیت منابع آب مدنظر باشد اجرا می‌شود. در این مقاله سدهای تغذیه‌کننده که در طبقه‌بندی سیستم‌های تغذیه سطحی و زیرگروه سیستم‌های مبتنی بر نفوذ در بستر رودخانه قرار دارند مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. برخی از سدهای مورد مطالعه دارای ارتفاع کم هستند و شاید بتوان آن را بیک خاکریز قلمداد نمود با این وجود از آنجا که در بین سازه‌های مورد مطالعه بصورت یک سازه منفرد اجرا شده‌اند و همچنین دارای سرریز مشخص و بعضاً خارج از محور اصلی سازه می‌باشند، ولو با ارتفاع کمتر به عنوان سد پذیرفته شده‌اند. در زیر جدول طبقه‌بندی انواع سیستم‌های تغذیه و زیرگروه‌های هر کدام ارائه شده است.

منطقه مورد بررسی

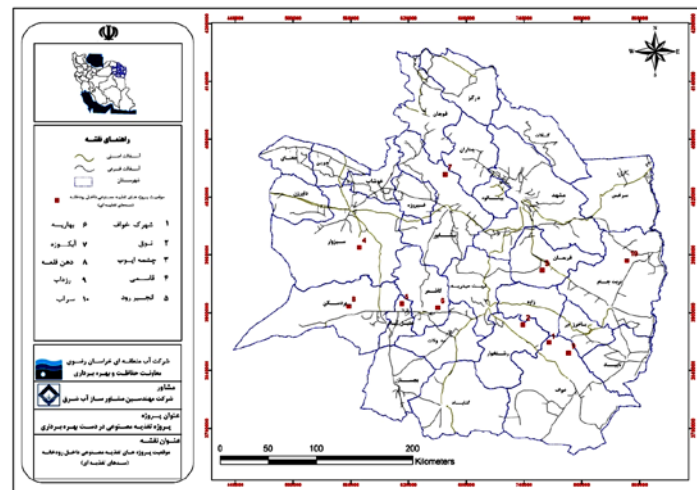
در استان خراسان رضوی پروژه‌های متعددی باهدف استحصال رواناب حوزه‌ها و تغذیه مصنوعی اجرا شده است. در این بین تعداد ۲۴ پروژه متعلق به شرکت سهامی آب منطقه خراسان رضوی است که از انواع سیستم‌های نفوذ سطحی است. در این بین تعداد ۱۰ پروژه سد تغذیه‌ای داخل رودخانه، ۷ پروژه پشته‌های خاکی متوالی داخل رودخانه و ۷ پروژه به‌صورت استخرها و حوضچه‌های تغذیه خارج از رودخانه‌ای است. جدول ۲ پروژه‌های تغذیه مصنوعی که به‌صورت سد و در مسیر رودخانه ساخته شده است و همچنین موقعیت جغرافیایی و سال بهره‌برداری آن‌ها را نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۱ موقعیت سدهای تغذیه‌ای استان بر روی نقشه نشان داده شده است.

جدول ۱: تقسیم‌بندی انواع سیستم‌های تغذیه مصنوعی [۴، ۱۱ و ۱۳]

طبقه‌بندی کلی سیستم	گروه اصلی	زیرگروه
سیستم نفوذ عمقی	- چاه‌های تزریق	۱- چاه‌های خشکه‌کار- محفور در آبرفت غیراشباع ۲- چاه‌های تره‌کار- محفور در آبرفت اشباع
سیستم نفوذ سطحی	- سیستم‌های مبتنی بر نفوذ در بستر رودخانه	۱- سدهای تغذیه‌ای* ۲- پشته‌های خاکی متوالی ۳- ساماندهی و تقویت مسیر جریان
	- سیستم‌های مبتنی بر نفوذ در خارج از بستر رودخانه	۱- استخرها و حوضچه‌های تغذیه ۲- سیستم پخش سیلاب الف- با کنترل ورودی ب- بدون کنترل ورودی ج- سیستم غلام‌گردشی د- پشته‌های خاکی روی خط تراز ه- روش انهار خطوط تراز و- آبیاری تغذیه‌ای
سیستم نفوذ واداری	- نفوذ واداری از رودخانه	
	- نفوذ واداری از دریاچه‌های آب شیرین	

جدول ۲: موقعیت جغرافیایی پروژه‌های سدهای تغذیه‌ای استان خراسان رضوی

ردیف	نام پروژه	محل اجرا	سال بهره‌برداری	E	N
۱	رزدآب	خواف - روستای رزدآب	۱۳۷۳	۵۲/۸ ۰۷ ۶۰	۲۵/۳ ۴۹ ۳۴
۲	شهرک	خواف - روستای شهرک	۱۳۷۳	۴۲/۱ ۵۴ ۵۹	۴۴ ۵۵ ۳۴
۳	نوق	ترت حیدریه	۱۳۶۹	۳۷ ۱۷ ۵۹	۵۹/۵ ۰۵ ۳۵
۴	سد تغذیه‌ای سراب	۱۳ کیلومتری شهر صالح‌آباد	۱۳۸۴	۱/۱ ۵۰ ۶۰	۵/۱ ۴۰ ۳۵
۵	چشمه ایوب	۱۰ کیلومتری فریمان	۱۳۷۵	۲۹/۶ ۵۱ ۵۹	۱۷/۳ ۳۶ ۳۵
۶	قاسمی	سبزوار - روستای قاسمی	۱۳۷۳	۴۵ ۴۸ ۵۷	۰۲ ۵۱ ۳۵
۷	انجیر رود	کاشمر - روستای انجیررود	۱۳۷۷	۳۵/۵ ۱۴ ۵۸	۴/۸ ۱۹ ۳۵
۸	بهاریه	کاشمر - روستای بهاریه	۱۳۷۷	۱۵/۳ ۳۹ ۵۸	۳۳/۳ ۱۶ ۳۵
۹	آبکوزه	نیشابور	۱۳۸۲	۴۵ ۵۶ ۵۸	۳۱ ۱۹ ۳۶
۱۰	سد دهن قلعه	۲۰ کیلومتری غرب انابد	۱۳۸۵	۳۸ ۲۳ ۵۷	۱۷ ۵۵ ۳۵



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی سدهای تغذیه‌ای استان خراسان رضوی

بررسی اولیه گزارش‌های مربوط به این ۱۰ پروژه نشان می‌دهد رژیم جریان رودخانه در دو پروژه نوق و سراب به‌صورت فصلی و در مابقی پروژه‌ها سیلابی است.

بررسی نقاط ضعف و اشکالات پروژه‌ها

به‌منظور بررسی بهتر وضعیت پروژه‌های مورد ارزیابی، اشکالات مشاهده‌شده در طرح‌ها در قالب هشت موضوع کلی دسته‌بندی شد. این موارد عبارت‌اند از:

- ۱- عدم آبیگری (یا آبیگری کم به‌رغم انتظارات اولیه)
- ۲- حجم زیاد رسوبات واردشده به پروژه
- ۳- اجرای نامناسب سازه (شامل اشکالات سازه‌ای و مصالح بکار رفته)
- ۴- آبشویی (در بستر آبرفتی پایین‌دست سازه‌های صلب)
- ۵- تبخیر زیاد (در مواردی که زمان نفوذ آب به آبخوان به دلایلی زیاد شود)
- ۶- انسداد دریچه‌های تحتانی (شامل دریچه‌های آبیگر و تخلیه رسوب)
- ۷- عدم تهیه نقشه پس از ساخت (As built). نکته اینکه هیچ‌یک از پروژه‌ها این نقشه‌ها را ندارد.
- ۸- موارد خاص (شامل موارد انحصاری در هر پروژه)

این موارد با بررسی میدانی، بررسی گزارش‌های مطالعات پایه و طراحی‌ها و مطابقت سازه‌های اجرایی با طراحی اولیه مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی گزارش سیلاب سال‌های بهره‌برداری و همچنین گزارش خسارات سیل از دیگر منابع مورد بررسی بود. جدول ۳ بطور خلاصه وضعیت پروژه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳: خلاصه اشکالات موجود در طرح‌های سد تغذیه‌ای استان

نام پروژه	عدم آبیگری	رسوب زیاد	اجرای نامناسب	آبشویی	تبخیر زیاد	انسداد دریچه	نقشه پس از ساخت ندارد	موارد خاص	مطالعه ندارد
چشمه ایوب	*	*	*				*	تخریب قنات	
سراب		*	*	*	*	*	*	عدم تکمیل طرح در بخش تغذیه	
رزداب	*		*	*			*	جانمایی نامناسب	*
شهرک	*		*	*			*		*
نوق		*	*	*			*	مشکل اجتماعی	
دهن قلعه		*		*	*	*	*	برآورد زیاد دبی پیک سیلاب	
انجیررود							*	حجم کم و انسداد بیولوژیک	*
بهاریه	*						*		
قاسمی	*		*				*		*
آبکوزه							*		
تعداد	۵	۴	۶	۴	۲	۲	۱۰	۶	۴

نتایج و بحث

بررسی عملکرد پروژه‌ها

در این بخش به بررسی عملکرد کلی پروژه‌های اجراشده پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه موفقیت اجرای بیک پروژه تغذیه مصنوعی به عوامل مختلفی بستگی دارد. اولین نکته در شناسایی نقاط قوت و ضعف هر یک از پروژه‌های تغذیه مصنوعی دسته‌بندی انواع مسائل است. این دسته‌بندی به‌صورت کلی در سه مرحله مشاهده می‌شود. مرحله مکان‌یابی و مطالعات، مرحله اجرا و مرحله

بهره‌برداری.

الف - مرحله مکان‌یابی و مطالعات

از مجموعه ۱۰ پروژه اجراشده، ۴ پروژه شهرک، رزداب، انجیررود و قاسمی فاقد مطالعات پایه است و صرفاً بر اساس تجربه و نظر کارشناسی مجریان ساخته شده است. سایر پروژه‌ها داری مطالعات پایه است. البته پروژه نوق هم در زمان اجرا دارای مطالعات جامع نبوده ولی بعداً در قالب پروژه مطالعاتی ترفیع بند خاکی نوق مورد مطالعه قرار گرفته است. در ادامه برخی اشکالات ایین مرحله بیان می‌شود.

- مکان‌یابی

در خصوص مکان‌یابی از ۱۰ پروژه مورد بررسی ۷ مورد در خصوص مکان‌یابی باهدف تغذیه مصنوعی مناسب است. ولی ۳ پروژه بیا توجه به محل احداث و فرم سازه جهت اجرای طرح تغذیه مصنوعی مناسب نیست. این پروژه‌ها عبارت‌اند از پروژه‌های نوق، دهن قلعه و انجیررود. پروژه‌های نوق و دهن قلعه بیشتر کارکرد سد ذخیره‌ای دارند و با توجه به حجم مخزن و وضعیت رسوبگیری و ابعاد پروژه، آن‌ها را باید پروژه‌های مخزنی دانست. شکل ۲ سد دهن قلعه و شکل ۳ سد خاکی نوق را نشان می‌دهد. همچنین پروژه انجیررود در محلی قرار دارد که عملاً نقشی در تغذیه مصنوعی نخواهد داشت. بستر و تکیه‌گاه‌های سخت شده و همچنین فاصله از آبرفت درشت‌دانه عملاً این سازه را نیز از کارکرد تغذیه‌ای خود دور می‌کند. تصویر شکل ۴ وضعیت بند خاکی انجیررود را نشان می‌دهد. در خصوص پروژه بزرگ سد سراب صالح‌آباد که باهدف دو منظور ذخیره و تغذیه مصنوعی ساخته شده است می‌توان گفت سازه فعلی بیک سد خاکی با ظرفیت مخزن حدود ۶ میلیون مترمکعب، بخش ذخیره‌ای پروژه بوده و طبق مطالعات موجود مقرر شده بود که در پایین است در مسیر رودخانه در دو نقطه سازه‌های تغذیه‌ای احداث شود. متأسفانه این بخش از پروژه در حال حاضر اجرا نشده و کارکرد فعلی پروژه سد سراب با رهاسازی آب ذخیره‌شده در رودخانه و تغذیه از طریق بستر درشت‌دانه رودخانه انجام می‌شود و سازه خاصی مربوط به تغذیه برای آن اجرا نشده است. شکل ۵ سد سراب صالح‌آباد در شهرستان تربت‌جام را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نمایی از مخزن سد خاکی نوق شهرستان رشتخوار



شکل ۲: نمایی از سد خاکی دهن قلعه شهرستان بردسکن



شکل ۵: نمایی از سد خاکی سراب شهرستان تربت‌جام



شکل ۴: نمایی از بند خاکی انجیررود شهرستان خلیل‌آباد

- مطالعات

در خصوص مطالعات پایه همان‌طور که قبلاً بیان شد ۴ پروژه فاقد مطالعات پایه است. در خصوص سایر پروژه‌ها اشکالاتی در مطالعات مشاهده می‌شود که در ادامه به آن پرداخته می‌شود:

مطالعات هیدرولوژی: بازدیدهای میدانی و گفتگو با خبرگان محلی نشان می‌دهد که از مجموع ۱۰ پروژه اجرا شده تعداد ۵ پروژه از نظر آبیگری و برآورد مناسب سیلاب سالانه با مشکل همراه است. به عبارتی این ۵ پروژه انتظار تأمین آب از طریق ذخیره‌سازی و سپس تغذیه آبخوان را برآورده نمی‌کنند. از این تعداد ۳ مورد مربوط به طرح‌های فاقد مطالعات است ولی در دو مورد دیگر ککه دارای گزارش‌های مطالعات هیدرولوژی هستند عدم آبیگری که در برخی موارد بیش از ۸ تا ۱۰ سال طول کشیده است، حکایت از برآورد بیش از حد رواناب و سیلاب حوزه دارد. پروژه‌هایی که از نظر آبیگری دارای مشکل هستند عبارت‌اند از: چشمه ایوب، رزداب، شهرک، بهاریه و قاسمی. از این تعداد برخی در سال‌های اولیه احداث بعضاً آبیگری داشته‌اند ولی نکته قابل ذکر این است ککه در این بین پروژه‌هایی چشمه ایوب و بهاریه هیچ‌گاه مخزن در حد سرریز کردن آبیگری نداشته‌اند. البته ممکن است طراحی بر اساس محاسبات دست بالا (Over design) انجام شده باشد که با توجه به مباحث اقتصادی و عملکرد چندساله بازهم توجیه‌پذیر نیست. شکل ۶ وضعیت حداکثر تراز داغاب در مخزن سد خاکی چشمه ایوب در سمت چپ تصویر است. این سد در سال ۱۳۷۵ ساخته شده و ۱۹ سال از زمان ساخت آن می‌گذرد. ضمناً بخشی از مخزن نیز بر اثر رسوبات پر شده است.



شکل ۶: تراز داغاب حداکثر در مخزن سد خاکی چشمه ایوب فریمان

رسوبدهی حوزه آبریز: نکته بعدی که در بخش مربوط به مطالعات پایه مطرح است وضعیت رسوبدهی حوزه‌های بالادست پروژه‌ها است. این امر در دو بخش قابل بررسی است. مطالعات برخی پروژه‌ها برآورد رسوبات همراه جریان را کمتر از واقعیت برآورد کرده است که موجب شده پروژه در سال‌های اولیه با مشکلات جدی در خصوص رسوبات همراه شود. در این خصوص می‌توان به پروژه‌های سد سراب و دهن قلعه اشاره کرد. در این پروژه‌ها وضعیت رسوبات و حجم ورودی رسوب به حدی است که عمدتاً سیستم آبیگری، انحراف و تغذیه را با مشکل همراه کرده است. شکل ۲ و ۵ وضعیت رسوبات در این دو پروژه را نشان می‌دهد. تجمع رسوبات تنها نزدیک تاج سرریز در سد دهن قلعه رخ داده است. در برخی دیگر از پروژه‌ها، برآورد رسوب منطقی است ولی سیستم اجراشده ظرفیت مه‌پار بیا تخلیه رسوب را ندارد و بازهم پروژه به واسطه رسوبات دچار محدودیت گردیده. از جمله این موارد می‌توان به پروژه‌ی ننوق اشاره کرد. در مجموع در ۴ پروژه موضوع رسوبات شرایط حاد داشته که قطعاً باید در بحث اصلاح پروژه‌ها اقدام عاجل صورت گیرد. این پروژه‌ها عبارت‌اند از چشمه ایوب، سراب، نوق و دهن قلعه (شرایط بحرانی است).

تبخیر زیاد: موضوع تبخیر در پروژه‌های تغذیه مصنوعی با توجه به مناطقی که در آن‌ها پروژه اجرا می‌شود امری اجتناب‌ناپذیر است. پروژه‌های تغذیه مصنوعی در کشور ما معمولاً در مناطق گرم و خشک اجرا می‌شود. با این وصف پروژه باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که میزان حداقل ماندگاری آب در سطح زمین از نظر زمانی رخ دهد. همچنین سطوح آزاد آب در مخزن به حداقل برسد. در

مواردی که به دلیل رسوبات در کف مخزن سرعت نفوذ عمقی کاهش یابد زمان ماندگاری آب در مخزن افزایش خواهد یافت. همچنین اگر در انتخاب محل پروژه و ابعاد سازه‌ها دقت نشود موجب خواهد شد سطح مخزن در تراز سطح آزاد آب افزایش یابد که در این حالت نیز میزان تبخیر افزایش می‌یابد. در این خصوص می‌توان به پروژه‌های سراب و دهن‌قلعه اشاره کرد. پروژه‌های مذکور با مساحت زیاد سطح آزاد آب دارای تبخیر زیادی هستند.

ب- مرحله اجرا:

اشکالات موجود در پروژه‌های تغذیه مصنوعی که مربوط به مرحله اجرای سازه‌ها و تأسیسات مربوط است از چند بعد قابل بررسی است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

آبشویی پایین دست سازه‌های صلب: اولین بخش از اشکالات اجرایی که بیشترین تعداد را نیز در بر، موضوع آبشویی در پایین دست سازه‌ها خصوصاً سرریزهای تخلیه و نظایر آن است. این مشکل در اکثر پروژه مشاهده شد که البته میزان تخریب ناشی از آب شویی در پروژه‌ها یکسان نیست. در برخی موارد این مشکل حادثتر و در برخی دیگر کمتر است. در سایر پروژه‌ها ککه آبشستگی مشاهده نشد عمدتاً به دلیل عدم آبیگری پروژه یا عدم سرریز کردن پروژه است. به‌عنوان مثال پروژه‌های چشمه ایوب، رزداب، شهرک و بهاریه تاکنون سرریز جریان نداشته‌اند. به‌رحال مشکل آب شستگی را می‌توان با شدت و ضعف متفاوت در کلیه پروژه‌ها مشاهده کرد.

استفاده از مصالح نامرغوب: اشکال دیگر مشاهده شده در مرحله اجرا برای برخی پروژه‌ها، عدم استفاده مصالح مرغوب است. در این خصوص کلیه مصالح بکار رفته اعم از شن، سیمان و سنگ باید مطابق کیفیت طراحی و اجرای بتن باشد. در چند پروژه مشاهده شد که بتن سطحی یا بتن بکار رفته در سازه سنگ و ملات دچار تخریب شده است. این تخریب در چند پروژه به دلیل استفاده از شن رودخانه‌ای در محل که دارای خاک بوده ایجاد شده بود. نمونه این مشکل و همچنین عدم رعایت نسبت سیمان به شن در ملات بکار رفته نیز موجب تخریب سریع سازه شده بود که نمونه آن در پروژه چشمه ایوب دیده شد (شکل ۷). همچنین شکل ۸ تخریب بتن سطحی در سرریز سد خاکی چشمه ایوب فریمان را نشان می‌دهد که در اثر هوازگی عملاً بتن سطحی دچار فرسایش شدید شده است.



شکل ۸: وضعیت بتن هوازده در سرریز سد خاکی چشمه ایوب فریمان



شکل ۷: استفاده از مصالح نامناسب در تهیه بتن

ج- مرحله بهره‌برداری

موضوع بهره‌برداری و نگهداری از پروژه‌های تغذیه مصنوعی یکی از حلقه‌های مفقوده اصل مدیریت اجرایی است. متأسفانه نگاه غالب در بخش اداری در خصوص طرح‌های تغذیه مصنوعی، عملکرد خودکار سیستم است. لذا در هیچ‌یک از این پروژه‌ها برنامه‌ریزی در خصوص نگهداری و بهره‌برداری از پروژه انجام نمی‌شود. این امر موجب شده است که مشکلات جزئی که با رسیدگی ببه‌موقع قابل حل بوده به دلیل عدم رسیدگی و تشدید معضله‌های طی سال‌های بعد تبدیل به یک اشکال اساسی در سیستم شود.

تقریباً هیچ‌یک از طرح‌های فوق متصدی بهره‌برداری و نظارت مستمر ندارد. این بهره‌برداری و نظارت دارای یک الزام فنی در خصوص افراد در محل است که عبارت است از حضور متصدی در زمان وقوع سیل در محل چراکه طرح‌هایی که دارای دریچه آبیگر، دریچه تخلیه رسوب، لوله‌های تخلیه سیلاب در بدنه سازه‌های خاکی و نظایر آن است، لازم است در زمان وقوع سیلاب متناسب با روند

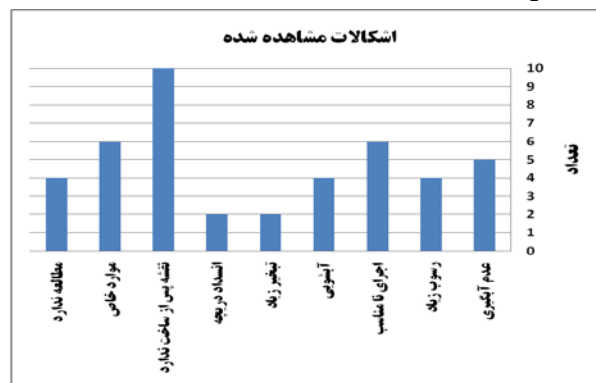
هیدرولیکی جریان رودخانه و عملکرد سیستم تغذیه مصنوعی پایش و مدیریت شود. مثلاً باز کردن به‌موقع دریچه‌های برداشت آب بیا تخلیه رسوب می‌توان از بسیاری از تخریب‌های محتمل جلوگیری کند. باز کردن به‌موقع ششیرهای تخلیه تحتانی از انسداد لوله‌ها جلوگیری می‌کند. متأسفانه طرح‌های تغذیه مصنوعی در کشور معمولاً فاقد برنامه بهره‌برداری و نظارت از بعد نیروی انسانی است.



شکل ۹: وضعیت نمونه‌ای از شیرهای تخلیه تحتانی بلااستفاده در پروژه‌ها

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی با توجه به نقش مهم آن در مدیریت منابع آب در خشکسالی‌ها مستلزم نگاه فنی و کارشناسی در مراحل مختلف مطالعه، اجرا و بهره‌برداری است. در این مقاله سعی شده است با نگاه نقادانه به پروژه‌های تغذیه مصنوعی و با تأکید بر سدهای ذخیره‌ای اجرا شده در استان خراسان رضوی، مسائل و مشکلات موجود مورد ارزیابی قرار گیرد. وضعیت اشکالات مورد ارزیابی در مجموعه پروژه‌ها در نمودار شکل ۱۰ قابل مشاهده است.



شکل ۱۰: نمودار تعداد اشکالات مشاهده شده

نتایج بررسی نشان می‌دهد ۵۰ درصد پروژه‌ها در برآورد هیدرولوژی رواناب و سیلاب دچار مشکل هستند. این موضوع در تحقیق زینالی (۱۳۷۸) نیز به عنوان مشکل در مرحله طراحی مطرح شده بود که لزوم اصلاح روش‌های مطالعه هیدرولوژی حوزه‌ها را نشان می‌دهد. ۴۰ درصد طرح‌ها با مشکل رسوبات مواجه بوده. در مطالعات ععادلیپور و صوفی (۱۳۸۸) میزب به مشکل فرسایش و رسوب پرداخته شده است. در ۶۰ درصد طرح‌ها اشکالات اجرایی وجود دارد. اسلامی و همکاران (۱۳۸۶) و رجائی و خدائشناس (۱۳۸۹) نیز مشکلات اجرایی را در تحقیق خود بیان کرده بودند. این امر نیز نشان می‌دهد در مطالعات طراحی سازه توجه ببه برخی مفاهیم هیدرولیکی و مهندسی رودخانه ضروری است و طراحی صرفاً بر اساس بخش کوچکی از مباحث هیدرولیکی مثل محاسبه نیروهای استاتیکی وارد بر سازه یا فرمول عمومی مانینگ برای طراحی صحیح پروژه کافی نیست. همچنین مشکل آبشویی پایین دست سازه‌های صلب با ۴۰ درصد فراوانی و تبخیر زیاد و نواقص تجهیزات مکانیکال هرکدام با ۲۰ درصد در مجموعه طرح‌های مورد بررسی مشاهده شده است. مرور کلی اشکالات موجود در پروژه‌های مورد ارزیابی نشان می‌دهد بخش عمده‌ی اشکالات مربوط ببه مرحله مطالعات و بخش نظارت در مرحله اجرا است. در قسمت مطالعات عدم توجه به مباحث مهمی نظیر مطالعات مهندسی رودخانه و

هیدرولیک جریان رسوب موجب شده است اشکالاتی در پروژه‌ها مشاهده شود که راه‌حل فنی آن در منابع و مراجع فنی وجود دارد. در این خصوص متأسفانه از دلایل مهم عدم توفیق، بهاء ندادن به موضع مطالعات کارشناسی قوی و استفاده از توانمندی کارشناسان خبره است. این امر در هزینه‌های انجام‌شده در قراردادهای مطالعاتی به‌خوبی مشهود است. یک مقایسه بین اعداد و ارقام مبلغ قراردادهای مطالعاتی نشان می‌دهد برخی مطالعات با مبالغ کمی ابلاغ می‌شود که با توجه به تیم کارشناسی بسیاری از کارشناسان خبره از پذیرش مطالعات اجتناب کنند و کار با کیفیت کم ارائه شود.

همین مشکل در مرحله نظارت هم وجود دارد. لازم است تیم کارشناسی نظارت در هر پروژه باقوت بر مراحل اجرایی نظارت کند تا از تخریب‌های ناشی از کیفیت نامناسب مصالح و یا عدم رعایت ضوابط فنی طراحی جلوگیری نشود. به‌عنوان مثال هیچ دلیلی بر فرسودگی بتن دو سال پس از اجرا در یک پروژه وجود ندارد. در صورتی که موارد متعدد از این نمونه اشکالات در این مطالعه دیده شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود فرض می‌دانند از حمایت‌های شرکت سهامی آب منطقه خراسان رضوی خصوصاً معاونت حفاظت و بهره‌برداری که زمینه انجام این مطالعات را فراهم نمودند قدردانی نمایند. همچنین از مدیریت محترم عامل شرکت مهندسی مشاور سازآب شرق و کارشناسان محترم واحد مطالعات شرکت به‌واسطه تدوین گزارش‌ها و تهیه نقشه‌ها قدردانی می‌شود.

منابع

- اسلامی، ع.، ر. عباسی، ع.، ا. آثم، ح. و ا. کرجی. ۱۳۸۶. ارزیابی سیستم و اصلاح طرح تغذیه مصنوعی فاروب- رومان. دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۲ ص.
- بصیرپور، ع. حاجیان‌نژاد، م. و م. بکی. ۱۳۹۵. ارزیابی طرح‌های تغذیه مصنوعی اجراشده در استان اصفهان. مجله علمی- ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران. ۴(۳). ۵۱-۶۰.
- بیرامی، م.، ک. ۱۳۷۶. سازه‌های انتقال آب. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۶۲ ص.
- تلوری، ع. ۱۳۸۳. اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه. انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۴۵۲ ص.
- رجائی، س.، ح و س.، ر. خدانشناس. ۱۳۸۹. تحلیل هیدرولیکی توزیع مساوی جریان در سرریزهای کانال آبرسان- گسترشی شبکه‌های پخش سیلاب بر آبخوان. ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری. دانشگاه تربیت مدرس. ۷ ص.
- زینالی، ع. ۱۳۷۸. ارزیابی طراحی و عملکرد طرح تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی- آب‌های زیرزمینی. دانشگاه شیراز. ۳۴۲ ص.
- شرکت سهامی آب منطقه خراسان رضوی. آرشو فنی مجموعه مطالعات طرح‌های تغذیه مصنوعی.
- عادلپور، ع و م، صوفی. ۱۳۸۸. بررسی هیدرولیکی جریان در پروژه‌ی پخش سیلاب کوثر به‌منظور تعیین فاصله بین کانال‌های پخش. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۳(۷). ۱-۶.
- مصطفایی، ا. کلانتری، ن و م.، م. خیرخواه زرکش. ۱۳۹۵. تعیین معیارهای تأثیرگذار در موفقیت طرح‌های پخش سیلاب. نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۱۰(۳۵). ۱-۸.
- نعمایی، م.، ر. حبیبی، م و س.، م.، ص. جلال‌الدینی کرکی. ۱۳۹۳. بررسی دبی عبوری از سرریز جانبی در سیستم‌های پخش سیلاب- گزارش فنی. نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۸(۲۶). ۶۵-۶۷.
- Balamurugan., N. and B. Anuradha. 2013. Artificial Ground Water Recharge Using Surplus Rainwater In Chidambaram Taluk. International Journal of Engineering Research & Technology. Vol. 2 Issue 4. Pp 2410-2415.
- Nasiri, H., Darvishi Boloorani, A., Faraji Sabokbar, H., Jafari, H., Rafii, Y., 2013. "Determining the most suitable areas for artificial groundwater recharge via an integrated PROMETHEE II-AHP method in GIS environment (case study: Garabayan Basin, Iran)", Environmental Monitoring and Assessment. January 2013, Volume 185, Issue 1, pp 718-707.
- Jho, B. M., Manual on Artificial Recharge of Ground Water. 2007. Government of india ministry of ground board. 198 p.
- Rahman, M. A., Rusteberg, B., Gogu, R. C., Lobo Ferreira, J. P., & Sauter, M. 2012. A new spatial multi-criteria decision support tool for site selection for implementation of managed aquifer recharge. Journal of Environmental Management, 75-61 ,99