

فصل پنجم

طراحی پرده آب بند

به منظور اجرای پرده آب بند سد کارون ۳، گالری هایی به طول حدود ۳/۲ کیلومتر و در پنج تراز با اختلاف ارتفاع حداقل ۳۰ و حداکثر ۸۴ متر نسبت به یکدیگر در ترازهای ۸۵۰، ۷۹۵، ۷۱۱، ۶۵۱ و ۶۲۱ متر طراحی و اجرا شده است. در هر یک از گالری های یاد شده، با توجه به وضعیت و نوع سنگ، گمانه هایی با زاویه و آزیموت مناسب و به عمق معین برای احداث پرده آب بند حفاری گردیده و سپس با دوغاب سیمان تزریق شده است.

فواصل و طول گالری های پرده آب بند و نیز موقعیت، زاویه، آزیموت، عمق و فواصل گمانه های پرده آب بند به گونه ای طراحی و اجرا شده که در نهایت پرده ای یکپارچه، آب بند (با نفوذپذیری قابل قبول) و حتی الامکان پیوسته به لایه های با نفوذپذیری پایین (همچون لایه سرخ در تکیه گاه چپ و سازند پابده در تکیه گاه راست) احداث شود.

پس از طراحی اولیه پرده آب بند در سد کارون ۳، به دلیل مشکلات اجرایی و نیز انجام مطالعات تکمیلی و به دست آوردن اطلاعات جدید از وضعیت توده سنگ در تکیه گاه ها و پی سد، طی برگزاری نشست های مختلف و اجرای پانل های تخصصی با حضور کارشناسان و متخصصان داخلی و خارجی، اصلاحاتی در طراحی پرده آب بند در دوره اجرا صورت گرفت.

در نهایت پرده آب بند در تکیه گاه های سواحل راست و چپ و در پی سد تا تراز تقریبی ۴۸۰ متر طراحی و اجرا شد. پرده آب بند سد کارون ۳ در تکیه گاه چپ به لایه سرخ با نفوذپذیری پایین و در تکیه گاه راست به توده سنگ تشکیلات پابده که در مقایسه با سازند آسماری از نفوذپذیری پایینی برخوردار است دوخته شده و با تشکیل یک پرده با نفوذپذیری قابل قبول در تکیه گاه ها و پی سد، نشت

آب از مخزن سد را به میزان قابل قبولی کاهش می دهد. همچنین با توجه به امکان نشست آب از طریق حوضچه استغراق و یا آب های زیرزمینی به مجموعه نیروگاه، پرده آب بند دیگری از طریق گالری های ۶۶۰ شمالی، ۶۶۰ جنوبی و ۶۷۱ شرقی طراحی و اجرا شده است. این گالری ها در شرق به توده سنگ سازند پابده و در غرب به لایه سرخ با نفوذپذیری پایین متصل شده اند.

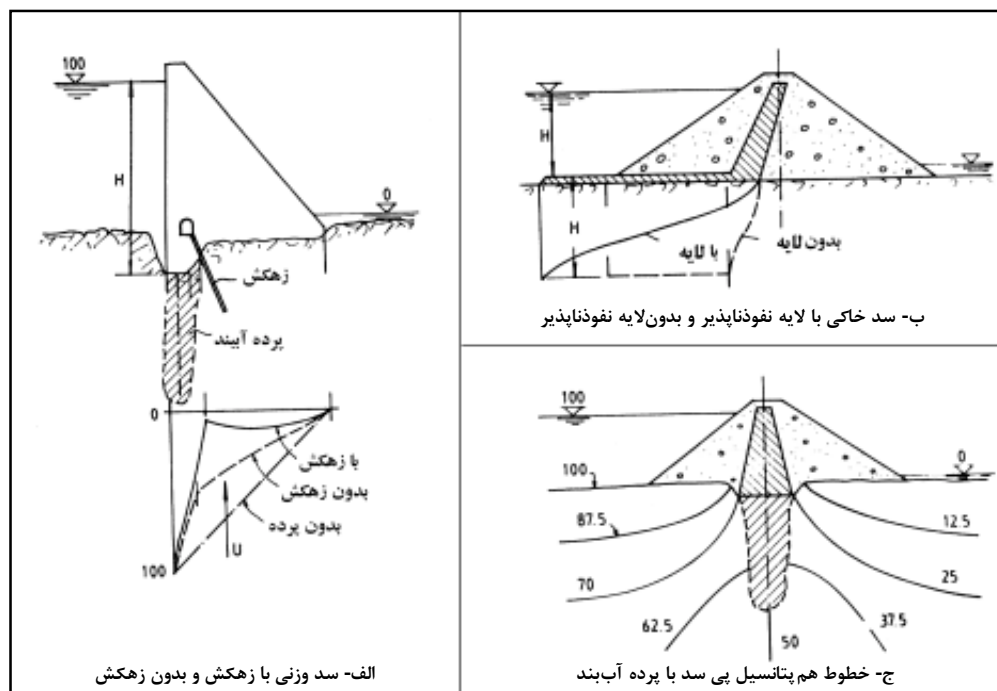
۵-۱- تأثیرات پرده آب بند بر میدان پتانسیل هیدرودینامیک

با توجه به نفوذپذیری بسیار پایین پرده آب بند، تأثیر آن بر روی میدان پتانسیل هیدرودینامیک غالباً در طراحی سدها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. آب ذخیره شده در پشت سدها باعث ایجاد تغییرات اساسی در میدان پتانسیل هیدرودینامیک و شبکه جریان زه آب در تکیه گاه ها و پی سد می شود. زه آب زیرزمینی در شرایط طبیعی عموداً عمود بر جریان آب های سطحی است. در مناطقی که به دلیل سالم بودن توده سنگ، نفوذپذیری زمین کم و نزولات جوی زیاد است، سطح آب زیرزمینی در دامنه ها ممکن است بالا باشد. در صورتی که نفوذپذیری سنگ ها زیاد باشد، تراز آب زیرزمینی ممکن است نزدیک به سطح آب رودخانه باشد و حتی در زمین های با نفوذپذیری بسیار زیاد ممکن است سطح آب زیرزمینی پایین تر از تراز آب رودخانه باشد که این حالت بیشتر در مناطق کارستی مشاهده می شود.

در زمان آبگیری سد، هد پتانسیل در کف دره ها و سطح تکیه گاه ها افزایش می یابد و شبکه جریان آب زیرزمینی شدیداً تغییر می کند. این پدیده، افزایش جریان آب زیرزمینی را در پی سد به دنبال دارد که در نتیجه، افزایش زیر فشار بر کنش وارد بر سطح شالوده، ممکن است پایداری سازه را با خطر مواجه سازد. نشست آب از طریق درزه ها و شکاف ها و ناپیوستگی های موجود در توده سنگ می تواند نفوذپذیری طبیعی توده سنگ منطقه را افزایش داده و موجب فرسایش تکیه گاه ها و پی سد شود که در سدهای خاکی، به شکست هیدرولیکی می انجامد. همچنین فرار آب مخزن و نشست بیش از حد آب از طریق تکیه گاه ها و پی سد می تواند پروژه را از نظر اقتصادی نیز غیرموجه کند.

ایجاد تسهیلات زهکشی در خروجی جریان زه، احداث یک لایه غیر قابل نفوذ^(۱) در کف دره و تکیه گاه ها در بالا دست سد، ایجاد یک پرده آب بند در تکیه گاه ها و پی سد - که موجب تغییر میدان

پتانسیل هیدرودینامیک و انحراف جریان زه به صورت قائم به بخش های عمیق تر و غیر قابل نفوذتر می گردد- یا ترکیبی از روش های فوق می تواند زه آب و تأثیرات مخرب آن را کاهش دهد (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱- اثر زهکش، لایه غیر قابل نفوذ در بالادست و پرده آب بند بر جریان زه و میدان پتانسیل هیدرودینامیک

پرده آب بند بایستی قادر باشد میزان نفوذپذیری در توده سنگ را به طور قابل ملاحظه ای کاهش دهد و برای آن که بتواند روی شبکه جریان و میدان پتانسیل هیدرودینامیک مؤثر باشد، بایستی به اندازه کافی عریض بوده و کف آن ترجیحاً به لایه های با نفوذپذیری کم متصل شود تا بتواند جریان و شیب زه خروجی را تا حد قابل قبول کاهش دهد.

متوسط حداقل نفوذپذیری در یک سنگ پس از عملیات تزریق، حدود 0.3×10^{-6} تا 0.6×10^{-6} واحد لوژان^(۳) است، ولی نفوذپذیری متوسط یک تا سه لوژان نیز در پاره ای موارد رضایت بخش است. یک لوژان برابر یک لیتر در دقیقه نشت آب از مقطعی به طول یک متر، از گمانه مورد آزمایش و تحت فشار ۱۰ اتمسفر است. هدف از اجرای پرده آب بند، کاهش نفوذپذیری توده سنگ و جلوگیری از تمرکز زه بیش از حد در

منطقه است، بنابراین هرگز نباید پرده آب بند را یک سد غیر قابل نفوذ در برابر جریان دانست.

۵-۲- پارامترهای طراحی پرده آب بند

طول و عمق پرده آب بند به شرایط ژئوتکنیکی و مکانیک سنگی منطقه بستگی دارد. پارامترهای طراحی پرده آب بند عبارتند از: میزان نفوذپذیری تکیه گاه ها و پی سد و نیز مشخصات ژئوتکنیکی درزه و شکاف ها و ناپیوستگی های توده سنگ منطقه. هنگام مطالعه ویژگی های زمین شناسی و ژئوتکنیکی توده سنگ منطقه در مرحله اکتشاف، لازم است اطلاعاتی در زمینه دامنه مقادیر نفوذپذیری هریک از سازندهای تشکیل دهنده توده سنگ منطقه در طول پرده آب بند و نفوذپذیری در مناطق گسله یا دیگر اشکال تکتونیکی، همچنین تراز آب زیرزمینی در سازندهای مختلف زمین شناسی و نیز وضعیت و مشخصات ژئوتکنیکی منطقه جمع آوری و پردازش شود.

به طور معمول، میزان نفوذپذیری سازندها در سطح بیش از عمق است و این به علت آزاد شدن تنش طی دوره تشکیل دره و نیز وجود تنش های ثقیلی در عمق است. میزان نفوذپذیری طبیعی می تواند توسط عوامل دیگری از جمله پدیده های تکتونیکی، انحلال و شستگی توسط آب های نفوذی یا به وسیله فرایندهای هیدروترمال تغییر کند. در مناطقی که سنگ های قابل انحلال مانند سنگ آهک، دولومیت و انیدریت وجود داشته باشد، به دلیل ایجاد پدیده کارستیک، میزان نفوذپذیری در عمق ممکن است افزایش یافته و توزیع طبیعی نفوذپذیری نامنظم شود. پیدایش این گونه سنگ ها در انتخاب محل سد و موقعیت پرده آب بند بسیار تعیین کننده است.

معیار تعیین عمق پرده آب بند برای نخستین بار توسط لوژان تعیین شد (شکل ۵-۲). او پیشنهاد کرد که در سدهای با ارتفاع بیش از ۳۰ متر، عمق پرده آب بند باید تا جایی که به سنگ هایی با نفوذپذیری کمتر از یک لوژان و در سدهای با ارتفاع کمتر از ۳۰ متر تا جایی که به سنگ هایی با نفوذپذیری کمتر از سه لوژان برسد، ادامه یابد.

معیار لوژان برای سدهای بتنی وزنی و قوسی در کوه های آلپ اروپا تعیین شده بود، اما اخیراً برای طراحی پرده آب بند به عنوان یک معیار تعمیم داده شده است.

تجربه های به دست آمده در سدهای ساخته شده طی سالیان متمادی نشان داده است که در اکثر موارد

معیار لوژان بسیار محدود کننده بوده و در همه جا نمی توان به آن دست یافت و یا اینکه هزینه بسیار زیادی برای پروژه در بر خواهد داشت. هولسبی^(۳) در سال ۱۹۷۷ فلوچارتی ارائه کرد که می تواند به عنوان راهنمایی برای تصمیم گیری در مورد این که عملیات تزریق تا چه حدی از نفوذپذیری می بایستی ادامه یابد، مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۵-۳).

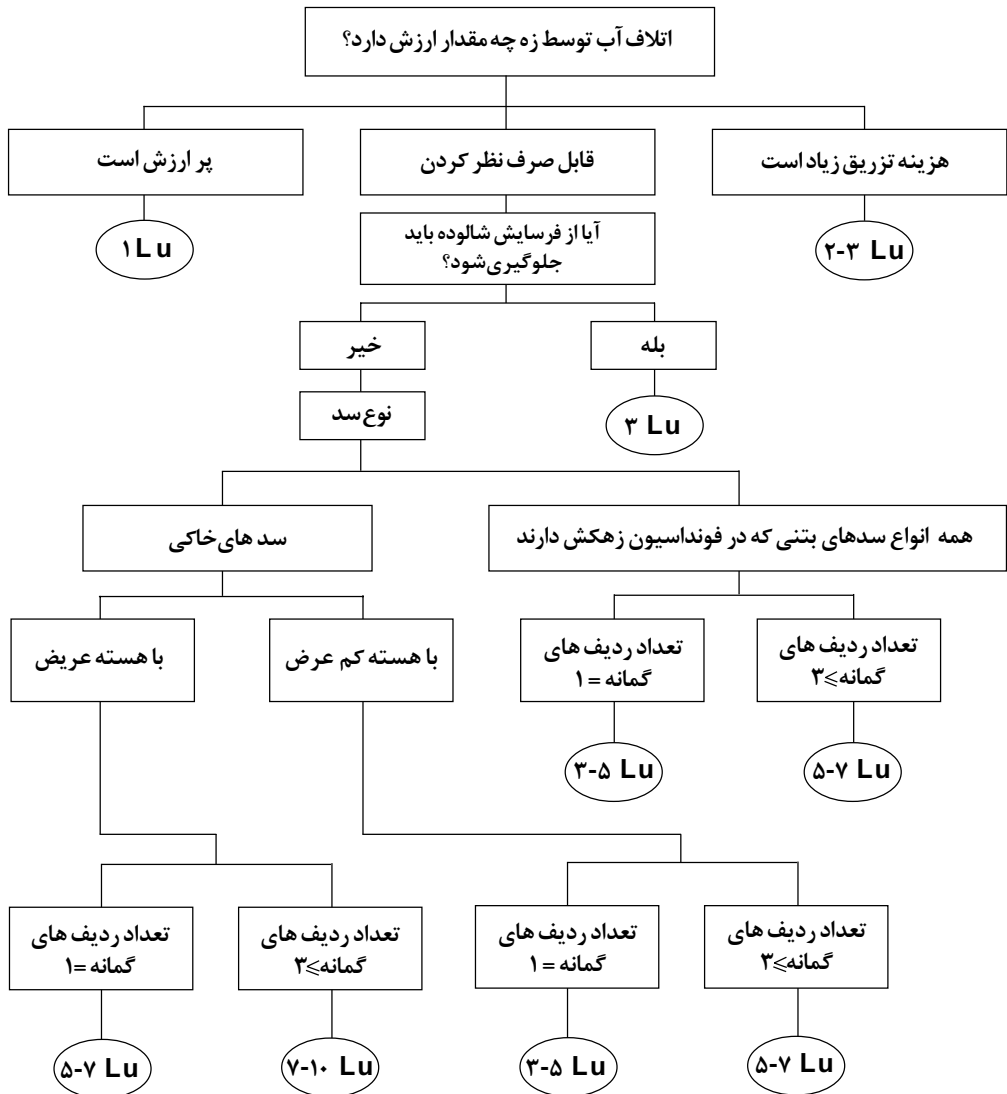
شکل فوق نشان می دهد که احداث پرده آب بند تا زیر مرز سه لوژان برای جلوگیری از فرار آب و یا برای کنترل فرسایش پرشدگی درزه و شکاف ها می تواند اقتصادی باشد. در حالت های ویژه، تصمیم گیری نهایی درباره طراحی پرده آب بند می بایست مبتنی بر مطالعات تفصیلی، نتایج داده ها و اطلاعات به دست



شکل ۵-۲ - لوژان (۱۹۴۵-۱۸۸۵)

آمده در مرحله اکتشاف و نیز مشخصات زمین شناسی و ژئوتکنیکی ساختگاه پروژه باشد. به منظور آشنایی بیشتر با فلوچارت هولسبی و نیز آموزش مراحل و عملیات تزریق، نرم افزاری ویژه در CD پیوست ارائه شده است.

به منظور طراحی پرده آب بند سد کارون ۳ در مرحله مقدماتی اکتشاف، مغزه های برداشت شده از حفاری گمانه های اکتشافی و نیز نقشه های زمین شناسی و ژئوتکنیکی منطقه به دقت مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. همچنین وضعیت توده سنگ ساختگاه سد از لحاظ درزه داری و وجود ناپیوستگی ها بررسی و میزان نفوذپذیری سنگ در سازندهای مختلف تعیین شد. بر اساس اطلاعات به دست آمده، پرده آب بند سد کارون ۳ که در تکیه گاه های سد گسترده شده و تا عمق پی سد ادامه می یابد، طراحی گردید. طرح های اولیه که بر اساس داده های مربوط به مرحله اکتشاف استوار شده بود با توجه به طبیعت اجرای پروژه های عمرانی، طی دوره ساخت و پس از به دست آمدن اطلاعات و داده های بیشتر و دقیق تر اصلاح شد (طراحی حین اجرا^(۴)) و هندسه عمومی پرده آب بند تعیین گردید. در مرحله دوم مطالعات طراحی، شیب، آزمون و عمق طراحی حین اجرا گمانه ها، آرایش عمومی آنها (تعداد سری و ردیف)، معیار خاتمه



شکل ۵-۳- فلوچارت هولسی، معیار طراحی پرده آب بند برای تعیین میزان نفوذپذیری قابل قبول

تزریق و اولویت بندی اجرای گمانه ها تعیین و پارامترهای عملیات تزریق از جمله فشار تزریق تعیین شد. در طرح اولیه به منظور اجرای پرده آب بند، گالری های مختلفی در ترازهای مختلف، از تاج سد در تراز ۸۵۰ متر تا تراز ۵۴۱ متر زیر پی سد طراحی شده بود. از آن جا که حداکثر تراز بهره برداری ۸۴۵ متر

است، احداث یک گالری پرده آب بند در تراز ۸۵۰ متر و در جناحین سد مد نظر قرار گرفت.

حداقل تراز بهره برداری نیروگاه، ۸۰۰ متر طراحی شده است، بنابراین بخشی از توده سنگ که در زیر این تراز قرار دارد، همواره در معرض آب بوده و در نتیجه از نظر آب بندی اهمیت خاصی دارد. به همین دلیل احداث یک گالری (گالری ۷۹۵ جناحین) در این تراز مورد توجه قرار گرفته است.

در ترازهای پایین تر، هد آب افزایش یافته و در نتیجه فشار آب و گرادیان هیدرولیکی افزایش می یابد، بنابراین احداث پرده آب بند به ویژه در مناطق با نفوذپذیری بالا از اهمیت فوق العاده ای برخوردار بوده و توجه ویژه ای را طلب می کند. تراز پی سد ۶۴۵ متر است و یک گالری (گالری ۶۵۱ جناحین و پی سد) در محدوده این تراز احداث شده است. همچنین از آن جایی که فاصله بین گالری تراز ۷۹۵ و گالری تراز ۶۵۱ زیاد است و نیز به دلیل مشکلات اجرایی و مسائل فنی مربوط به حفاری گمانه های عمیق و لزوم اجرای دقیق پرده آب بند، گالری تراز ۷۱۱ طراحی و اجرا شده است.

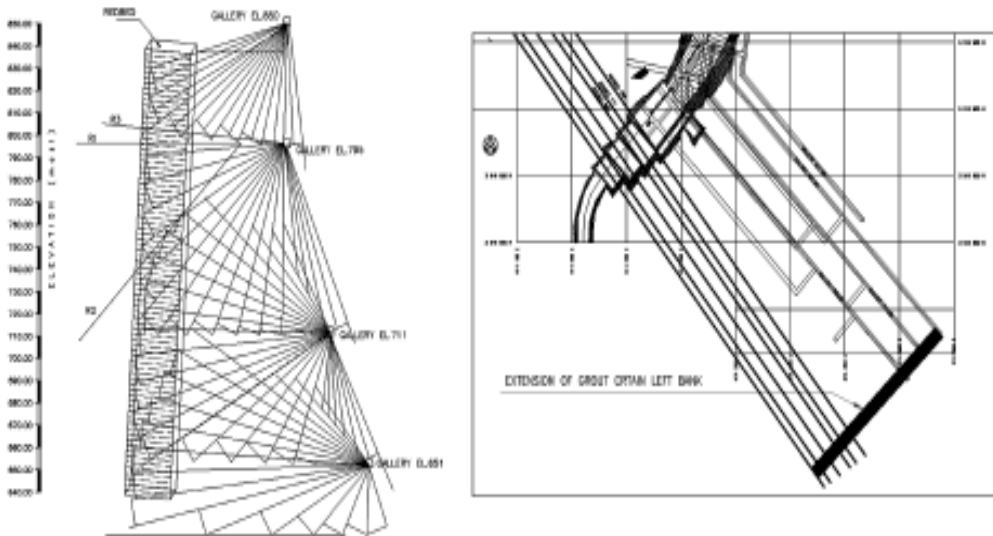
علاوه بر گالری های یاد شده، دو گالری دیگر در ترازهای ۶۲۱ و ۵۴۱ متر نیز در مرحله مقدماتی طراحی پرده آب بند در نظر گرفته شده بود که به دلیل مشکلات ایجاد شده طی حفاری شفت ها و تونل های دسترسی به گالری ۶۲۱، گالری ۵۴۱ حذف شد و در عوض، طول گمانه های پرده آب بند در گالری ۶۲۱ تا عمق نهایی پرده آب بند (تراز ۴۸۰ متر) افزایش یافت. همچنین به دلیل پیش بینی مشکلات اجرایی در حفاری گالری ۶۲۱ طول این گالری در جناح چپ کاهش داده شد و در عوض به طول ۶۵۱ چپ افزوده گردید.

به این ترتیب، گالری های پرده آب بند متناسب با بازشدگی دره سد کارون ۳ و نیز حداکثر و حداقل تراز بهره برداری نیروگاه، به گونه ای طراحی شده اند که ضمن پوشش کامل یکدیگر، حداکثر فاصله ممکن بین آنها با توجه به امکانات اجرایی و قابلیت های تجهیزاتی حفاری و تزریق رعایت شود.

از نظر قطر، گالری های یاد شده به نحوی طراحی و اجرا شده اند که با توجه به حداقل فضای مورد نیاز برای عبور و مرور و همچنین استقرار و مانور دستگاه های حفاری و تزریق مشکل آفرین نباشند. با توجه به شکل و جهت قرارگیری درزه و شکاف ها و ناپیوستگی ها و نیز لایه بندی توده سنگ در هر تراز، گمانه های پرده آب بند به گونه ای طراحی و اجرا شده اند که بیشترین تقاطع را با درزه ها داشته باشند. این امر پوشش بیشتر درزه و شکاف ها را به وسیله دو غاب سیمان امکان پذیر می سازد.

در طرح اولیه، پرده آب بند در تکیه گاه چپ به صورت معلق رها شده بود. پیش بینی طرح آن بود که آب بندی به وسیله طولانی کردن مسیر تراوش آب و پایین آوردن گرادیان هیدرولیکی انجام گیرد. در مرحله تکمیل طراحی و در حین اجرای پرده آب بند، بر اساس طرح دیگری که «طرح توسعه پرده آب بند»

نام گرفت، پرده آب بند اجرا شده در گالری های تکیه گاه چپ توسط گمانه های دیگری که به صورت بادبزنی^(۵) از انتهای هر یک از گالری های پرده آب بند تکیه گاه چپ حفاری شدند به لایه سرخ با نفوذپذیری پایین متصل شد (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- موقعیت گمانه های طرح توسعه پرده آب بند در تکیه گاه چپ سد

قطر گمانه های پرده آب بند در مشخصات فنی حفاری و تزریق، ۴۶ میلی متر تعیین شده است، ولی با توجه به مشخصات ماشین آلات و تجهیزات موجود در کارگاه و سهولت دسترسی و با تأیید دستگاه نظارت، کلیه گمانه های پرده آب بند با قطر ۵۶ میلی متر حفاری شده اند.

۵-۳- گالری های پرده آب بند سد

به منظور جلوگیری از نشت آب از طریق درزه و شکاف ها و ناپیوستگی های موجود در تکیه گاه ها و پی سد، پرده آب بندی در جناحین سد و در زیر تکیه گاه ها و پی سد با مساحت تقریبی ۲۰۹ هزار متر مربع و از طریق ۱۰ گالری در پنج تراز مختلف در جناحین و پی طراحی و اجرا شده است. گالری های

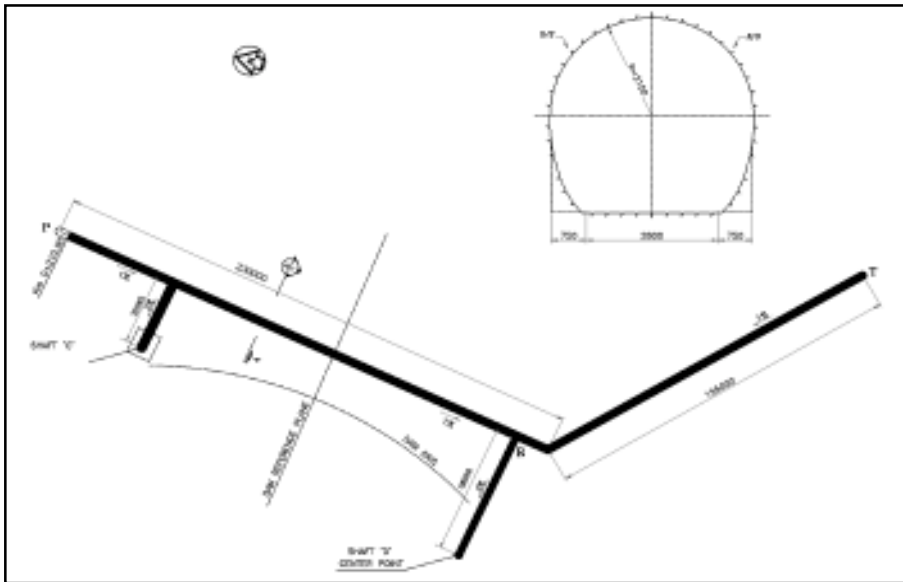
یاد شده عبارتند از گالری های ۶۲۱ و ۶۵۱ پی سد، گالری های جناح چپ در ترازهای ۶۵۱، ۷۱۱، ۷۹۵ و ۸۵۰ متر و گالری های جناح راست در ترازهای ۶۵۱، ۷۱۱، ۷۹۵ و ۸۵۰ متر. به دلیل نبود دسترسی یا وجود مشکلات اجرایی در برخی از قسمت های پرده آب بند، عملیات بخشی از پرده مذکور از طریق گالری های پیرامونی بدنه سد و یا از داخل تونل های انحراف و همچنین تونل های آبگیر انجام شده است. علاوه بر گالری های پرده آب بند در ترازهای ۶۵۱ چپ، ۶۵۱ راست، ۷۱۱ چپ، ۷۱۱ راست، ۷۹۵ چپ و ۷۹۵ راست، گالری های دیگری به موازات گالری های پرده آب بند برای اجرای پرده زهکش در پایین دست سد طراحی و اجرا گردیده است.

۵-۳-۱- گالری ۶۲۱ پی سد

گالری ۶۲۱ به دلایل اجرایی، اعم از حفاری و لاینینگ گالری، عمق و مشخصات گمانه های حفاری شده، قرار گرفتن در زیر بستر رودخانه و تراز آب زیرزمینی، برخورد به لایه های آرتزین و داشتن خوردند بالا و نیز وظیفه ای که پس از آبگیری مخزن سد ایفا خواهد کرد، از پیچیده ترین و مشکل ترین جبهه های کارگاه ژئوتکنیک سد کارون ۳ محسوب می شود. طول کل گالری ۳۸۵ متر است که به سه شاخه RT، RP و PQ تقسیم شده است (شکل ۵-۵).

دسترسی به گالری ۶۲۱ از طریق دو شفت قائم C و D به ترتیب در سواحل راست و چپ و با طول ۳۰ و ۶۰ متر امکان پذیر است. طول کل گمانه های اجرا شده در گالری ۶۲۱ بیش از ۷۶ هزار متر است که از این مقدار بالغ بر ۷۲ هزار متر به گمانه های پرده آب بند و بقیه به گمانه های تماسی، تحکیمی و اتصالی در گالری فوق مربوط می شود (جدول ۵-۱).

در زمان حفاری گالری ۶۲۱ به دلیل وجود حدود ۳۰ متر ارتفاع آب در بالای گالری (به علت واقع بودن در زیر تراز رودخانه) و هجوم بی وقفه آب به داخل آن، عملیات حفاری با مشکلات عدیده ای همراه بود. برخورد به مناطق پر آب و هجوم یکباره حجم زیاد آب به داخل گالری، پمپاژ حجم بسیار زیاد آب های نفوذی در گالری، وجود خطرات جانی و ایمن نبودن پرسنل، مشکلات موجود در حفاری زیر آب های زیرزمینی و... از جمله مسائل گالری ۶۲۱ در دوره حفاری بود. پس از اتمام عملیات حفاری، با وجود مشکلات ایجاد شده، لاینینگ گالری فوق با توجه به نفوذ آب های زیرزمینی به داخل گالری و اتخاذ روش های خاص برای بتن ریزی در این نوع فضاها اجرا گردید. اجرای گمانه های پرده آب بند در گالری ۶۲۱ از لحاظ عمق حفاری، فشار تزریق و وجود پدیده



جدول ۵-۱ - مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری تراز ۶۲۱ متر

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل حفاری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۶۲۱	۳۸۵/۰۶	۷۶۹۲۵	پرده آب بند	۷۲۱۰۲
			تحکیمی	۲۳۵۳
			تماسی	۶۳۷
			اتصالی	۱۸۳۳
			زهکش	-

آرتزین از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. عمق نهایی گمانه‌های پرده آب بند در گالری مذکور به طور متوسط ۱۴۵ متر است که به علت بروز انحراف در حفاری گمانه‌های عمیق، مشکلاتی در حفاری آن به وجود آمد. با توجه به عمق زیاد گمانه‌های پرده آب بند در این گالری، اعمال فشارهای تزریق بالا در گمانه‌های یاد شده ضروری می‌نمود. همچنین با توجه به عمق مقطع تزریق و نیز میزان خوردند گمانه در مقطع فوق، فشار تزریق بین ۳۵ تا ۴۵ بار اعمال گردید. اعمال فشار تزریق بالا در گمانه‌های گالری ۶۲۱، موجب افزایش استهلاک پمپ‌های تزریق و متعلقات تزریق گردید.

وجود گمانه‌های آرتزین به ویژه در حفاری گمانه‌های سری A و B در ردیف اول از دیگر مشکلات

این بخش از کارگاه ژئوتکنیک در سد کارون ۳ بوده است. برای غلبه بر این مشکل در حفاری و تزریق گمانه های ردیف اول، از روش از بالا به پایین و در گمانه های ردیف دوم، در صورت برخورد نکردن به مقطع آرتزین از روش از پایین به بالا استفاده گردیده است. در حفاری گمانه هایی که به روش از پایین به بالا تزریق شده اند، در صورتی که در حین حفاری به یک مقطع آرتزین برخورد می شد، مقطع فوق به طول پنج متر پیکر گذاری و تزریق می گردید و پس از گیرش دو غاب، مجدداً حفاری تا عمق نهایی گمانه ادامه می یافت. به طور کلی طول مقاطع تزریق در گالری های مختلف پرده آب بند، پنج متر بوده است که با توجه به شرایط و موقعیت های ایجاد شده ممکن است کاهش یافته باشد.

برای حفاری گمانه های پرده آب بند در گالری ۶۲۱، با توجه به عمق زیاد گمانه ها، از دستگاه های دیامک ۲۶۲ که قابلیت حفاری گمانه های عمیق را دارند، استفاده شده است. همچنین برای حفاری گمانه های تماسی، تحکیمی و اتصالی گالری فوق که عمق های کمتری دارند دستگاه های سبک تری همچون دستگاه حفاری مدادی به کار رفته است (شکل ۵-۶).

در عملیات اجرای پرده آب بند گالری ۶۲۱ از سیمان بلین بالا^(۶) استفاده گردیده است. استفاده از سیمان بلین بالا بدان جهت بوده که تزریق ریز ترک های موجود با سیمان معمولی امکان پذیر نبوده است. در مواقعی که مشکل کمبود سیمان بلین بالا وجود داشته است از دو غاب رقیق (سیمان معمولی) و زود گیر



شکل ۵ - ۶ - نمایی از گالری ۶۲۱

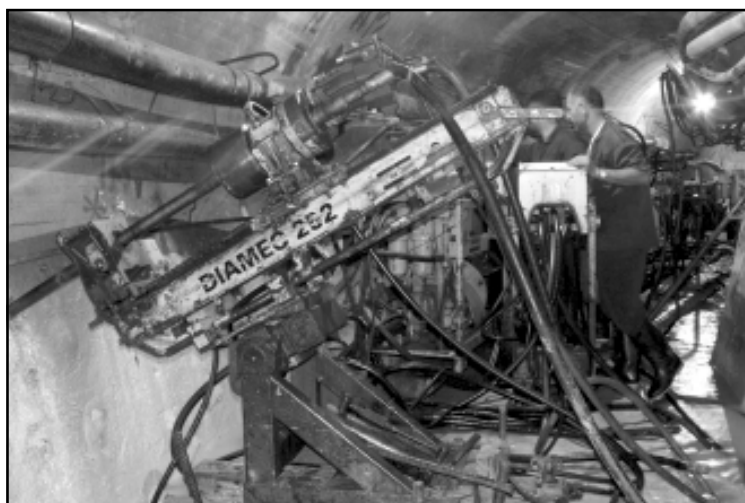
استفاده شده است.

از دیگر مشکلات گالری ۶۲۱ عدم خروج کامل خرده های حفاری به دلیل عمیق بودن گمانه و ورود این خرده سنگ ها به داخل درزه های توده سنگ و مسدود نمودن آنها و در نتیجه کاهش خورند مقطع تزریق بوده است. برای غلبه بر مشکلات فوق شستشوی دائم گمانه ها مد نظر قرار گرفته است.

۵-۳-۲- گالری های ۶۵۱ جناحین و پی سد

در تراز ۶۵۱ متر برای ایجاد پرده آب بند سه گالری در جناحین و پی سد در نظر گرفته شده است که بخش عمده حجم پرده آب بند در این تراز، مربوط به گالری ۶۵۱ چپ است. گالری پرده آب بند ۶۵۱ چپ ۳۴۰ متر و گالری های پرده آب بند ۶۵۱ پی و ۶۵۱ راست به ترتیب ۷۳ و ۳۳ متر طول دارند. حجم کل گمانه های حفاری شده در تراز ۶۵۱ شامل گمانه های پرده آب بند، گمانه های طرح توسعه، و نیز گمانه های تماسی، تحکیمی، اتصالی و زهکش بالغ بر ۴۶ هزار متر است که از این حجم، بیش از ۳۳ هزار متر مربوط به پرده آب بند می باشد (شکل ۵-۷).

در تراز ۶۵۱ علاوه بر گالری های یاد شده، دو گالری دیگر به موازات گالری های پرده آب بند ۶۵۱ راست و ۶۵۱ چپ برای اجرای پرده زهکش در پایین دست سد طراحی و اجرا شده است. همچنین برای ایجاد پرده زهکش در گالری ۶۵۱ پی، گمانه های زهکش از داخل همان گالری اجرا گردید (جدول ۵-۲).



شکل ۵ - ۷- نمایی از گالری ۶۵۱ پی

جدول ۵- ۲- مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری های تراز ۶۵۱ متر

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل حفاری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۶۵۱ چپ	۳۴۰	۳۸۲۳۴	پرده آب بند	۲۸۹۸۳
			تحکیمی	۳۰۲۵
			تماسی	۵۴۰
			اتصال	۱۴۵۱
			زهکش	۴۲۳۵
۶۵۱ بی	۷۳	۴۱۴۴	پرده آب بند	۲۵۷۱
			زهکش	۱۵۷۳
۶۵۱ راست	۳۳	۴۲۸۷	پرده آب بند	۱۶۲۱
			تحکیمی	۲۰۵
			تماسی	۴۰
			اتصال	-
			زهکش	۲۴۲۱

۵-۳-۳- گالری های ۷۱۱ جناحین

گالری های تراز ۷۱۱ متر در تکیه گاه های چپ و راست سد گسترده شده است. حجم کل عملیات حفاری در گالری های ۷۱۱ جناحین شامل گمانه های پرده آب بند، گمانه های طرح توسعه، گمانه های تحکیمی، تماسی، اتصال و زهکش حدود ۸۱ هزار متر است که از این حجم حدود ۴۱ هزار متر مربوط به گالری ۷۱۱ راست و حدود ۴۰ هزار متر مربوط به گالری ۷۱۱ چپ است. به دلیل خردشدگی بیشتر توده سنگ در تکیه گاه چپ و نفوذپذیری بالاتر آن در مقایسه با تکیه گاه راست، حجم پرده آب بند در گالری ۷۱۱ چپ بیش از گالری ۷۱۱ راست بوده است.

طول گالری پرده آب بند تراز ۷۱۱ چپ ۳۶۰/۸۰ متر و گالری پرده آب بند تراز ۷۱۱ راست ۳۳۴/۷۷ متر است. از حجم کل گمانه های حفاری شده در تراز ۷۱۱ متر ۳۰۹۸۳ متر مربوط به پرده آب بند گالری ۷۱۱ چپ و ۲۷۹۲۵ متر مربوط به پرده آب بند گالری ۷۱۱ راست است (شکل ۵-۸). در تراز ۷۱۱، علاوه بر گالری های فوق، دو گالری دیگر به موازات گالری های پرده آب بند در



شکل ۵ - ۸ - نمایی از گالری ۷۱۱ راست

تکیه گاه های سد برای اجرای پرده زهکش در پایین دست سد طراحی و اجرا شده است (جدول ۵-۳).

جدول ۵ - ۳- مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری های تراز ۷۱۱ متر

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل حفاری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۷۱۱ چپ	۳۶۰/۸۰	۳۹۹۰۱	پرده آب بند	۳۰۹۸۳
			تحکیمی	۱۲۳۵
			تماسی	۵۰۹
			اتصال	۳۸۳۹
			زهکش	۳۳۳۵
۷۱۱ راست	۳۳۴/۷۷	۴۱۶۹۷	پرده آب بند	۲۷۹۲۵
			تحکیمی	۱۱۸۴
			تماسی	۴۴۸
			اتصال	۲۰۳۳
			زهکش	۱۰۱۰۷

۵-۳-۴- گالری های ۷۹۵ جناحین

برآورد کل حجم عملیات حفاری در گالری های ۷۹۵ جناحین که در سواحل راست و چپ قرار

دارند، شامل پرده آب بند، تماسی، تحکیمی، اتصالی و پرده زهکش بالغ بر ۱۱۲ هزار متر است که از این حجم حدود ۴۵ هزار متر به گالری ۷۹۵ راست و بقیه به گالری ۷۹۵ چپ مربوط می شود. همان طور که قبلاً نیز اشاره شد، در تکیه گاه چپ به دلیل خردشدگی بیشتر توده سنگ و نیز نفوذپذیری بالاتر سنگ در مقایسه با تکیه گاه راست، حجم عملیات اجرایی پرده آب بند بیشتر است. این حجم (پرده آب بند تراز ۷۹۵) در تکیه گاه چپ حدود ۶۱ هزار متر و در تکیه گاه راست، حدود ۴۱ هزار متر است.

با توجه به اهداف پیش بینی شده برای پرده آب بند در طراحی اولیه که طولانی کردن زه آب در تکیه گاه چپ را مد نظر داشته است، گالری های پرده آب بند در ساحل چپ با طول بیشتری نسبت به گالری های ساحل راست طراحی شده اند. گالری پرده آب بند ۷۹۵ چپ ۲۷۵ متر و گالری پرده آب بند ۷۹۵ راست حدود ۲۲۵ متر طول دارند (شکل ۵-۹).

در تراز ۷۹۵، علاوه بر گالری های پرده آب بند، دو گالری زهکش به موازات گالری های پرده آب بند ۷۹۵ جناحین، طراحی و اجرا شده است. حجم عملیات پرده زهکش در گالری ۷۹۵ راست و چپ به ترتیب ۲۴۳۱ و ۸۵۱ متر است (جدول ۴-۵).



شکل ۵ - ۹ - نمایی از گالری ۷۹۵ راست

جدول ۵ - ۴- مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری های تراز ۷۹۵ متر

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل حفاری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۷۹۵ چپ	۲۷۵	۶۶۶۱۴	پرده آب بند	۶۰۷۶۹
			تحکیمی	۱۰۳۶
			تماسی	۲۷۰
			اتصال	۳۶۸۷
			زهکش	۸۵۱
۷۹۵ راست	۲۲۴/۷۲	۴۵۵۵۴	پرده آب بند	۴۰۹۷۷
			تحکیمی	۶۴۲
			تماسی	۲۲۴
			اتصال	۱۲۸۰
			زهکش	۲۴۳۱

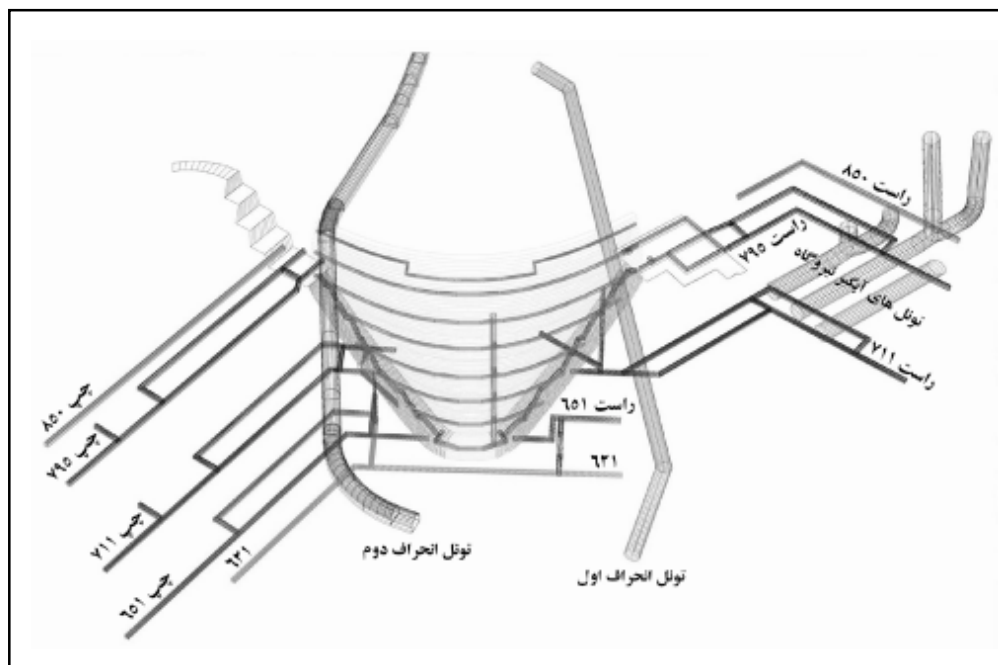
۵-۳-۵- گالری های ۸۵۰ جناحین

گالری های ۸۵۰ جناحین که در تکیه گاه های چپ و راست گسترده شده اند، دارای حجم کل حفاری بیش از ۵۴ هزار مترند که این حجم تنها شامل پرده آب بند در گالری های یاد شده است. از آن جایی که گالری های ۸۵۰ راست و چپ در تراز بالاتر از تراز حداکثر بهره برداری (۸۴۵ متر) واقع شده اند، اجرای لاینینگ و حفاری و تزریق گمانه های تماسی و تحکیمی ضرورتی نداشته است. همچنین با توجه به آن که گالری های فوق، بالاترین گالری های مربوط به پرده آب بند سد هستند، اجرای گمانه های اتصال و نیز گمانه های زهکش منتفی گردیده است (شکل ۵-۱۰).

طول گالری های ۸۵۰ چپ و ۸۵۰ راست به ترتیب ۲۰۶/۷۱ و ۱۹۳/۷۲ متر است که هر یک به ترتیب ۳۴۶۶۷ و ۱۹۳۶۵ متر را از کل حجم عملیات حفاری در تراز ۸۵۰ متر به خود اختصاص داده اند (جدول ۵-۵).

۵-۴- گالری های پرده آب بند اطراف نیروگاه زیرزمینی

برای جلوگیری از نشت آب از محدوده حوضچه استغراق و دریاچه سد و نیز نفوذ آب های



شکل ۵ - ۱۰ - نمای سه بعدی گالری‌های پرده آب بند سد کارون ۳

جدول ۵ - ۵ - مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری‌های تراز ۸۵۰ متر

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل حفاری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۸۵۰ چپ	۲۰۶/۷۱	۳۴۶۶۷	پرده آب بند	۳۴۶۶۷
			تحکیمی	-
			تماسی	-
			اتصال	-
			زهکش	-
۸۵۰ راست	۱۹۳/۷۲	۱۹۳۶۵	پرده آب بند	۱۹۳۶۵
			تحکیمی	-
			تماسی	-
			اتصال	-
			زهکش	-

زیرزمینی به داخل مجموعه مغار نیروگاه (مغار نیروگاه، گالری شیرهای ورودی و تونل های دسترسی) احداث پرده آب بند در اطراف نیروگاه مد نظر قرار گرفته است. با توجه به این که مغار ترانسفورمرها در تراز بالاتراز آب در حوضچه استغراق، دریاچه سد و آب های زیرزمینی قرار دارد، از نفوذ آب ایمن بوده است.

به منظور ایجاد پرده آب بند در اطراف مجموعه نیروگاه زیرزمینی، سه گالری ۶۶۰ شمالی، ۶۶۰ جنوبی و ۶۷۱ شرقی در موقعیت و ترازهای مختلف طراحی و اجرا شده اند که به همراه صفحات مربوط به فصل مشترک سازندهای آسماری و پابده در شرق نیروگاه و لایه سرخ در غرب آن، پرده آب بند یکپارچه و بسته ای را به وجود آورده اند (شکل ۵-۱۱).

در هر یک از گالری های پرده آب بند اطراف نیروگاه، بخشی از پرده آب بند از کف و بخشی دیگر از سقف اجرا شده است. کف پرده آب بند اطراف نیروگاه در تراز ۵۹۰ متر و سقف آن در تراز ۷۱۰ متر



شکل ۵ - ۱۱- پرده آب بند اطراف نیروگاه زیرزمینی

محدود شده است. طراحی کف و سقف پرده آب بند در این محدوده بر اساس حداکثر تراز آب در حوضچه استغراق در دوره بهره‌برداری بوده است و گمانه‌های آن با زاویه‌ای متمایل به خارج از محدوده نیروگاه (بالادست) حفاری شده‌اند. همچنین به منظور کنترل نشت احتمالی آب از پرده آب بند، پرده زهکش در پایین دست آن طراحی و اجرا شده است.

۵-۴-۱- گالری ۶۶۰ شمال نیروگاه

گالری ۶۶۰ شمال نیروگاه که از طریق تونل دسترسی اصلی^(۷) به مغار نیروگاه قابل دسترسی است، برای احداث پرده آب بند محدوده شمالی مجموعه نیروگاه زیرزمینی در نظر گرفته شده است (شکل ۵-۱۲). حجم کل عملیات حفاری و تزریق در گالری ۶۶۰ شمالی شامل گمانه‌های پرده آب بند، تحکیمی، تماسی و زهکش حدود ۴۲ هزار متر است که از این حجم، بالغ بر ۳۵ هزار متر به گمانه‌های پرده آب بند اطراف نیروگاه در این گالری مربوط می‌شود. با توجه به آن که پرده آب بند در گالری مذکور به صورت یکپارچه در کف و سقف گالری اجرا شده، اجرای گمانه‌های اتصالی منتفی



شکل ۵ - ۱۲- نمایی از گالری ۶۶۰ شمال نیروگاه

گردیده است.

حجم گمانه های پرده زهکش در گالری ۶۶۰ شمالی که از داخل همان گالری و در پایین دست پرده آب بند حفاری شده، حدود ۴ هزار متر است (جدول ۵-۶).

جدول ۵ - ۶- مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری ۶۶۰ شمال نیروگاه

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل گالری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۶۶۰ شمالی	۲۴۰	۴۱۰۵۹	پرده آب بند	۳۵۰۵۲
			تحکیمی	۱۳۹۹
			تماسی	۴۲۰
			اتصال	-
			زهکش	۴۱۸۸

۵-۴-۲- گالری ۶۶۰ جنوب نیروگاه

گالری ۶۶۰ جنوب نیروگاه از طریق تونل تهویه در ساحل راست قابل دسترسی است. طول گالری ۸۹/۶۶ متر است و برای اجرای گمانه های پرده آب بند در محدوده جنوب نیروگاه طراحی شده است. حجم کل عملیات حفاری و تزریق در گالری فوق حدود ۱۵ هزار متر شامل پرده آب بند، گمانه های تحکیمی، تماسی و زهکش است. گمانه های پرده آب بند در گالری ۶۶۰ جنوبی حدود ۱۳ هزار متر حجم دارند که در کف و سقف آن اجرا شده اند (شکل ۵-۱۳).

در این گالری همانند گالری ۶۶۰ شمال نیروگاه، به دلیل یکپارچگی پرده آب بند در کف و سقف و نبود گالری های دیگر در سایر ترازها، گمانه های اتصال اجرا نشده اند. حجم گمانه های پرده زهکش در گالری ۶۶۰ جنوبی حدود ۱۰۰۰ متر است که از داخل همان گالری و در پایین دست پرده آب بند اجرا شده است (جدول ۵-۷).

۵-۴-۳- گالری ۶۷۱ شرق نیروگاه

اجرای پرده آب بند در گالری ۶۷۱ شرق نیروگاه، به دلیل واقع شدن در بالای پستاک های ورودی به گالری شیرها از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده است. طول گالری ۶۷۱ شرقی ۳۷۸ متر است که در ساحل راست و از طریق تونل تهویه قابل دسترسی است. حجم کل عملیات حفاری و تزریق این گالری، شامل



شکل ۵- ۱۳- نمایی از گالری ۶۶۰ جنوب نیروگاه

جدول ۵- ۷- مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری ۶۶۰ جنوب نیروگاه

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل گالری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۶۶۰ جنوبی	۸۹/۶۶	۱۴۶۴۹	پرده آب بند	۱۲۸۷۰
			تحکیمی	۶۸۹
			تماسی	۸۳
			اتصال	-
			زهکش	۱۰۰۷

پرده آب بند، تحکیمی، تماسی و پرده زهکش بیش از ۶۶ هزار متر است که از این حجم حدود ۵۴ هزار متر به حفاری گمانه های پرده آب بند در گالری مذکور مربوط می شود. گمانه های پرده آب بند در گالری فوق همانند سایر گالری های اطراف نیروگاه در کف و سقف و به صورت یکپارچه اجرا شده اند. به همین دلیل و همچنین به دلیل نبود گالری پرده آب بند در سایر ترازها از گمانه های

اتصال در گالری فوق استفاده نشده است. بخش عمده حجم پرده آب بند در گالری های اطراف نیروگاه مربوط به گالری ۶۷۱ شرقی است که با توجه به امکان نشت آب از دریاچه سد به سمت محدوده نیروگاه، از اهمیت بسیاری برخوردار است (شکل ۵-۱۴).



شکل ۵ - ۱۴- نمایی از گالری ۶۷۱ شرق نیروگاه

حجم گمانه های پرده زهکش در گالری ۶۷۱ شرقی حدود ۱۰ هزار متر است که از داخل همان گالری و در پایین دست پرده آب بند اجرا شده است (جدول ۵-۸).

۵-۵- تعداد ردیف گمانه های پرده آب بند

تعداد ردیف گمانه های پرده آب بند و به تبع آن ضخامت منطقه تزریق شده به عوامل بسیاری از جمله نوع سد، نوع و مشخصات سنگ پی، میزان نفوذپذیری توده سنگ، وضعیت درزه و شکاف ها و ناپیوستگی های منطقه، مواد پرکننده درزه ها، میزان فرسایش پذیری توده سنگ و مواد پرکننده و در

جدول ۵ - ۸- مشخصات و حجم عملیات حفاری در گالری ۶۷۱ شرق نیروگاه

گالری	طول گالری (متر)	حجم کل گالری (متر)	نوع حفاری	حجم حفاری (متر)
۶۷۱ شرقی	۳۷۸	۶۶۷۴۷	پرده آب بند	۵۴۲۳۲
			تحکیمی	۲۷۲۵
			تماسی	۱۴۴
			اتصال	-
			زهکش	۹۶۴۶

نهایت رسیدن به نفوذپذیری پیش بینی شده بستگی دارد.

برای اجرای پرده آب بند، اجرای حداقل یک ردیف گمانه ضروری است. در مورد محدوده زیر پی سد، با توجه به اختلاف فشار هیدرواستاتیک بالادست و پایین دست سد، می بایست ضخامت پرده آب بند با اجرای چند ردیف گمانه افزایش یابد. همچنین در صورتی که میزان نفوذپذیری توده سنگ در تکیه گاه ها یا در سنگ پی زیاد باشد، با توجه به این که یک ردیف گمانه، کارایی مطلوب را ندارد، لازم است چند ردیف گمانه اجرا شود.

عملیات حفاری و تزریق در همه ردیف ها بایستی به شیوه یکسان و بر اساس روش استاندارد مشابهی انجام گیرد، به صورتی که در تمام نقاط پرده آب بند، میزان نفوذپذیری به طور یکنواختی کاهش یابد.

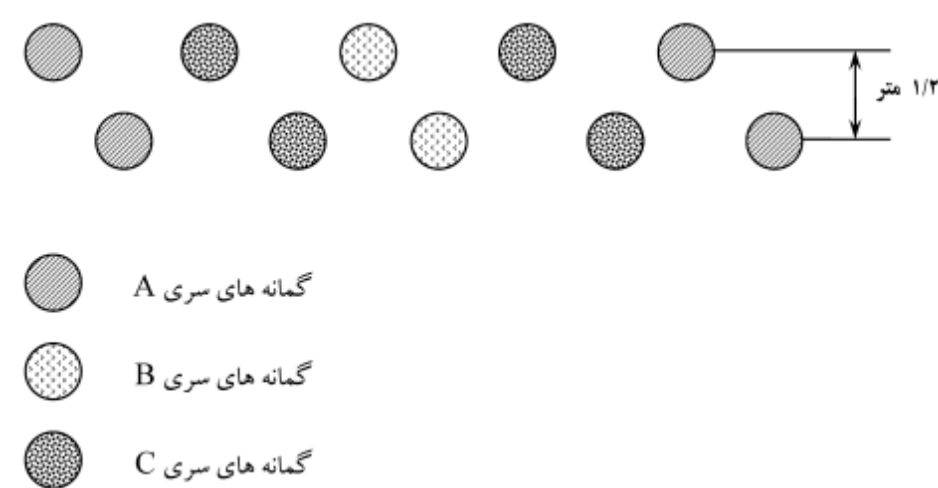
به طور کلی قانون و روش پذیرفته شده ای برای انتخاب تعداد ردیف های پرده آب بند وجود ندارد و در واقع تعیین ضخامت مناسب پرده آب بند به اهمیت سازه و اهداف پروژه و نیز قضاوت مهندس طراح پرده آب بند بستگی خواهد داشت. در سدهای بتنی، در صورت سالم بودن توده سنگ منطقه و پایین بودن فرسایش پذیری و نفوذپذیری آن، می توان با یک ردیف حفاری گمانه، پرده آب بند را ایجاد کرد، اما در سنگ هایی که میزان نفوذپذیری آنها بالا باشد یا حفظ آب مخزن اهمیت ویژه ای در پروژه داشته باشد، اجرای دو ردیف یا بیشتر ضروری است.

در سدهای خاکی به ویژه در پی سد، ضخامت پرده آب بند باید عریض تر باشد، به نحوی که گرادیان جریان خروجی از زیر پی سد، پایین باقی بماند. ضخامت پرده آب بند در صورتی که درزه و شکاف ها و ناپیوستگی های توده سنگ منطقه به ویژه در پی سد، حاوی مواد فرسایش پذیر باشند، اهمیت بیشتری دارد.

در عملیات اجرای پرده آب بند سد کارون ۳، بسته به موقعیت گالری پرده آب بند (تراز گالری)، مشخصات توده سنگ آن از نظر نفوذپذیری، جنس سنگ و... و نیز اهمیت پرده آب بند در موقعیت مورد نظر، پرده آب بند با یک، دو یا سه ردیف گمانه احداث شده است. در تکیه گاه چپ، با توجه به خردشدگی بیشتر توده سنگ و بالا بودن میزان نفوذپذیری طبیعی سنگ در مقایسه با ساحل راست، تعداد ردیف های پرده آب بند در دو یا سه ردیف طراحی و اجرا شده، در حالی که در ساحل راست با توجه به سالم بودن نسبی سنگ و پایین بودن نفوذپذیری طبیعی توده سنگ و نیز قرار داشتن در توده سنگ سازند پابده که نفوذپذیری کمی دارد، پرده آب بند با یک یا دو ردیف گمانه اجرا شده است.

در برخی از گالری ها به دلیل آن که بخشی از گالری در توده سنگ سالم و بخشی دیگر در توده خرد شده قرار گرفته اند، پرده آب بند به صورت چندگانه اجرا شده است. به عنوان نمونه، در گالری ۶۲۱ با توجه به این که شاخه RT از این گالری در توده سنگ آسماری با نفوذپذیری بالا قرار دارد، پرده آب بند به صورت دو ردیف و شاخه PQ که در توده سنگ پابده با نفوذپذیری پایین قرار گرفته، پرده آب بند به صورت یک ردیفه اجرا شده است.

فاصله ردیف های پرده آب بند در سد کارون ۳، در ردیف های اول و دوم ۱/۲۰ متر و در ردیف های دوم و سوم ۰/۶ متر است. در کلیه بخش های پرده آب بند، ابتدا ردیف اول به طور کامل و بر اساس طرح، اجرا شده و سپس گمانه های ردیف دوم به صورت سلولار در بالادست و به موازات ردیف اول، حفاری و تزریق شده اند، به نحوی که گمانه های سری A از ردیف دوم در بین دو گمانه سری A از ردیف اول و به فاصله ۱/۲۰ متر از آن قرار گرفته اند که در صورت نیاز، ردیف های بعد نیز به همین صورت اجرا شده اند (شکل ۵-۱۵). اجرای ردیف های پرده آب بند به صورت سلولار موجب پوشش بهتر گمانه های دو ردیف بر هم و در نتیجه



شکل ۵ - ۱۵- موقعیت ردیف‌های گمانه‌های پرده آب بند نسبت به یکدیگر

کارایی بهتر و مطلوب‌تر پرده آب بند می‌گردد.

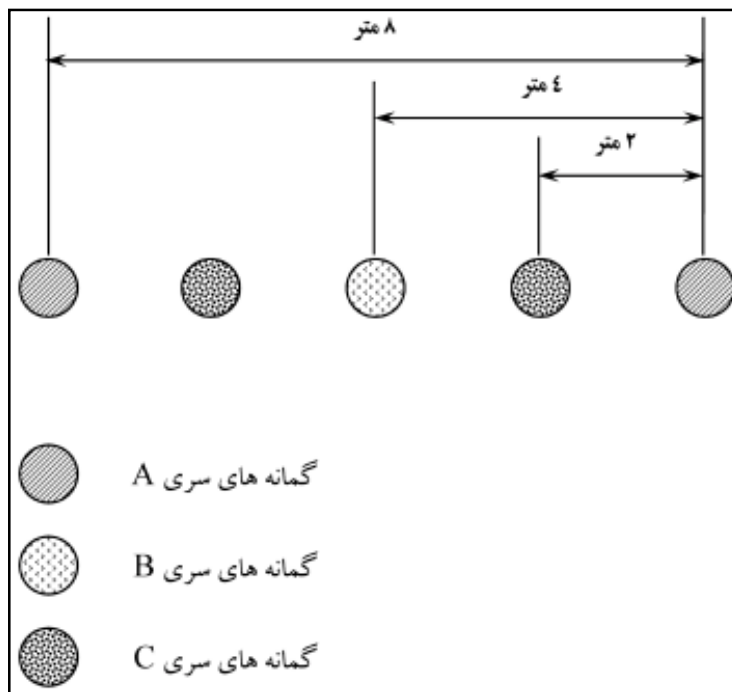
۵ - ۶- تعداد سری گمانه‌های پرده آب بند

تعداد سری گمانه‌های پرده آب بند در یک ردیف از گمانه‌های حفاری شده، به میزان نفوذپذیری مخلوط دوغاب تزریق شده و شعاع تأثیر آن بستگی دارد. در گمانه‌هایی که بر اساس مشخصات فنی، امکان اعمال فشارهای بالاتر وجود دارد، افزایش فشار، میزان نفوذپذیری دوغاب و به تبع آن شعاع تأثیر تزریق گمانه را افزایش می‌دهد و در نتیجه تعداد سری گمانه‌های پرده آب بند که ضرورتاً می‌بایست با یکدیگر همپوشانی مناسب داشته باشند کاهش می‌یابد.

تعداد سری گمانه‌های پرده آب بند بر اساس مشخصات توده سنگ منطقه و نیز آزمایش‌های تزریق انجام شده قبل از طراحی پرده آب بند تعیین می‌شود. در صورتی که پس از اجرای گمانه‌های طراحی اولیه، میزان نفوذپذیری سنگ در محدوده تزریق شده، به قدر کافی کاهش نیافته و به میزان مشخص شده در طراحی نرسد، بایستی تعداد سری گمانه‌ها در ردیف فوق افزایش یافته و گمانه‌های سری جدید که گمانه‌های اضافی نامیده

می شوند اجرا شوند.

عملیات حفاری و تزریق در یک ردیف به این شکل بوده است که ابتدا گمانه های سری A (گمانه های اولیه^(۸)) با فواصل هشت متر از یکدیگر حفاری و سپس تزریق می گردند. با توجه به طراحی پرده آب بند در ردیف فوق، گمانه های سری B (گمانه های ثانویه^(۹)) در بین گمانه های سری A و با فواصل چهار متر از گمانه های سری اول حفاری و تزریق گردیده اند. سپس گمانه های سری C (گمانه های ثالثیه^(۱۰)) در بین گمانه های سری A و B و با فواصل دو متر از یکدیگر حفاری و تزریق شده و به همین ترتیب گمانه های سری های بعدی در بین گمانه های سری قبل حفاری گردیده و تزریق شده اند (شکل ۵- ۱۶).



شکل ۵ - ۱۶- موقعیت سری های گمانه های پرده آب بند

تعداد سری گمانه های پرده آب بند که بر اساس آزمایش های میزان نفوذپذیری و شعاع تأثیر دوغاب تعیین می شوند، بایستی به گونه ای انتخاب شوند که در نهایت یک پرده

آب بند یکپارچه و فاقد پنجره ایجاد شود.

در عملیات اجرای پرده آب بند سد کارون ۳، به طور کلی با توجه به مشخصات توده سنگ سازندهای آسماری و پابده در تکیه گاه های چپ و راست و پی سد و نیز آزمایش های تزریق انجام شده در تکیه گاه ها قبل از طراحی و اجرای پرده آب بند، اجرای سه سری گمانه A، B و C به عنوان گمانه های طرح اولیه در یک ردیف تعیین شده است. در صورتی که میزان نفوذپذیری سنگ که بر اساس میزان خورند گمانه های سری C و نتایج به دست آمده از تست آب در گمانه های کنترلی^(۱۱) مشخص شده است به میزان مطلوب نرسد، گمانه های سری D (گمانه های اضافی) نیز اجرا گردیده است.

واژه نامه

1 - Blanket	لایه غیر قابل نفوذ
2 - Lugeon	لوژان
3- Holsebi	هولسیبی
4 - Design As We Go	طراحی حین اجرا
5 - Fan Holes	گماته های بادبزنی
6 - High Blain	بلین بالا
7 - Main Access Tunnel	تونل دسترسی اصلی
8 - Primary Holes	گماته های اولیه
9 - Scondary Holes	گماته های ثانویه
10 - Tertiary Holes	گماته های ثالثیه
11 - Check Holes	گماته های کنترلی