

## تغییر مسیر و انتخاب پل خاکی به جای پل بتنی در جاده دسترسی به سد پارسیان

مرتضی ترکمان<sup>۱</sup>، رسول آرمش<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، کارشناس فنی و زمین شناس در پروژه تونل اتصال مسیر آزادراه شهید همت-کرج، شرکت عمران تونل جوان  
<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی معدن (سرپرست کارگاه سد پارسیان)، تهران، خیابان دبستان، کوچه شهید کابلی، شرکت راهسازی و عمران ایران.

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

مرتضی ترکمان

[morteza.torkaman98@gmail.com](mailto:morteza.torkaman98@gmail.com)

### چکیده

همزمان با عملیات اجرایی جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان در ۷+۳۰۰ کیلومتر در حالیکه ۱۳۰ هزار مترمکعب خاکبرداری در زمین سنگی در مجاورت خانه‌های روستایی به همراه احداث یک دستگاه پل بتنی با طول ۴۹ متر باقی مانده بود، چند زمین لغزش در ترانشه‌های حفاری شده بوجود پیوست. مسیر دسترسی به پل بتنی از ترانشه‌هایی با ارتفاع ۴۰ متر واقع در نهشته‌های مارنی در بالا و سنگ‌های آهکی در پایین عبور می‌نماید. لذا امکان حفاری سنگ آهک‌ها با توجه به فاصله‌ای کمتر از ۲۰ متر با خانه‌های روستایی با روش‌های آتشی معمول میسر نبوده و نیاز به اقدامات ویژه و پرهزینه‌ای داشت. در نتیجه پیشنهاد جابجایی ۵۰ متری محل پل بتنی و تغییر گزینه عبور از دره با احداث پل خاکی، مطرح گردید. پل خاکی شامل خاکریزی با حجم ۸۲ هزار مترمکعب به همراه استقرار دو رشته لوله تخلیه کننده آب با قطر داخلی ۱/۸ متر بود. گزینه جایگزین سبب افزایش ایمنی طرح هندسی راه، کاهش هزینه‌های نگهداری، حذف خاکبرداری در زمین سنگی با اقدامات ویژه، کوتاه کردن مسیر، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی با تبدیل ساختن این گزینه به عنوان محل دپو مصالح و در نهایت کاهش هزینه‌های اجرا گردید.

**واژگان کلیدی:** سد پارسیان، مهندسی ارزش، پل بتنی، پل خاکی، زمین لغزش

## مقدمه

براساس ادبیات فنی در یک تعریف کلی مهندسی ارزش راهی است به سوی ایجاد تعادل بین هزینه‌ها و کارکردهای یک محصول یا پروژه. مهندسی ارزش با حفظ کارکردها، روش‌هایی را در اختیار قرار می‌دهد که هزینه‌های اضافی را حذف نموده و روش‌های کم هزینه‌تر را با کیفیت و کارکرد بالاتر جایگزین روش‌های قبلی می‌نماید [۱].

یکی از مهمترین موضوعات در پروژه‌های اجرایی، تطبیق طراحی و اجرا می‌باشد. تا بتوان با هزینه کمتر، با کیفیت‌ترین گزینه را اجرا نمود. در یکی از نقاط کلیدی در جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان، که مسیر جاده می‌بایست با احداث یک دستگاه پل بتنی از دره‌ای عبور کند. بدلیل شرایط زمین‌شناسی مجبور به تغییر مسیر جاده و انتخاب پل خاکی به جای پل بتنی گردید. در این مقاله به تشریح موضوع پرداخته می‌شود.

## ۱- کلیات

## ۱-۱- معرفی طرح

سد مخزنی پارسیان در ۱۱۰ کیلومتری غرب شهرستان شیراز و ۵۰ کیلومتری شرق شهرستان نورآباد ممسنی بر روی رودخانه شول فهلپان در حال ساخت می‌باشد.

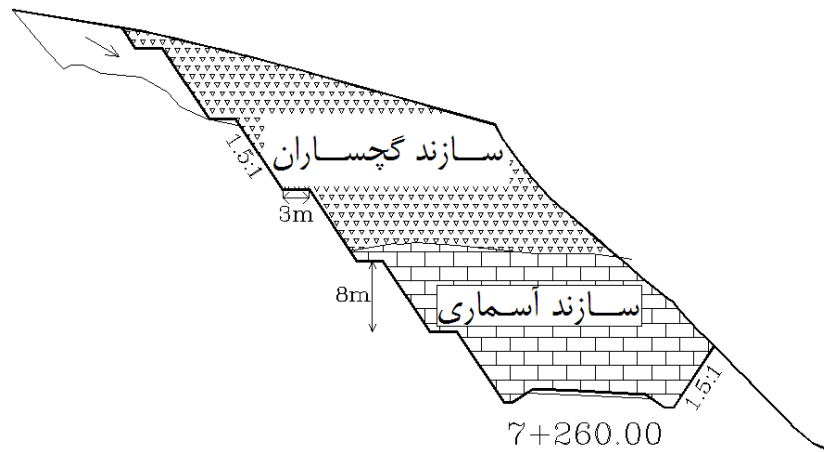
با توجه به قرارگیری ساختمان سد پارسیان در منطقه کوهستانی صعب‌العبور، اولین مراحل احداث سد، ایجاد مسیر دسترسی مناسب به محدوده تجهیز کارگاه و بدنه سد می‌باشد. بررسی‌های انجام شده در جهت انتخاب مسیر دسترسی به کارگاه، استفاده از جاده‌های روستایی موجود و یا بهسازی آنها را به دلیل طولانی بودن مسیر و هزینه بالای احداث ابنیه فنی، منتفی دانسته است. لذا مسیری به طول ۸/۵ کیلومتر منشعب از جاده فرعی آسفالتی مسیر شیراز - نورآباد با عرض ۸ متر، عرض خطوط عبور (آسفالت) ۶ متر، عرض شانه‌ها ۲ متر، شیب متوسط ۵ درصد و حداکثر شیب طولی ۱۰ درصد طراحی و انتخاب گردید. این مسیر تنها در ۷+۳۰۰ متر از دره‌ای با عمق ۵۰ متر عبور می‌کند و بقیه مسیر شامل آبروهای کوچکی می‌باشد [۲].

## ۱-۲- زمین شناسی جاده دسترسی به کارگاه

محدوده سد پارسیان در تقسیم بندی کلی ایران در ناحیه زاگرس چین خورده قرار می‌گیرد. سازند آهکی آسماری، سنگ میزبان بدنه و بخشی از دریاچه سد می‌باشد و سازند مارنی گچساران بر روی سازند آسماری در دریاچه و جاده‌های دسترسی به کارگاه حضور دارد. آبرفت‌های عصر حاضر در مسیر دسترسی به کارگاه با ضخامت ۲۰-۱ متر ملاحظه می‌گردد. همچنین کنگلومرای سازند بختیاری بصورت محدود در برخی بخش‌های سطحی یافت می‌شود [۲].

یکی از نقاط مهم در جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان، کیلومتر ۷+۰۵۰ الی ۷+۵۵۰ می‌باشد که جاده از دره‌ای در مجاورت روستای گورک عبور می‌کند. همانگونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد نهشته‌های مارنی سازند گچساران بر روی آهک‌های سازند آسماری قرار دارند. انجام خاکبرداری، منجر به وقوع زمین لغزش‌هایی شد (شکل ۲) که با کاهش شیب ترانشه از ۱: ۱/۵ به ۱: ۱ اقدام به کاهش پتانسیل لغزش گردید.

### زمین لغزش



شکل ۱- مقطع زمین شناسی کیلومتر ۷+۲۶۰ از جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان [3].



شکل ۲- زمین لغزش متراژ ۷+۲۶۰ در جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان [3].

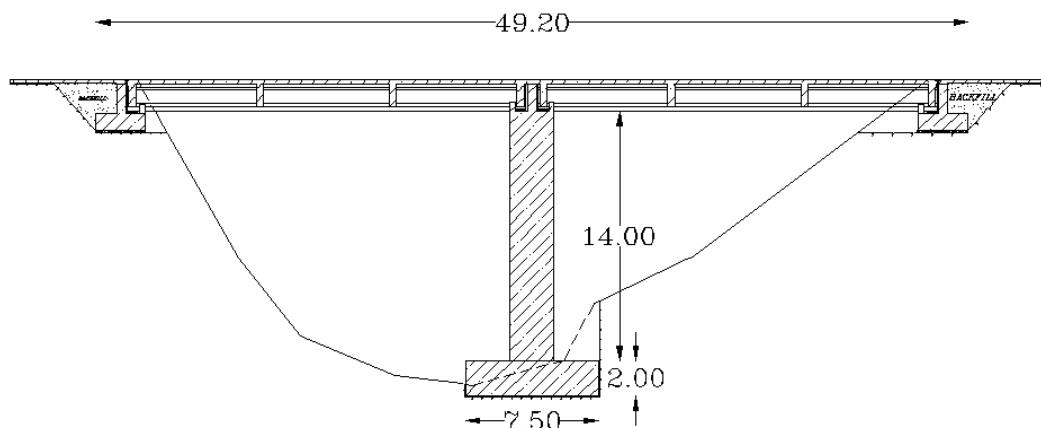
وجود آهک های سازند آسماری در بخش های پایین ترانشه، سبب توقف فعالیت های وابسته به خاکبرداری شد، زیرا ادامه خاکبرداری نیاز به انجام انفجار داشت که با توجه به فاصله حدود ۲۰ متر در نزدیک ترین نقطه و عمدتاً ۱۰۰-۵۰ متر با خانه های روستایی، این امکان میسر نمی بود (شکل ۳).



شکل ۳- خانه های سنگی و گلی روستای مجاور جاده دسترسی به سد پارسیان [3].

## ۲- طرح اصلی (پل بتنی)

در معرفی طرح عنوان شد مسیر انتخاب شده جهت دسترسی به کارگاه، تنها در کیلومتر ۷+۳۰۰ از دره ای با عمق ۵۰ متر عبور می کند و بقیه مسیر شامل آبروهای کوچکی می باشد. طبق طرح یک دستگاه پل بتنی مسلح با دهانه ۴۹ متر و ارتفاع ۱۶ متر از کف دره مذکور می بایست اجرا شود (شکل ۴). احداث این پل، مقدار ۱۱۵ تن میلگرد، ۷۰۰ مترمکعب بتن و ۱۰۰۰ مترمربع قالب بندی لازم داشت و حجم خاکبرداری و پی کنی از کیلومتر ۷+۰۵۰ الی ۷+۵۵۰ بیش از ۲۳۰ هزار مترمکعب برآورد می گردید.



شکل ۴- پروفیل طولی پل بتنی مسلح کیلومتر ۷+۳۰۰ جاده دسترسی به سد پارسیان [۲].

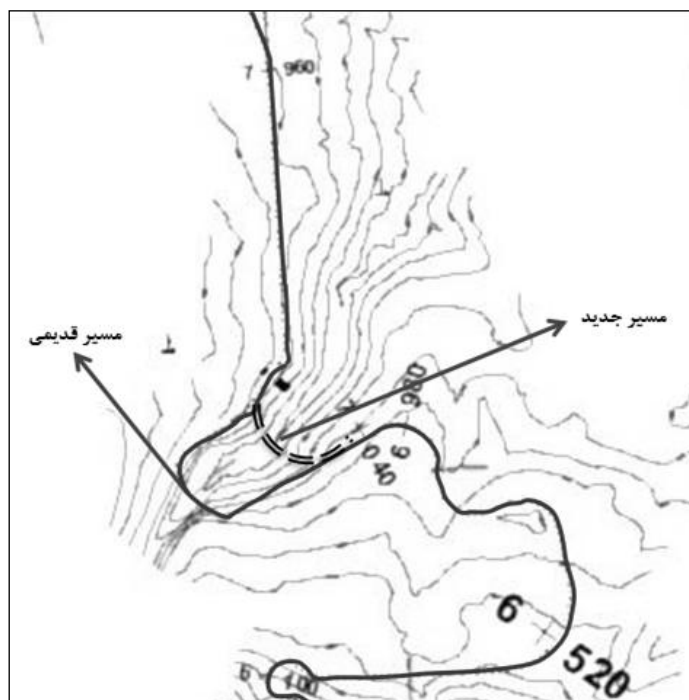
خاکبرداری در قسمت های فوقانی که متشکل از خاک های نباتی و نهشته های سست ماری سازند گچساران بود آغاز و در برخورد با آهک- های سخت سازند آسماری متوقف گردید. وقفه زمانی اندک جهت برنامه ریزی و تجهیز به منظور ادامه خاکبرداری سبب وقوع چند زمین- لغزش گردید (شکل ۵).



شکل ۵- دره و موقعیت شماتیک پل بتنی کیلومتر ۷+۳۰۰ از جاده دسترسی به سد پارسیان [3].

خاکبرداری سنگ آهک ها با توجه به مجاورت با خانه های سست روستا با استفاده از روش های آتشیاری معمولی امکان پذیر نبود. لذا خاکبرداری می بایست با روش های خاص نظیر آتشیاری کنترل شده ویژه (آرام)، استفاده از چکش هیدرولیکی، استفاده از مواد منبسط شونده<sup>۱</sup> و ... انجام می پذیرفت. که با توجه به حجم باقیمانده خاکبرداری (۱۳۰ هزار مترمکعب)، هزینه بسیار زیادی را بر پروژه تحمیل می نمود. همچنین با در نظر گرفتن پتانسیل وقوع زمین لغزش و مخاطرات حین بهره برداری لذا گزینه جابجایی مسیر جاده و جایگزینی پل خاکی به جای پل بتنی مسلح در دستور کار قرار گرفت (شکل ۶).

<sup>1</sup> CutRock



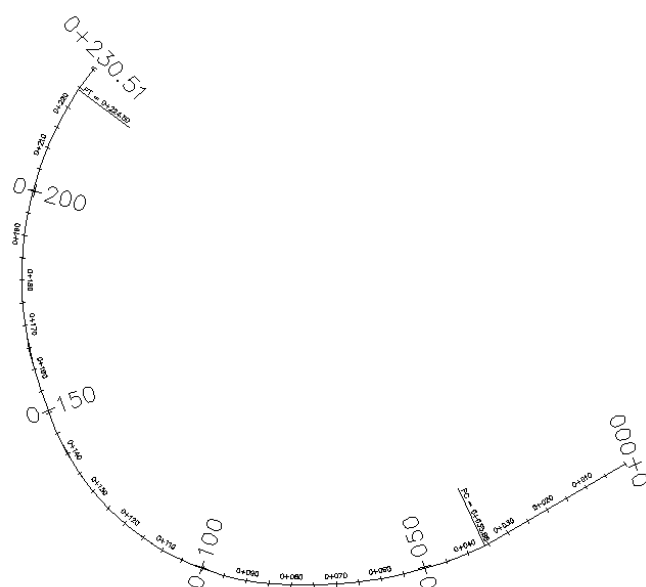
شکل ۶- مسیر جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان در محدوده دره کیلومتر ۳۰۰+۷.

### ۳- طرح جایگزین (پل خاکی)

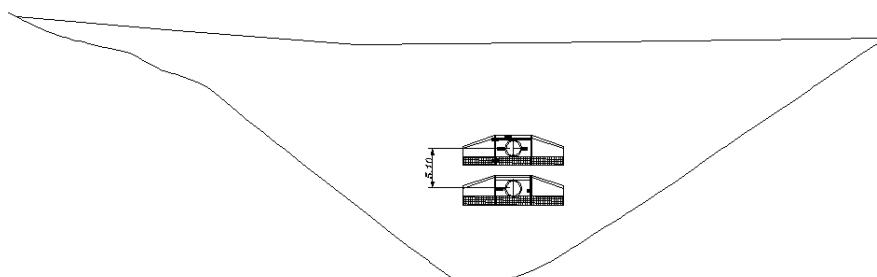
به منظور حذف خاکبرداری در زمین های سنگی مجاور روستا، افزایش ایمنی راه از نظر هندسه و پایداری ترانشه ها، آسان سازی اجرای عملیات و بخصوص کاهش هزینه ها، مسیر جدید محدوده کیلومتر ۵۰+۷ الی ۵۵۰+۷ با جایگزین ساختن پل خاکی مطرح گردید. مسیر جدید شامل یک خاکریز با ارتفاع ۲۸ متر و حجم ۸۲ هزار مترمکعب بود که نهایتاً ۲۳۰ متر جاده ایمن تامین می نمود. درون خاکریز دو رشته لوله آبرو با قطر داخلی ۱/۸ متر در ترازهای متفاوت تعبیه گردید تا آبهای جاری از دره را در مواقع بارش نزولات جوی به سمت دریاچه سد هدایت نماید (شکل ۷ و ۸).



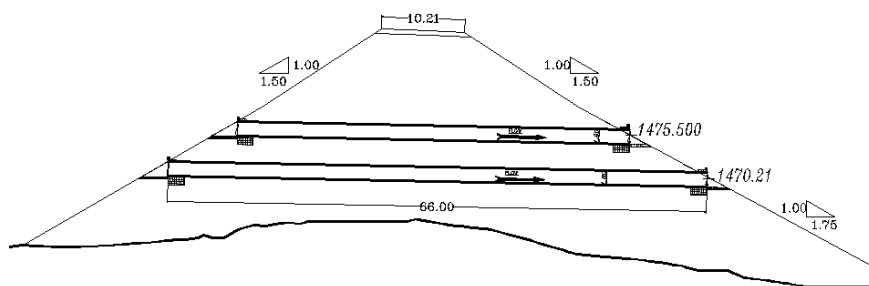
شکل ۷- عکس ماهواره ای موقعیت پل خاکی، پل بتنی و روستای گورک - مسیر دسترسی به سد پارسیان.



الف) پلان



ب) مقطع طولی



ج) مقطع عرضی

شکل ۸- پلان مسیر جدید و مقاطع طولی و عرضی پل خاکی در جاده دسترسی به سد پارسیان. به موقعیت لوله های آبرو در ترازهای ارتفاعی مختلف توجه فرمایید [3].

#### ۴- مقایسه طرح اصلی و جایگزین

در طرح اولیه، مسیر دسترسی به کارگاه سد پارسیان از محلی عبور می کرد که دارای ترانشه هایی بزرگ در مجاور زمین های ناپایدار بوده و احتمال وقوع مخاطراتی در طول بهره برداری را افزایش می داد. ضمن اینکه دیو مصالح ناشی از خاکبرداری ها آثار زیست محیطی را به همراه داشت. همچنین احداث پل بتنی مسلح هزینه زیادی را به همراه داشت. لذا با انتخاب مسیر جدید علاوه بر کوتاه و ایمن شدن جاده دسترسی، به جای پل بتنی مسلح، پل خاکی مورد توجه قرار گرفت که خود به عنوان دیو مصالح حاصل از خاکبرداری در دیگر نقاط سد به حساب می آمد. در جداول زیر طرح اصلی و جایگزین بر اساس مقادیر فعالیت های اجرایی مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول ۱- مقایسه مقادیر احجام فعالیت های اجرایی در طرح اصلی (پل بتنی) و طرح جایگزین (پل خاکی) کیلومتر ۷+۰۵۰ الی ۷+۵۵۰ مسیر دسترسی به سد پارسیان.

شرح عملیات	واحد	مقدار در طرح اصلی (پل بتنی)	مقدار در طرح جایگزین (پل خاکی)
خاکبرداری در زمین خاکی	مترمکعب	۵۳۰۰۰	۱۴۵۰۰
خاکبرداری در زمین سنگی	مترمکعب	۵۳۰۰۰	۱۴۵۰۰
خاکبرداری در زمین سنگی (سوزا)	مترمکعب	۱۳۰۰۰۰	۰
خاکریزی و کوبیدن	مترمکعب	۰	۸۲۰۰۰
قالب بندی	مترمربع	۹۱۹	۲۰۰
کارهای فولادی با میلگرد	کیلوگرم	۱۱۲۰۰۰	۰
بتن درجا	مترمکعب	۶۷۷ (عیار ۳۵۰)	۲۵۰ (عیار ۲۵۰)
بتن پیش ساخته	مترمکعب	۲۰۶ (عیار ۴۰۰)	۰
زیراساس و اساس	مترمکعب	۱۴۱۲	۷۰۰
آسفالت	کیلوگرم	۷۵۰۰	۳۵۰۰

## ۵- نتیجه گیری

به منظور به حداقل رساندن مشکلات هندسی، زمین شناسی و اجرایی طرح اولیه جاده دسترسی به کارگاه سد پارسیان در کیلومتر ۷+۳۰۰، اقدام به جابجایی پنجاه متری مسیر گردید. این جابجایی که شامل احداث یک خاکریز قوسی شکل (پل خاکی) با دو رشته لوله با قطر داخلی ۱/۸ متر که امکان عبور آب های ناشی از نزولات جوی را عهده دار بود، سبب کاهش طول و شیب مسیر، بهبود قوس های جاده، حذف ترانشه برداری در زمین های سنگی مجاور خانه های روستایی، کاهش مخاطرات ناشی از زمین لغزش، حذف پل بتنی مسلح با دهانه ۴۹ متر و کاهش هزینه احداث گردید.

## منابع و مراجع

- [۱] مختاریپوربانی، س. ب.، "مدیریت دمونتاز و خروج دستگاه OPEN T.B.M گاوشان از نگاه مهندسی ارزش"، مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس تونل ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۸.
- [۲] مهندسین مشاور لار، "گزارش مطالعات راه دسترسی طرح سد مخزنی پارسیان"، مطالعات مرحله اول، ۱۳۹۱.
- [۳] شرکت راهسازی و عمران ایران، "آرشیو مستندات فنی-اجرایی پروژه سد پارسیان"، دفتر فنی کارگاه، ۱۳۹۲.