۲۹-۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۰
زنجان - شرکت آب منطقه ای زنجان
دومین کنفرانس ملی
پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران

مکان یابی محل مناسب برای اجرای سد های زیر زمینی

محمد متدین اعتمادی[1]، نادر هاتف[2]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی ، دانشگاه شیراز

2- استاد ، بخش مهندسی راه وساختمان و محیط زیست، دانشگاه شیراز

آدرس پست الکترونیکی مولف رابط Mohammad.m.etemadi@hotmail.com

چکیده

یکی از عوامل مهم و موثر در عملکرد سد های زیرزمینی انتخاب محل مناسب با استفاده از تحلیل منطقه مورد نظر برای اجرای سد می باشد. معیارهای انتخاب محل مناسب برای اجرای سد های زیر زمینی به دو صورت کمی و کیفی می باشند. معیارهای کیفی شامل انتخاب تنگه مناسب انتخاب ساختگاه مناسب برای بستر و کناره ها موقعیت گسل ها و جانمایی تاسیسات جانبی می باشد . معیار های کمی شامل انتخاب شاخص‌هایی مانند شاخص هیدرولوژیکی، شاخص آبرفت محلی، و شاخص ضرایب ترکیبی می باشند. در بیشتر مواقع برای این منظور نقشه های کارتوگرافی با ابعاد بزرگ با مقیاس 1:200000 مورد استفاده قرار می گیرند. اما این نقشه ها حاوی اطلاعات کافی در مورد پارامترهایی چون ریخت شناسی و پارامتر های محیطی نمی باشند. به همین دلیل تکنیک‌های سنجش از راه دور باید مورد استفاده قرار گیرد. در این مقاله ضمن تبیین این معیارها و کاستی های آنها با استفاده از نتایج حاصل از یک مطالعه موردی سد زیرزمینی در استان فارس کاربرد این معیار ها شرح داده می شود.

واژگان کلیدی: سد زیر زمینی ، معیار های کمی وکیفی ، مکان یابی ، سنجش از راه دور

1.مقدمه

یکی از عوامل موثر در انتخاب محل مناسب برای اجرای سد زیر زمینی آنالیز منطقه مورد نظر برای اجرای سد می باشد.در اکثر مواقع نقشه های کارتوگرافی با ابعاد بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد اما این نقشه ها حاوی اطلاعات کافی در مورد پارامترهایی چون ریخت شناسی و پارامترهای محیطی نمی باشند.به همین دلیل تکنیکهای سنجش از راه دور باید مورد استفاده قرار بگیرند. سنجش از راه دور اطلاعات گسترده ای از مناطقی که دسترسی به آنها مشکل می باشد یا اطلاعات کافی درباره آنها در دسترس نیست را، در اختیار ما قرار می دهد. بر اساس این اطلاعات می توان محل مناسب برای اجرای سد و تاسیسات جانبی آن را مشخص کرد. معیار های انتخاب به دو صورت کمی و کیفی می باشند. این معیارها بر اساس آنالیز منطقه ای (Territorial Analysis) با استفاده از اطلاعات ماهواره ای، عکسهای هوایی و مدل تراز دیجیتالی(Digital Elevation Model، اطلاعات هیدرولوژیکی منطقه و اطلاعات اقلیمی منطقه می باشد. معیارهای کیفی شامل انتخاب تنگه مناسب، ساختار سنگی مناسب بستر و کناره ها، موقعیت گسلها، جانمایی تاسیسات جانبی می باشد. این انتخابها بر اساس بازدیدهای محلی، عکسهای هوایی، نقشه های کارتوگرافی با ابعاد بزرگ، انجام آزمایشات سونداژ برای تعیین عمق سنگ بستر، گمانه زنی، حفر چاه های مشاهدهای برای تخمین سطح آب زیر زمینی می باشد. معیار های کمی شامل انتخاب شاخص‌هایی مانند شاخص هیدرولوژیکی(P)، این شاخص بر اساس آنالیز حوضه آبریز، الگوی بارندگی در منطقه مورد نظر بدست می آید. شاخص آبرفت محلی(α)، این شاخص به منظور محاسبه نسبت سود به هزینه، حجم آب ذخیره شده ناشی از ساخت سد زیر زمینی به حجم سازه سد بدست می آید. شاخص ضریب ترکیبی (β)، بیانگر ظرفیت نگهداری آب توسط خاک می باشد که این شاخص بر اساس جنبه های ریخت شناسی و هیدروژیکی بدست می آید.

2.روش شناسی Methodology

پارامتر های اصلی در انتخاب محل مناسب برای اجرای سد زیرزمینی و تاسیسات جانبی آن اکثرا بر اساس عکسهای هوایی، نقشه های کارتوگرافی و تکنیکهای سنجش از راه دور انتخاب می شود. این پارامترها در ادامه توضیح داده می شوند.

2.1.مشخصات زمین

-عرض تنگه: موقعیت تنگه و عرض تنگه(L) براساس عکسهای ماهوارهای، اطلاعات GIS و نقشه های کارتوگرافی با مقیاس 1:200000 و مدل تراز دیجیتالی مشخص می شود.

-سطح اثر سد زیر زمینی : سطح اثر (A_{all})عبارتست از سطح بالا دست سد که با ایجاد یک مانع می توان سطح آب زیرزمینی را افزایش داد. تخمین این سطح بر اساس اطلاعات GIS و عکسهای ماهواره ای امکان پذیر می باشد.

-طول آبخوان مصنوعی: طول آبخوان(L_{oued}) ، طولی از سطح موثر است که به تنگه و محل اجرای سد ختم می شود.

-حوضه آبریز: حوضه آبریز(A_{idr}) بر اساس مدلهای مدل تراز دیجیتالی محاسبه می شود. این مدل بیانگر اطلاعات درباره عوارض زمین در یک منطقه مشخص می باشد که از طریق اطلاعات جغرافیایی در سیستم مختصات UTMبدست می آید.

-موقعیت گسلها: موقعیت گسلها بر اساس نقشه های زمین شناسی با مقیاس 1:500000 و تفسیر عکسهای ماهواره ای نظیر LANDSAT 7TM مشخص می شود.

-عمق سنگ بستر: عمق سنگ بستر(P)بر اساس بازدیدهای محل اجرای پروژه و مطالعات ژئوفیزیکی و یا ژئوتکنیکی تعیین می شود. برای تعیین تخلخل سنگ بستر میتوان از نتایج بدست آمده از گمانه های حفر شده استفاده کرد. در بستر های آبرفتی مقدار تخلخل نباید از 35٪ تجاوز کند. اگر امکان استفاده از روشهای ژئوفیزیکی برای مطالعه وضعیت لایه ها

وجود نداشته باشد، می توان باحفر گمانه یا استفاده از چاهها وقنوات موجود می توان وضعیت لایه بندی، عمق آبرفت وسنگ بستر را تخمین زد.

2.2.پوشش گیاهی:

پوشش گیاهی در منطقه بر اساس شاخص NDVI مشخص می شودکه یک روش پردازش تصویری می باشد. NDVI بیانگر شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی می باشد.

2.3.مشخصات اقلیمی

یکی از پارامتر های مهم اقلیمی میزان بارش سالیانه می باشد. این پارامتر بر اساس اطلاعات ایستگاه های هواشناسی بدست می آید. با تحلیل این اطلاعات توسط مدل های هواشناسی و روشهای آماری، می توان محل مناسب برای اجرای سد، طوری که این میزان بارندگی قادر به پر کردن حجم خالص مخزن باشد، را انتخاب کرد.

3.روند غربالگری Screening Procedure

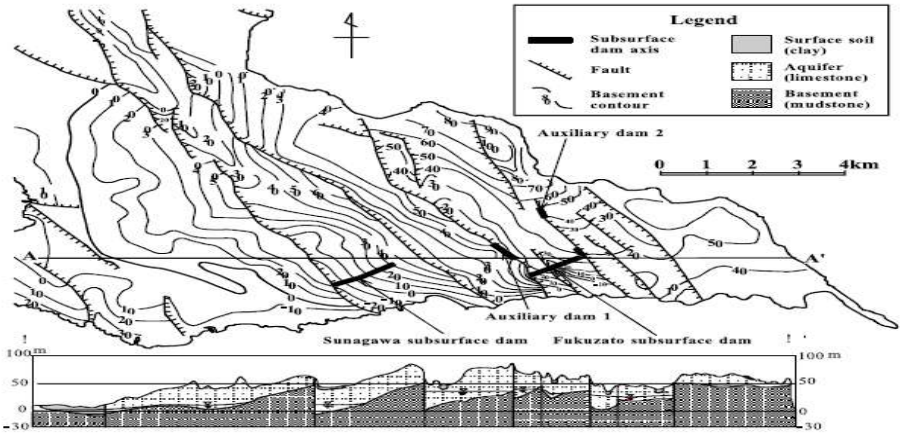
3.1.شناسایی محل

مهمترین عامل برای انتخاب محل مناسب برای اجرای سد زیر زمینی انتخاب تنگه مناسب(Wadi) می باشد. در طی فاز ساخت از این مشخصه برای بهره بردن از خصوصیات طبیعی تنگه و موانع طبیعی در عمق و کناره ها استفاده می شود. در این شرایط هزینه های ساخت با توجه به شرایط طبیعی کاهش می یابد. در فاز شناسایی تنگه مناسب استفاده از عکسهای ماهواره ای، عکس های هوایی و نقشه های کارتوگرافی با ابعاد بزرگ ضروری به نظر می رسد.

3.2.انتخاب کیفی محل سد

پتانسیل انتخاب محل اجرای سد زیرزمینی بر اساس پارامترهای زیر تعیین می گردد.

-موقعیت گسلها: در انتخاب محل مناسب برای اجرای سد زیرزمینی باید توجه داشت که گسلها در امتداد جریان آبراهه قرار نداشته باشد. در مناطقی که سنگ بستر دارای ساختار دره ای شکل در بین گسلها باشد، بهترین شرایط زمین شناسی و هیدرولوژیکی را برای ساخت سدهای زیرزمینی دارا هستند. زیرا جریان آبهای زیرزمینی به راحتی با ایجاد یک دیوار آببند مهار می شوند. در شکل 1 می توان این وضعیت را مشاهده کرد.



شکل1 توپوگرافی ومقطع زمین در محل اجرای سدهای زیرزمینی Sunagawa وFukuzata

-خصوصیات زیر سطحی (Underground Properties): بر اساس اطلاعات بدست آمده از مطالعات ژِئوفیزیکی، گمانه های حفر شده یا قنوات موجود می توان جنس لایه ها، عمق لایه ها، نفوذ پذیری لایه ها و... را بررسی کرد. بر اساس این بررسی ها می توان عمق سنگ بستر نفوذناپذیر مناسب را انتخاب کرد. برای اندازه گیری نفوذپذیری زمین از آزمایش های نفوذ پذیری لوژان و لوفران استفاده می شود. برای بررسی نوسانات فصلی سطح آبهای زیر زمینی می توان از چاه های مشاهده ای استفاده کرد.

-فاصله محل اجرای پروژه از روستاهای اطراف و شبکه راهها

3.3.برداشت های ژئوفیزیکی Geophysical Survey

برای شناسایی لایه ها در اعماق کم می توان از امواج الکتریکی استفاده کرد. با استفاده از روش Vertical Quadripole (Warnner's method)می توان ساختار لایه های قائم زمین را مشخص کرد. برای استفاده از امواج الکتریکی و آنالیز نتایج بدست آمده نکات زیر باید رعایت شود:

1-خطوط برداشت به فاصله150 تا 500 متر از محور سد زیرزمینی به منظور بدست آوردن پروفیل عمقی از لایه های مختلف اجرا می شود. در هر خط برداشت به فواصل 50 تا 100 متر یا 3 تا 10 نقطه، سونداژ انجام می شود.

2-در هر نقطه برداشت امواج به موازات سازه زیر زمینی ارسال می شود و پروفیل عمقی برای هر نقطه بدست می آید.

3-برای بدست آوردن فرم سه بعدی ساختار زمین میتوان از 2 تا 3 خطوط برداشت در صورت امکان استفاده کرد. با این کار می توان فرم سه بعدی سنگ بستر و حجم آبخوان حاصل از سد را بدست آورد.

4-برای محاسبه مقاومت الکتریکی سنگ بستر خطوط برداشت، تا حد امکان، تا نقاط بیرون زدگی سنگ بستر یا تا جایی که سنگ بستر در عمق کمی نسبت به سطح زمین قرار گرفته، بایستی ادامه یابد. بر این اساس می توان جنس سنگ بستر و پروفیل لایه ها را تخمین زد.

5-در صورت وجود چاه های دستی در نزدیکی محل اجرای پروژه می توان از این چاه ها برای بررسی مقاطع زمین شناسی و سطح آب زیر زمینی استفاده کرد.در نزدیک این چاه ها برای اطمینان از وضعیت ساختار زمین می توان از مطالعات ژئوفیزیکی استفاده کرد.

محاسبه مقاومت الکتریکی توسط امواج برای بررسی خواص الکتریکی سنگ و خاک مورد استفاده قرار می گیرد علاوه بر این می توان لایه های آبدار را شناسایی کرد.

4.طبقه بندی محل اجرای سد Site Classification

طبقه بندی محل مناسب برای اجرای سد زیرزمینی بر اساس پارامتر های کمی که در ادامه توضیح داده می شود،انجام می شود.

- شاخص آبرفت محلیAlluvial plane (α): عبارت است از محاسبه سود به هزینه حجم آب ذخیره شده ناشی از ساخت سد به حجم سازه سد. برای تخمین حجم سازه سد(حجم ناخالص) فرضیات زیر مورد توجه می باشد:

1-سد زیر زمینی باید بر روی لایه نفوذ ناپذیری از سنگ بستر که در عمق P قرار گرفته، ساخته شود.

2-سازه سد باید قادر به ذخیره سازی آب باشد.

حجم ناخالص سازه سد (work's volume) عبارتست از: [1]

$$V = \frac{LPS}{2} \qquad (1)$$

P بیانگر عمق لایه آبرفتی، S ضخامت مقطع سد، L عرض تنگه در محل ساخت سد می باشد. اگر مقطع سد به فرم منشوری باشد معادله (1) تبدیل به فرم زیر می گردد: [1]

$$V = \frac{LP(\frac{L}{40})}{2} = \frac{L^2 p}{80} \quad (2)$$

در تخمین حجم ناخالص سازه سد فرض بر این است که شیب لایه های به طرف مرکز تنگه در نظر گرفته نمی شود. با در نظر گرفتن این شیب می توان حجم سازه سد را به میزان قابل توجهی کاهش داد. حجم خالص ذخیره آب توسط سد یا پتانسیل حجم ذخیره (V_s) عبارت است از حجم بالا دست تنگه در یک بستر آبرفتی که بوسیله مساحت موثر یا سطح اثر سد (A_{all}) محدود شده است. عرض موثر (L_m) آبخوان ایجاد شده از نسبت مساحت موثر آبخوان به طول آبخوان حاصل از ساخت سد بدست می آید. در نهایت حجم خالص ذخیره از رابطه زیر بدست می آید: [1]

$$V_s = \frac{L_{oued}\ p_m L_m}{2} \quad (3)$$

$L_m = \frac{A_{all}}{L_{oued}}$، P_m عمق متوسط بستر آبرفتی می باشد.

فرض می شود P_m برابر با کسر ثابتی از عرض موثر آبخوان(L_m) می باشد. اگر تخلخل بستر آبرفتی را n در نظر بگیریم در این حالت حجم موثر زنده از رابطه زیر بدست می آید: [1]

$$V_s(eff) = V_s n \quad (4)$$

در نهایت شاخص α به فرم زیر بدست می آید: [1]

$$\alpha = \frac{V_s(eff)}{V} \quad (5)$$

V حجم سازه سد می باشد. البته در محاسبه این شاخص فاکتورهایی نظیرچیدمان لایه های سنگ بستر، مشخصات ژئوتکنیکی لایه آبرفت، رطوبت موجود در خاک محل اجرای پروژه و غیره در نظر گرفته نشده است.

-شاخص ضریب ترکیبی Combined Coefficient (β): تخمین کارایی سد زیرزمینی برای ذخیره سازی آب با شاخص ضریب ترکیبی مشخص می گردد. در محاسبه این شاخص پارامتر هایی نظیر:P، احتمال بارندگی در فصول تر سالی که قادر به تامین آب حجم خالص V_s(eff) مخزن باشد. h_i ، ارتفاع ثبت شده بارندگی سالیانه و h، ارتفاع بارش می باشد. ارتفاع بارش عبارتست از ارتفاع بارندگی که قادر به پر کردن حجم زنده مخزن باشد. این ارتفاع بر اساس آنالیز های هیدرولوژیکی منطقه بدست می آید. در محاسبه ارتفاع بارش ظرفیت جذب آب توسط خاک در نظر گرفته نشده است همچنین خصوصیات رژیم بارندگی در کل منطقه ثابت در نظر گرفته شده است. ارتفاع بارش به صورت زیر تعریف می شود: [1]

$$h = \frac{V_s(eff)}{A_{idr}} \quad (6)$$

A_{idr} بیانگر مساحت ناحیه زهکشی شده می باشد. احتمال بارندگی فصلی که قادر به پر کردن حجم خالص مخزن باشد، با توجه به آنالیز آماری بارندگی منطقه به فرم زیر تعریف می شود: [1]

$$P = P(h_i \geq h) \quad (7)$$

$$P \geq \overline{P} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} p_i \quad (8)$$

n تعداد سایتهای مورد بررسی، P_i احتمال بارندگی در هر سایت می باشد. در نهایت شاخص ضریب ترکیبی که بیانگر حداکثر پتانسیل سازه برای ذخیره سازی آب می باشد، به فرم زیر تعریف می شود: [1]

$$\beta = \alpha.P \quad (9)$$

این شاخص وابسته به عواملی چون جنبه های ریخت شناسی محل اجرای سد، ابعاد سازه و حجم ذخیره شده آب می باشد. در نتیجه با توجه به جنبه های هیدرولوژیکی و ریخت شناسی هر چه مقدار شاخص β بزرگتر باشدانتخاب آن محل برای اجرای سد زیر زمینی مناسبتر خواهد بود. حالات مختلفی برای شاخصهای α و P، به منظور انتخاب محل برای اجرای سد وجود دارد که عبارتند از:

1-در دره های باریک و حوضه های آبریز عریض که از لحاظ هیدرولوژیکی و ریخت شناسی مناسب هستند شاخصهای α و P، دارای مقادیر بالایی هستند. در این مناطق احتمال پر شدن مخزن توسط آب زیرزمینی در فصول مختلف بالا می باشد.

2-مناطقی که از لحاظ ریخت شناسی مناسب هستند ولی از لحاظ هیدرولوژیکی نامناسب می باشند، شاخص α دارای مقدار بالا ولی شاخص P مقدار کوچکی است. در این مناطق مخزن سد در فصول مختلف تغذیه نمی شود.

3-مناطقی که از لحاظ جنبه های هیدرولوژیکی مناسب هستند ولی از لحاظ ریخت شناسی مناسب نمی باشند، شاخص هیدرولوژیکی دارای مقدار بالا می باشد ولی مقدار شاخص ریخت شناسی کوچک می باشد. در این مناطق هزینه های ساخت سد برای ذخیره سازی آب بالا می باشد.

4-مناطقی که از لحاظ جنبه های هیدرولوژیکی و ریخت شناسی نامناسب هستند، مقادیر شاخصهای هیدرولوژیکی و ریخت شناسی بسیار کوچک می باشند. این مناطق برای ساخت سد مناسب نمی باشند.

5. بررسی منطقه مورد مطالعه برای اجرای سد زیر زمینی

5.1. مطالعات زمین شناسی حوضه آبریز علی آباد

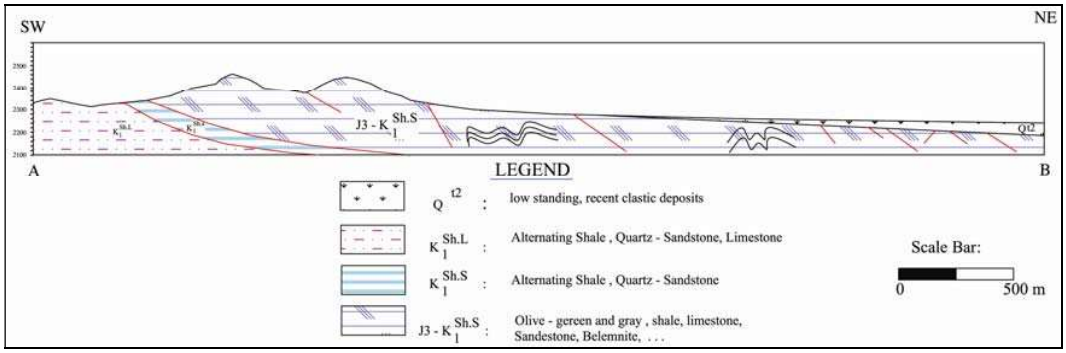
حوضه آبریز علی آباد با وسعتی حدود 50.29 کیلومتر مربع بین طولهای جغرافیایی ″51°57′30 شرقی تا ″52°05′00 شرقی و عرضهای جغرافیایی ″31°27′30 شمالی تا ″31°30′00 شمالی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط حوضه از سطح دریا در حدود 2459 متر می باشد. حوضه مورد مطالعه در فاصله 214 کیلومتری شمال غرب شیراز واقع شده است. حوضه آبریز علی آباد از شمال به دره چرچر و ارتفاعات تل یکه و از شمال شرقی به ارتفاعات پلوئی واز جنوب به چات میونی و چاه سنگ بندی و از جنوب شرقی به مزرعه گوشیان و رودخانه ایزد خواست از شرق و شمال شرق به روستای ایزدخواست و از غرب به مرغ سفید سلطان خلیل محدود می شود. موقعیت حوضه آبریز علی آباد در شکل 2 نشان داده شده است.

شکل 2 موقعیت حوضه مورد مطالعه

از دیدگاه ساختاری و مورفولوژیکی محدوده مورد نظر در ناحیه ساختاری سنندج-سیرجان قرار گرفته است که عمدتا شامل واحدهای سنگی دگرگونی ژوراستیک کرتاسه می باشد. این زون ساختاری به صورت یک نوار دگرگونی از سنندج تا سیرجان کشیده شده است وشامل واحد های سنگی دگرگونی با رخساره های متفاوت دگرگونی می باشد. وجود این رخساره های متفاوت دگرگونی در ارتباط با شرایط فشاری و دمایی متفاوت در طول شکل گیری و تکامل این پهنه می باشد. از لحاظ ساختاری این منطقه نشان دهنده ساختارها با میزان دگر شکلی بالا می باشد به گونه ای که در اکثر بخشهای آن می توان ساختارهای برگواره ای و خط وارگی توسعه یافته در واحد های سنگی مشاهده نمود.

5.2.سازندهای زمین شناسی حوضه آبریز علی آباد

بر اساس نقشه های زمین شناسی ارائه شده توسط سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور با مقیاس 1:100000 و تطابق آن با عکسهای هوایی با مقیاس 1:55000 ارتش جمهوری اسلامی ایران و تصاویر ماهواره لندست (2003) و بازدیدهای انجام شده از منطقه مورد مطالعه، سازندهای زمین شناسی تشخیص داده شد. سازندهای زمین شناسی و پروفیل طولی مقطع AB در شکلهای 3 نشان داده شده است.



شکل 3 پروفیل طولی مقطعAB (تنگه گزلا)در محل در نظر گرفته شده برای اجرای سد

5.3.محاسبه پارامترهای کمی برای منطقه مورد مطالعه

به منظور تعیین عمق لایه غیر قابل نفوذ در محل سازه، از روشهای ژئوفیزیکی استفاده گردید و ضخامت لایه آبرفت در محل پیش بینی شده برای اجرای سد(تنگه گزلا) در حدود 19.337 متر محاسبه گردید. عرض تنگه گزلا در حدود 78.25 متر می باشد. با توجه به معادله 2 حجم ناخالص سازه سد به فرم زیر بدست می آید(با فرض منشوری بودن مقطع):

$$V = \frac{L^2 P}{80} = \frac{78.25^2 \times 19.337}{80} = 1480.02 \qquad m^3$$

مساحت موثر یا سطح اثر سد زیرزمینی(A_{all}) حوضه مورد نظر در سیستم GIS و با استفاده از نرم افزار هایی چون AutoCADو Arcview، 50.29 کیلومتر مربع بدست آمده که یک حوضه کوچک بشمار می آید. حوضه هایی با مساحت کوچکتر از 100_{km^2}، حوضه آبریز کوچک بشمار می آید. طول آبراهه، معمولا طولانی ترین مسیر هیدرولوژیک آب در سطح حوضه می باشد که در حوضه آبریز علی آباد 21.3_{km} تعیین گردید. با توجه به معادله 3 می توان حجم خالص ذخیره را بدست آورد:

$$L_m = \frac{A_{all}}{L_{oued}} = \frac{50.29}{21.3} = 2.36 \qquad km$$

$$V_s = \frac{L_{oued} P_m L_m}{2} = \frac{21.3 \times 0.0193 \times 2.36}{2} = 0.485 \qquad km^3$$

تخلخل لایه آبرفتی در محل اجرای سد n=28 درصد می باشد. بنابراین حجم موثر زنده از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_s(eff) = V_s n = 0.485 \times 0.28 = 0.136 \qquad km^3$$

در نهایت شاخص آبرفت α برای تنگه گزلا به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\alpha = \frac{V_s(eff)}{V} = 91890.65$$

ارتفاع بارش، بر اساس آنالیز های هیدرولوژیکی منطقه بدست می آید. این ارتفاع بیانگر ارتفاع بارشی می باشد که قادر به پر کردن حجم زنده مخزن می باشد. ارتفاع بارش از رابطه زیر بدست می آید(با فرض $A_{all} = A_{idr}$):

$$h = \frac{V_s(eff)}{A_{idr}} = 2.7 \qquad m$$

این مقدار بدین معنی است که برای پر شدن حجم زنده مخزن در مجموع 2.7 متر بارندگی در فصول تر سالی نیاز است. با توجه به آمار بارندگی شرکت آب منطقه ای فارس بین سالهای 79 تا 89، احتمال بارندگی فصلی که قادر به پر کردن حجم خالص مخزن باشد در طول این دوره آماری در حدود 58% می باشد.درنهایت شاخص ضریب ترکیبی که بیانگر حداکثر پتانسیل سازه برای ذخیره سازی آب می باشد، به فرم زیر بدست می آید:

$$\beta = \alpha.P = 91890.65 \times 0.58 = 53296.577$$

6.نتیجه گیری

عملکرد مناسب سد زیرزمینی وابسته به انتخاب محل مناسب با استفاده از تحلیل منطقه مورد نظر برای اجرای سد می باشد. معیارهای انتخاب محل مناسب برای اجرای سد های زیر زمینی به دو صورت کمی و کیفی می باشند. این پارامتر ها برای حوضه آبریز علی آباد مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده گردید که این منطقه از نظر مورفولوژیکی دارای وضعیت بسیار خوبی می باشد. از لحاظ هیدرولوژیکی منطقه دارای وضعیت نسبتا خوبی است، بنابراین می توان نتیجه گرفت این منطقه برای ساخت سد زیرزمینی مناسب می باشد.

7.قدردانی

در پایان از همکاری آقای مهندس کریمی، مدیر عامل شرکت مهندسین مشاور آسماری به خاطر در اختیـار قـرار گذاشـتن اطلاعات مورد نیاز این تحقیق، قدردانی و تشکر می گردد.

8.مراجع

1. Forzieri, G.,. (2008) " A methodology for the pre-selection of suitable sites for subsurface and underground small dams in arid areas: a case study in the region of Kidal, Mali "Physics and Chemistry of the Earth 33 (2008) 74-85.
2. FAO, (2001) " Small dam and weirs in earth and gabion materia".
3. Hansson, G,. Nillson, A,. (1986) " Groundwater dam for rural water supplies in developing countries" Groundwater 24 (4), 497-506.
4. Ishida, S., et al. (2003) " Construction of subsurface dam and their impact on the environment"Material and Geoenviroment, Vol. 50, No. 1. pp. 149-152.
5. Ministry of the Environment of Japan (2004) " Model project of combat desertification in Nare village, Burkina Faso" Technical report of the subsurface dam.
6. Nilsson, A,. (1985) " Siting of groundwater dam for rural water supply in countries. Hydrogeological and planning aspect" Proceeding of Fifth World Congress on Water Resource, vol. 3, pp. 1287-1296.