دریاچه های کوهستانی

مهندسین مشـــــاور سوگـــــرآه

مقدمـــــه :

سدهای کوهستانی ، مخازن آبی کوچکی هستند که مصنوعا" بوسیله یک دیواره خاکی متراکم (Digue) بوجود آمده و مجهز به یک سرریز برای تخلیه آبهای اضافی می‌باشند . این سدها آبهای سطحی جـاری در اثـر بارندگی‌های زمستانه را در خود ذخیره کرده تا در موقع بهار یا ابتدای تابستان از آنها استفاده شود .

سدهای‌کوهستانی ، در مناطقی که توزیع بارندگی‌ها در جریان سال منظم وتغییرات میزان‌بارندگی درسالهای مختلف کم و جزئی باشد می‌توانند گسترش یابند . شکل آنها ساده و روستائی و هزینه اجرای آنها زیـاد نیست . استفاده‌از مخازن کوهستانی‌نیز تا اندازهٔ‌اختصاصی است : از این مخازن برای پرورش ماهی یاآبیاری کمکی وتکمیلی استفاده میشود و بالاخره محل مناسب برای احداث آنها باید دارای مشخصات مخصوصی باشد : تپه ماهورهائی با خاکهای رسی ـ ماسه‌ای یا رسی سنگریزه‌ای .

آیا تحول فنون و وسائل اجرائی جدید ، گشایشی در راه استفاده از این سدها و زمینه‌های عملی آنها فراهم کرده است ؟ بیش از آنکه به چگونگی مطالعات و نحوه احداث این سدها که بطور قابل تحسینی توسط مولفین بیان شده و مهندسین و پیمانکاران نیز با آنها آشنائی کامل دارند پرداخته شود در این مقاله بیشتر درباره امکاناتی که این سدها می‌توانند فراهم کنند وهمچنین مشکلات مربوط به آنها بحث شده و مسائل مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند .

موضوع‌ساختن سدهای کوهستانی‌دارای سابقه‌ای طولانی است‌و قرنها بیش باینکار مبادرت گردیده اما دراینجا به‌تجربیاتی‌که‌طی‌بیست‌سال‌اخیردر مورداین سدهابدست آمده است‌پرداخته و دلائل موفقیت ها و عدم‌موفقیت‌های حاصله ونیز تغییرات و تحولاتی که ضرورتا" در آنها انجام شده تا سد کوهستانی بصورت کنونی درآمده است‌مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند .

ما درطی این مقاله‌با در نظرگرفتن تحولات کنونی به تنظیم مجدد تعاریف یک سد کوهستانی با روش ساختن وضع نهادی‌آن و نیز تعیین حدودی که از نظر فنی نباید از آنها تجاوز کرد خواهیم پرداخت بی آنکه‌خودساختمان سدهای بزرگ را مورد بحث قرار داده و یا به احتیاطات اختصاصی مربوط به آنها بپردازیم .

در اینصورت خواهیم توانست به دشورایهائی که محیط برای این سدها بدنبال دارد ، آشنائی بیشتری‌پیـدا کنیم .

فصـــــل اول

تحول مفهوم سدهای‌کوهستانی

استخرها ــ برکه‌ها و تالاب های مصنوعی که در بعضی از نواحی مساعد از نظر شرایط دیده میشوند ، در واقع اصل و یا نوع ابتدائی مخازن کوهستانی می‌باشندمخصوصا" در فرانسه نمونه‌های متعددی ازآنهاوجود داردکه‌سابقه آنها مربوط به دوران فئودالیسم بوده و در ایران نیز یک رشته از این مخازن مخصوصا" بصورت پراکنده در دشت گیلان دیده شده است . این مخازن آب بوسیله سدهای خاکی کم و بیش فشرده و پوشیده از علف بوجود آمده و در کنار آنها نیز مجرائی برای تخلیه آبهای اضافی و جلوگیری از غرق شدن دیواره خاکی (Digue) تعبیه شـده است . در مواردی که جنس خاک مرعوب بوده است این ساختمانها در برابر گذشت زمان بخوبی پایداری نموده‌اند . اما ساختن چنین تاسیساتی ، بدون داشتن وسائل مکانیکی ، کاری بس مهم و در عین حال خطر عدم موفقیت نیز زیاد است .

در قدیم‌معمولا"ساختن این سدها ، کاری دسته‌جمعی بوده است : در فرانسه ، احداث این مخازن‌کوهستانی معمولا" با شرکت و در حوزه فعالیت رهبانان و یا کشیشان انجام میشده است و اصولا" از این مخازن برای پرورش ماهی و همچنین‌در مواقعی که ضرورت داشته‌است بعنوان دخیره‌ای برای مواقع آتش سوزی ویا آبیاری باغات‌استفاده میکرده‌اند . نگاهداری چنین تاسیساتی مستلزم نظارت دائم وکوشش قابل ملاحظه‌ای بوده و فقط‌هنگامی امکان‌داشته است که مالیات افراد بصورت صرف وقت پرداخت میشده و این وقت بصورت خدمت برای ارباب و یا برای مجتمـع محلی بوده‌است . بنظر میرسد که تعداد زیادی از این قبیل تاسیسات بعداز دوران محو بردگی (آخر قرن هیجدهم در فرانسه) و بیگاری گرفتن‌بعلت‌عدم‌نظارت ونگهداری دائمی‌از بین رفته اند مگر در مواردی‌که مواظبت و نگاهداری ازآنها (سدهای کم ارتفاع) مستلزم کار زیاد نبوده و یا بهره برداری از آنها نفعی قطعی و مطمئن در برداشته‌است مانند وضعیتی که برکه های دمب (DOMBES) دارا بوده‌اند .

با وجود این ، در اواخر جنگ جهانی دوم ، ترقیات و پیشرفت هائیکه در زمینه مکانیک خاک و تعمیم ماشین آلات خاکریزی و خاکبرداری حاصل شد موجب گسترش احداث سدهای خاکی گردیدند زیراهزینه ساختن آنها کـم‌و مدت‌اجرای کار نیز طولانی نبود . تعداد زیادی از این سدها در ایالات متحده آمریکا و مخصوصا" در ایتالیاساخته شد . در ایتالیا این سدها که بنام (Lago Collinari) نام گذاری شده‌اند ، سر فصل و موضوع اصلی‌یک برنامه ملی و در سطح مملکتی قرار گرفت . قسمتی از هزینه ساختمان سدهای کوهستانی در ایتالیا چنانچه مطابـق با استانداردهای تعیین شده از طرف " سرویس مخازن کوهستانی " طراحی میشدند از طرف دولت پرداخت‌میشـد اماملک و بهره برداری کننده از سد مسئول ساختمان و نگاهداری آن بود . با وجود این ، محل هائیکه در عین‌حال شامل اراضی قابل آبیاری و یک حوزه آبریز متناسب و پستی و بلندی متعادلی برای احداث دریاچه ، هم از لحاظ قابلیت نفوذ و هم از لحاظ فراهم کردن مصالح و مواد مورد نیاز برای ساختمان سد خاکی باشند ، متعدد نبودند .

در این سیستم ، با وجودیکه هزینه انجام کار بوسیله پیمانکاران جزء وکمک‌های استفاده کنندگان زیادنیست مخارج سرمایه گزاری در هکتار ممکن است رقم مهمی باشد زیرا غالب اوقات ، برای مخازن کوچک حجم خاک‌متراکم شده که برای ساختن سد خاکی (Digue) لازمست بطور نسبی نسبت به حجم آب ذخیره شده مفید زیاد است ، رابطه حجم مفید آب به حجم خاک در سد خاکی‌مربوطه در بیشتر حالات در حدود رقم ۳ به یک میباشـد . ساختن سدهای کوهستانی با ظرفیت کم ، در شمال ایتالیا ، بااستقبال فراوانی روبرو شده است برعکس در جنـوب ایتالیا که آب و هوای آن خشک‌تـر و احتیاج بآب زیاد تر و دوره‌های بدون بارندگی در سال طولانی تر و میـزان تبخیر بیشتر از شمال است ، مخازن کوهستانی با ظرفیت چندین ده هزار متر مکعب نتوانسته‌اند همان تاثیری راکه در شمال‌بجای گذاشته‌اندداشته باشند . زیرا در واقع برای‌این نوع آب‌و هوا سدهای کوهستانی بزرگتر ، و عمیق‌تری

لازم بوده‌است (اهمیت مربوط به تلفات آب از راه تبخیر) و ملاحظه کرده‌اند برای تطابق با شرائط ناحیه‌سدهای احداث‌شده باید مهمتر و ظرفیت آنها به چندین صد هزار متر مکعب برسد ، در اینصورت از آنجا که ضرائب ایمنی بیشتر و هزینه احداث زیادتری لازم بوده لذا برای آنکه بتوان هزینه‌ها را جبران کرد بجای کمک مالی بیک کشاورز برای احداث سد ، ناچار مجتمع هائی از کشاورزان در پایاب سد بوجود آورده‌اند . تا از آب ذخیره شده تعداد زیادتری استفاده‌کنند . درالجزائر نیزدر سال ۱۹۶۰ ما با همین‌مسئله مواجه شده‌ایم . با استفاده از تکنیک‌روشن‌تری نحوه‌برآورد نزولات آسمانی وپیش بینی سیل‌ها و احداث سدهای خاکی (Digue) حتی با مصالحی‌که‌استقرار آنها دشوار باشد را کاملا" میدانسته‌ایم و نیز از ساختن تاسیسات آبگیر ، تخلیه کننده‌های سیلاب بگونه‌ای که‌نقطه ضعفی‌نباشدو همچنین نحوه‌اجتناب ازپدیده آب‌شستگی و ساختمان‌سرریزهای محکم‌و خراب نشدنی آگاهی‌داشته‌ایم امانتوانسته‌ایم نظام‌هائی مستعد و لایق عهده‌دار شدن حفظ‌واداره چنین تاسیساتی را بوجود آوریم . ده سال‌بعد ، با وجود تقریبا" هیچگونه مواظبت و نگهداری باز هم این مخازن کوهستانی توانسته‌اند پایداری کنند و برجابمانند اما هرگز برای آبیاری مورد استفاده قرار نگرفته‌اند . در افریقا ، ساحل سودان ، نیز عینا" با همین مسئله مواجه میشویم ، درآنجا تاسیسات دارای اهمیت بیشتری هستند زیرا نزولات آسمانی و تغییرات آنها بسیار زیاد و برای پر کردن‌مخزنی‌حتی‌باعدم‌اطمینانی ۱۰ساله ،بایستی‌آن را درنقطه‌ای از حوزه آبریز مستقر ساخت که دارای سیل‌های بزرگی باشد : در اینصورت سدهای کوچکی هستند که با وجود ارتفاع کم سرریزهای تخلیه کننده سیلاب آنها باید دارای طولی درحدود ۱۰۰ متر وگاهی چندین صدمتر باشد . با وجود این حوزه‌های آبیاری که باید در پایاب‌چنین سدهائی از آب آنها برای آبیاری اراضی استفاده کنند . عملا" در بیشتر حالات وجود ندارند و یا مساحت آنها بسیار کمتر از مقدار پیش بینی شده است و سد کوهستانی که برای آبیاری آنها احداث شده بطور کامل مورد استفاده قرار نمی‌گیرد .

سوانح و رویدادهائی که منجر به خرابی سدهای کوهستانی و در نتیجه از بین رفتن مخزن آنها گردیده در مقایسه‌با تعداد خرابی‌های سدهای بزرگ خاکی زیادتر اما خسارات حاصله عموما" کم و غیر قابل مقایسه باخسارات ناشی از خرابی سدهای بزرگ بوده است . البته میزان خسارات تابعی از حجم آب ذخیره شده و ارتفاع آب‌در موقع گسیختگی دیواره خاکی است . دلیل خراب شدن سد کوهستانی در بیش از ۸۰ در صد حالات ناشی از کمبودظرفیت سرریز اطمینان بوده که موجب غرق شدن دیواره خاکی گردیده است . در بعضی موارد اتفاق افتاده است که مالک سدکوهستانی باکمک همسایگان و استفاده‌کنندگان توانسته باشند سد را در مواقع سیلابی با بالا آوردن دیواره‌خاکی توسط کیسه‌های‌خاک ،ازغرق شدن نجات دهند .اما در بیشتر حالات هیچگونه اقدامی‌امکان پذیر نبوده ویاخطرناک است‌و آب بردگی دراثرجاری شدن آب‌در روی دیواره خاکی ،خرابی حتمی سد را بدنبال داشته است . سایرمواردی که‌موجب‌خراب‌شدن سد گردیده‌اندناشی از عبور کارهای اجرائی مربوط به ساختمان سد و یا عدم مراقبت‌ونگاهداری آن بوده است‌خراب شدن این‌سدها ممکن است بعلت فعالیت بعضی از حیوانات باشد که در دیواره خاکی حفره‌ها و دالان‌هائی‌حفر میکنند بنظر میرسد که علت خرابی چندین سد کوهستانی در افریقا در اثر عملیات همین حیوانات بوده است .

نبایستی فراموش کردکه در جریان بیست سال اخیر تعداد زیادی سدکوهستانی در ایالات متحده امریکاواروپا ساخته شده که تعداد قابل ملاحظه‌ای از آنها بوسیله اجتماعات محلی بمنظور تفریحات و انجام ورزش هائی مانند شنا ،ماهیگیری و غیره‌بوده است . در اینجادیگر مسئله سادگی‌تاسیسات‌و کمی هزینه مطرح‌نمی‌باشد سدهای‌کوهستانی مدرن ، از چهار چوب اصلی ساده و ابتدائی خود خارج شده و از این به بعد بصورت ساختمانی اظهار وجود میکند که‌بایستی بدقت مطالعه و با مواظبت ساخته و بخوبی حفظ و اداره شود . فن احداث سدهای‌کوهستانی دارای‌میدان عمل مخصوصی است و استفاده از آن ، در خارج از این حد ، نمیتواند فاقد خطر باشد .

فصـــل دوم

ایجاد سدهای کوهستانی

سد کوهستانی ، بشکل متداول امروزی‌اش، مخزن آبی است با ظرفیت کم (بین چندین ده هزار و چندیـن صدهزارمترمکعب)که در حوزه آبریزی بوجود می‌آید که آوردهای (نزولات آسمانی) سالانه ، هر ده سال یکمرتبـه خشک آن در حدود حجم مخزن است ، و معمولا" متشکل از یک دیواره خاکی متراکم با ارتفاعی حداکثر در حـدود ۱۲ متر توسط یک سرریز ایمنی محافظت میشود ، ممکن است مجهز به یک آبگیر اما باید جزء به دلائل مخصوصی که بوضوح بیان میشوند دارای یک تخلیه کننده عمقی باشد که در بیشتر اوقات با ساختمان آبگیر مشترک و همراه‌است .

دیواره خاکی (Digue) از توده‌ای یکنواخت و یا از یک هسته غیر قابل نفوذ تشکیل میشود ، و شامـل ترانشه‌ای‌آب بندی شده (گاهی مهار بندی نیز نامیده میشود) و یک فرش صافی یا زهکش در پایاب و دوشیروانـی محافظت‌شده‌است (سنگفرش شده در سمت‌سرآب و علف زار در طرف‌پایاب) . سرریزباید قادر بعبور دادن‌سیل های صد ساله و مرز اطمینانی باندازه کافی باشد که در موقع عبور دادن ، چنین سیلی امواج آب نتوانند از روی تـاج دیواره خاکی عبور کنند . همچنین دارای معبری در پایاب سرریز که آب را تا محل بستر معمولی رودخانه هدایـت کند و در عین حال انرژی حاصل از سقوط (اختلاف ارتفاع‌بین‌سطح‌آب درمخزن‌وابتدای‌کانال‌آبگیر) را نیز درراه‌از بین ببرد .

قبل از مبادرت به ساختمان چنین تاسیساتی ابتدا باید نقشه دقیق توپوگرافی محل در دسترس (مخـزن ـ حریم دیواره خاکی ، معبر هدایت آب و غیره) باشد . پس از آن بایستی جنس اراضی مخزن ازنظر قابلیت نفـوذ و پایداری و زمین پی از نظر مقاومت وآبگذری و نیز خاکهائی که برای ساختن دیواره خاکی بکار میروند (شرایـط استقرار و شرایط‌متراکم ساختن آنها) بخوبی شناسائی شوند . و بالاخره باید میزان نزولات آسمانی سالانه،پیش بینی سیل ها و نحوه استفاده و اداره مخزن از پیش روش و تعیین شوند . کلیه این امور و نیز کارهای مهندسـی و ساختمانی (Geniecivil) برای مهندسین باندازه کافی شناخته شده است تا تائید کنند که چنین‌تاسیساتی را در همه جای دنیا میتوان احداث کرد حتی اگر لازم شود تا مرز توصیفی که از سدکوهستانی داده شد پیش بروند مابعنوان مثال به مکان‌هائی فکر میکنیم که در آنجا آورد سالانه ده سال یکبار خشک آن بگونه ایست که برای‌داشتن یک ذخیره کافی ، داشتن حوزه آبریز بسیار بزرگی با احتمال سیل های مهم ضروری است . در اینصورت ، مخـزن کوچکی که با دیواره خاکی کم ارتفاع بوجود آید کافی خواهد بود اما مستلزم داشتن سرریزی بسیار مهم است که به تنهائی می‌تواند مانند سدی بتونی با چندین صد متر طول باشد .

در حالت دیگر ، بستر ممکن است عمیق و مثلا" در حدود ۱۰ متر عمق داشته باشد اما بعلت عرض کم ،طول دیواره خاکی (Digue) بسیار کم خواهد بود . و حداکثر ارتفاع دیواره خاکی که بایستی در اینحالت‌قابل ملاحظه باشد مساوی باتفاوت بین رقوم متوسط‌کناره‌ها و تاج دیواره خاکی خواهد بود .

بنابراین در هر کجا که احتمال جاری شدن آب سطحی کافی باشدبارعایت احتیاط های لازم ، میتوان چنین تاسیساتی را بوجود آورد . هزینه احداث بصورت تابعی از شرایط‌موجود در هر محل است که با نسبت های نگران کننده ای تغییر خواهد کرد زیرا سدهای کوهستانی تنگناها و دشواریهای مخصوص بخود را دارا می‌باشند و از بیـن بردن این تنگناها می‌تواند مستلزم هزینه‌های سنگینی باشد .

فصـــل سوم :

مشکلات و دشواری‌هـــا

دشواریهای محیط که در هنگام سامان دهی وارد عمل میشوند بایستی همراه با منظور اصلی از احداث سـد

کوهستانی و تواما" مورد مطالعه قرار گیرند . فرضیه ما مبتنی بر آنست که سد کوهستانی برای آبیاری تکمیلی ساخته شود . بنابراین عواقب و نتایج حاصله از این مشکلات را در موردی که سد کوهستانی بمنظورهای دیگر ساخته میشود متعاقبا" مورد مطالعه قرار خواهیم داد .

این مشکلات را بسه گروه تقسیم میکنیم . دسته اول مشکلات مربوط به آب و هوا و جریان سطحی آب ، دسته دوم مشکلات مربوط به وضع توپوگرافی و ژئوتکنیک بسترهای مورد نظر و دسته سوم مشکلات مربوط به پذیرش و نفع استفاده کنندگان احتمالی از آن ها .

۳ ــ ۱ ــ مشکلات مربوط به آب و هوا

مناسب‌ترین منطقه برای احداث سدهای کوهستانی مناطقی هستند که نحوه توزیع بارانها در طول سال بطور منظم و دوره‌های خشک کوتاه مدت باشند و بعلاوه بطور کلی احتیاج به آب نیز زیاد نباشد . در چنین مناطقی ، گیاهان از لحاظ احتیاج به آب به همان نزولات آسمانی قناعت کرده و آبیاری بصورت عملی تکمیلی برای تامین بازدهی زیاد است . در چنین شرایط اقلیمی ، میزان تبخیر و احتیاج آبی گیاهان بطور نسبی ضعیف است وآبیاری گیاهان فقط در مدت چند هفته و حداکثر یک ماه در سال ضرورت پیدا میکند بنابراین مقدار آبی که برحسب هکتار برای آبیاری تکمیلی آنهادر این دوره‌باید ذخیره‌شود چندان زیادنخواهد بود . رویش مداوم گیاهان موجب جلوگیری از فرسایش شیروانیهای سد و معبر هدایت کننده سیلابها گردیده و اصولا" در چنین مناطقی کمتر مواجه‌باسیلابهای شدیدخواهیم بود .اینها مناطقی هستند که میزان متوسط سالانه نزولات آسمانی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیمتر وتعداد روزهای بارندگی در سال باندازه ایست که متوسط نزولات نسبت به روزهای بارانی رقمی درحدود ۴ تا ۷ میلیمتراست . مثلا" ناحیه مرکزی فرانسه‌و حوالی پاریس جزء این مناطق محسوب میشوند . در مواردیکه تغییرات اقلیمی بین‌سالهای مختلف‌زیاد و اختلاف‌بین دوره‌های‌مرطوب و دوره‌های‌خشک مشخص باشد ،متوسط نزولات سالانه نسبت‌به روزبارانی افزایش می‌یابد و بمیزان ۸ تا ۱۲ میلی‌متر در مناطق مدیترانه ای‌و ۱۴ تا ۱۶ میلیمتر در نواحی گرم ومرطوب (ساحل سودان) میرسد . در هر دو حالت عدم اطمینان در مورد پر شدن مخزن سد از آب و خطروقوع سیل های مهم‌زیاد است . اما این مقادیر متوسط ، تا اندازه‌ای ، چهره حقیقی و واقعی تغییرات اقلیمی را که در مورد تکنیک سدهای کوهستانی بسیار زیان آور است ، می‌پوشانند .

یکی از ضوابطی که در موردمناطق دارای ۴۰۰ میلیمتر بارندگی بعنوان دشواری یا مضیقه اقلیمی برای احداث سد کوهستانی ظاهر میشود ، بعقیده ما رابطه پیشنهادی آقای فورنیه میباشد که بصورت زیر است :

$$F = \frac{P^2}{P}$$

در این فرمول

P= ارتفاع متوسط نزولات در بارانی ترین ماه سال است و

P= ارتفاع متوسط نزولات سالانه میباشد .

بنظر میرسد که در مورد مناطقی که میزان F در این رابطه برای آنها کمتر از رقم ۱۰ باشد ($F < 10$) احداث سد کوهستانی بشکل ساده و روستائی اش مناسب باشد . تاسیسات را باید بتدریج آماده ساخت و دوام آن مخصوصا" مشتمل بر حل مسائل مربوط به تنظیم پر کردن مخزن آن در طول سال ، تخلیه سیل ها و دبی موادجامد از مخزن درهنگامیست که رابطه F بین رقم ۱۰ و ۳۰ می‌باشد . (حوزه مدیترانه‌ای) . ($10 < F \leq 30$) . بعلاوه بایستی بذخیره آب برای تامین آبیاری تکمیلی پرداخت ، آبیاری تکمیلی خواه در دوره‌های کوتاه بدون بارندگی (خشک) که ممکن است در جریان فصل بارندگی نیز وجود داشته باشند و خواه برای تمدید مصنوعی طول

فصل بارندگی . با قبول مقادیر مهمی تلفات از راه تبخیر ممکن است آبیاری زراعتی را در خارج از فصل آن و یا آبیاری‌قبل از دوره‌بارندگی ها را بمنظورکشت زود تر ومطمئن تر زراعتی‌که در فصل‌بارندگی کشت آن انجام‌میگیرد ، در نظر گرفت . در چنین شرایطی ، حجم مخزن بایستی زیادتر از میزان محاسبه شده باشد تا سطح آبیاری شده (از ۱۰ تا ۳۰۰۰۰ متر مکعب در هکتار) بر حسب اهمیت میزان تبخیر و دوره زراعتها کاهش یابد .

برای کاهش اهمیت‌مربوط به تلفات‌از راه تبخیر بایستی ارتفاع سطح آب تا آنجا که ممکن‌است‌زیادتروبنابراین ظرفیت مخزن بزرگتر باشد . این امر متضمن و مستلزم‌استفاده دسته جمعی از آب آبیاری و پذیرشی مشتاقانه ازطرف زارعین دینفع میباشد .

درموقعیکه‌رابطه F بین ۳۰ و ۶۰ ($30 \leq F < 60$)می‌باشد ،احداث سد کوهستانی باز هم‌پیچیده‌تر و ضرائب‌ایمنی مهمتری بایدمنظور شوند . چنانچه مقدار F از ۶۰ بیشتر باشد در اینصورت ساختمان اصلی‌واساس سد ،سرریز تخلیه کننده سیلاب های‌آن خواهد بود که درچنین حالتی در حقیقت سد بتونی کوچکی است که‌بوسیله دیواره‌های خاکی متراکم (Digues) ادامه می‌یابد . در حد غائی ، سد کوهستانی چیزی غیر از تاسیساتی برای تسهیل پخش سیل‌ها نخواهد بود .

شناختن وآگاهی از رابطه $F = \frac{P^2}{P}$ فقط معیار کوچکی برای درک اهمیت تاثیری است که دشواریهای‌ناشی از آب و هوا می‌توانند روی سدهای کوهستانی داشته باشند . دشواریهای ناشی از آب و هوا در تضاد موجود بین پرکردن سد از آب توام‌با ایمنی و اطمینان و از طرف دیگر سرعت پر شدن مخزن ازگل و لای و نیز عواقب خطرسیل روی اهمیت‌و بزرگی سرریز و بالاخره‌محدود بودن استفاده از آب که ناشی از تلفات از راه تبخیر است خلاصه وبیان میشوند .

پر کردن سد از آب و پرشدن آن از گل و لای

مسلما" برای ظرفیت های‌مساوی مخزن در شرایط‌آب و هوائی یکسان ، هر چه حوزه آبریز بزرگتر باشد اطمینان بیشتری برای پر شدن مخزن از آب وجود داشته اما پر شدن مخزن از گل و لای نیز سریع تر خواهد بود . بنابراین یکی از مشخصات بستر سد رابطه بین حجم مخزن (E) و سطح حوزه آبریز است (BV) $r = \frac{E}{BV}$ با این رابطه ، از طرفی باید جریان آب محتمل سالانه (برحسب متر مکعب برای هر هکتار حوزه آبریز) برای هر پنج سال یکبار خشکسالی و یا هر ده سال یکبار خشکسالی و نیز دبی سالانه مواد جامد (برحسب متر مکعب برای‌هر هکتار حوزه آبریز) را مقایسه کرد که با ملاحظه حوزه آبریز هم با اجرای عملیات مربوط به حفاظت خاک و هم در صورت عدم توجه باین امر ، یعنی در هر دو حالت باید بیم و تامل کرد .

بانوجه به مطالعات مختلفی که در طی ۱۵ سال اخیر درکشورهای مختلف باآب و هوای نیمه خشک انجام‌شده است (افریقای شمالی ، خاور میانه ، ماداگاسکار ، افریقای ساحل سودان) بنظر ما برای این مناطق تثبیت‌رابطه‌ای بین مقادیرحداقل ضرائب‌جریان سالانه و ارتفاع نزولات آسمانی مربوطه امکان پذیر است . (بنمودار ضمیمه‌مراجعه فرمائید) .

باشناختن ارتفاع نزولات آسمانی مربوط به دومین ده یک نزولات سالانه (سال خشک) ، تثبیت رقمی‌تقریبی برای میزان حجم سالانه آب جریان یافته ممکن است ، اما ضرائب اصلاحی ذیل را باید در نظر گرفت .

ـ درآن سطح ، ارتفاع نزولات مربوط به دومین ده یک نزولات بیش از ۶۵۰ میلیمتر است .

جریان سطحی نزدیک یا بیشتر از ۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار خواهد بود .

ارتفاع نزولات به تنهائی برای تثبیت میزان جریان آب کافی است . صرفنظر کردن از سایر عواملی که روی جریان تاثیر دارند (توزیع نزولات ـ شیب ـ جنس خاکها و پوشش حوزه آبریز) کاملا" قابل توجیه است .

ـ بین ۵۰۰ و ۶۵۰ میلیمتر است :

جریان سطحی بین ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر مکعب در هر هکتار خواهد بود .

غالبا" ، ارتفاع نزولات به تنهائی برای تثبیت مقداری برای جریان کافی است . اما ممکن است این مقدار را با در نظر گرفتن مشخصات حوزه آبریز تصحیح نمود .

ـ بین ۴۰۰ و ۵۰۰ میلیمتر است :

جریان سطحی بین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار خواهد بود .

تصحیح مقدار جریان سطحی بصورت تابعی از مشخصات حوزه و نحوه توزیع نزولات آسمانی ضروری و اجباری است .

ـ بین ۳۰۰ و ۴۰۰ میلیمتر است :

جریان سطحی محتملا" بایستی کمتر از ۵۰۰ متر مکعب در هر هکتار باشد . در اینجا ضرورت دارد که نتایج تجربی در مورد اهمیت و توانتر جریان قبل از تثبیت مقدار مناسب برای ظرفیت مخزن ، در اختیار طراح پروژه باشند .

ـ کمتر از ۳۰۰ میلیمتر است :

جریان سطحی کم و قابل صرفنظر کردن است . بنابراین احداث سد کوهستانی ، باحتمال قریب به یقین غیر ممکن خواهد بود . پر شدن مخزن در اثر گل و لای نیز تابعی از بزرگی و وسعت حوزه آبریز است . چنانچه بخواهیم درطول مدت استهلاک سد (درحدود سی سال) ظرفیت آب ذخیره شده بیش از نصف مقدار اولیه در موقع ساختمان سد باقی بماند ، (عمر مفید مخزن) میتوان گفت که دبی سالانه مواد جامد بر حسب حجم بایستی کمتر از $\frac{1}{60}$ مقدار ظرفیت باشد : دشواری برآورد عمر مفید مخزن آنست که پر شدن آن از گل و لای غالبا" در اثر رسوباتی است که چگالی ظاهری آنها در زمانهای مختلف متغیر است (از ۱/۵ درموقع رسوبات تا ۲/۵ بعد از نشستن کامل) . امامی توان برای داشتن ایده‌ای در این مورد ، با توجه به مقادیر شناخته شده آن در حوزه‌های آبریز ، بطور متوسط رقم ۱/۷ را برای چگالی ظاهری رسوبات در نظر گرفت . در الجزائر برای حوزه‌های آبریزی که فرسایش آنها زیاد بوده‌است . بدون انجام هیچگونه کار حفاظت و نگهداری خاکها ، حجم دبی سالانه مواد جامد به ۲۵ تا ۳۰ متر مکعب درهکتار و در سال رسیده‌است . اما بنظر میرسد که در مورد حوزه‌های آبریز مشابه ، با انجام کارهای مربوط به حفاظت خاک یا آبخیز داری این رقم را میتوان به ۵ متر مکعب در هکتار و در سال کاهش داد . بنابراین ملاحظه میشود که برای مخزنی که ظرفیت دخیره آن ۱۰۰۰ متر مکعب برای هر هکتار است ، در صورتیکه حجم دبی مواد جامد سالانه ۳۰ متر مکعب در هکتار و در سال باشد " عمر مفید مخزن " در حدود ۱۵ سال خواهد بود اما چنانچه حجم دبی مواد جامد به ۵ متر مکعب برای هکتار و در سال تقلیل داده شود عمر مفید آن به ۱۰۰ سال خواهد رسید . در اینجا متذکر میگردد که در مورد امور مربوط بآبخیزداری حفاظت پوشش گیاهی و بوجود آوردن آن به انجام کارهای خاکی و تراس بندی ارجحیت دارد . زیرا در مناطق نیمه خشک روش اخیر بطور قابل ملاحظه‌ای جریان آب را در حوزه آبریزکاهش میدهد . بعنوان قاعده کلی پیشنهادمیکنیم که برای حجم مفید مخزن ظرفیتی انتخاب شود که محسوسا" مساوی با حجم مواد جامد حوزه آبریز در هر ده سال یکمرتبه خشکسالی باشد .

خطرات سیل و سرریز اطمینان

تعداد زیادی از مولفین ، فرمولهای متعددی برای برآورد سیل پیشنهاد کرده‌اند در حوزه‌های آبریز کوچک و حوزه‌هائی که آماری از آنها در دست نیست استفاده از این فرمولها با توجه و مقایسه با نتایجی که از حوزه‌های شناخته شده دیگر ناحیه در دست میباشد ضروری است . با وجود این ما روی لزوم داشتن چند اندازه گیری از سیل

در بستر سدها همراه با مشخصات بارانهائی که این سیل ها را بوجود می‌آورند پافشاری نخواهیم کرد . بایستی در جستجوی برآورد سیل صد ساله بود و سرریز سد را طوری طرح کرد که در موقع پر بودن مخزن بتواند این سیل را ، باداشتن مرز اطمینانی کافی از خود عبور دهد . همچنین بایستی تحقیق شودکه این سرریز و مرز اطمینانش برروبهم بتوانند سیل های هزار ساله را باستثنای امواج حاصله بدون غرق شدن از خود عبور دهند ، واضح است که هر قدر که آب و هوا بیشتر متغیر و حوزه آبریز وسیع تر باشد ، بهمان نسبت سیل حاصله نیز از لحاظ دبی زیادتر خواهد بود .

تبخیر و استفاده از آب برای کشاورزی

میزان تبخیر از مخزن سدهای کوهستانی بطور نسبی بسیار زیاد است . (ظرفیت کم مخزن نسبت به مساحت سطح آب) .

برای آنکه‌استفاده از آب‌این مخازن اقتصادی باشد ، مناسب ترین راه آنست که میزان تلفات آب از راه‌تبخیر حداکثر مساوی ۱۰ در صد ظرفیت‌مفید مخزن باشد . این مقدارآب تبخیر شده (h) تابعی است از شکل طشتک دریاچه و در موردیک حالت‌متوسط بسترهائی که مورد بحث‌می‌باشند تقریبا" مساوی $\frac{۱}{۲۰}$ عمق مخزن (H)خواهد بود . در اینصورت مثلا" برای یک دیواره خاکی بارتفاع ۱۰ متر و حداکثر عمق آب مساوی ۸ متر ، ضخامت لایه آب تبخیر شده بایستی حداکثر مساوی ۴۰۰ میلیمتر باشد و در مناطقی که میزان تبخیر ۶ تا ۷ میلیمتر در روز است بهتراست آب‌ذخیره شده را در کمتر از دو ماه مصرف کرد . بعضی از مؤلفین از مخازنی صحبت کرده‌اند که‌دراصطلاح Autophage می‌باشند یعنی بعلت عمق کم در مناطقی که میزان تبخیر زیاد است ، آب دریاچه خودبخود خشک میشود بدون آنکه از آن ، استفاده شده باشد .

دراینصورت‌همیشه بایستی درجستجوی ساختن‌دیواره‌های خاکی تا سرحد امکان مرتفع بود اما چنانچه‌خواهیم دیددر مورد سدهای کوهستانی راه مناسب آنست که ارتفاع دیواره خاکی حداکثر به ۱۲ متر محدود شود . البته‌رقم ۱۰در صدتلفات از راه تبخیر ،رقمی اختیاری است‌و در چهار چوب مخازن کوهستانی ، بایستی بدنبال زراعت‌هائی بود که راندمان آنها زیاد باشد تا بتوانند تلفات از راه تبخیر در مخزن را تا ۲ یا ۳ و حتی ۴ برابر این مقدار نیز جبران کنند که این حالت در مورد زراعتهائی که آبیاری آنها در خارج از فصل بارانها عملی میشود یا در مورد زارعتهای خارج از فصل خودشان اتفاق خواهد افتاد . با در نظر گفتن اینکه عموما" ظرفیت مفید مخازن‌کوهستانی کم و محدود است ، آب دخیره شده بایستی برای آبیاری های تکمیلی در درجه اول در فصل بارانها و هنگام‌اولین ماه آخر فصل بارنها تخصیص داده شود . بنابر این بیشتر بصورت اطمینانی در برابر بی نظمی‌های بارندگی‌است تا یک نحوه جدید زراعت .

۳ ــ ۲ ــ دشورایهای مربوط به بستر یامحل سد

در قسمت های گذشته دیدیم که مخزن کوهستانی بایستی حوزه آبریزی متناسب با ظرفیت مخزن داشته‌باشد ، زیرا برحسب تعریف ،مخزن سد کوهستانی کوچک ، البته به تبعیت از مشخصات اقلیمی ، بایستی حوزه آبریزکوچکی نیز دارا باشد .

برای آنکه با وجود کمی‌ارتفاع‌دیواره‌خاکی ،مخزنی‌باظرفیت‌کافی‌داشته‌باشیم‌بایستی علاوه بر داشتن پستی و بلندی مناسبی برای طشتک‌دریاچه شیب رودخانه نیز ضعیف باشد . این شرایط موجب میشود که صرفنظر از حالات استثنائی ،جائی مناسب‌برای سدکوهستانی نه‌در دشت و نه درکوهستان پیدا نشود . فقط تپه‌هائی بابرجستگی‌های کروی‌شده (Arrondi)و شیب ملایم بهترین امکانات فنی را برای ساختن مخازن کوهستانی فراهم‌میسازند .

همچنین یافتن محل‌هائی مناسب برای احداث سد کوهستانی در فلات هائی که پستی و بلندی آنها زیاد نباشد امکان پذیر است .

توپوگرافی

توپوگرافی محل سددارای اهمیت‌زیادی از نظر اقتصادی است : اولین شاخص نشان دهنده مفید بودن‌احداث سد ، رابطه میزان حجم آب مفید (E) به حجم خاک لازم (T) برای ساختن دیواره خاکی است یعنی $\frac{E}{T}$ در ایتالیا ، سرویس مسئول سدهای کوهستانی ، موقعی پروژه‌ای را قابل قبول میداند که این رابطه برابر ۲/۵باشد. ما فکر میکنیم که باستثنای مواردی که دلیل اجتماعی برای ساختن این سدها وجود دارد این رابطه باید حداقل مساوی ۵ باشد . در اینصورت شیب خط‌القعری (Talweg) که باید با دیواره خاکی مسدود گردد حداکثر مساوی ۳ در صد باشد که این موضوع بندرت اتفاق می‌افتد زیرا معمولا" بستر سد در نقاط بلند حوزه آبریز واقع میشود .اما حالت‌های مخصوص نیز زیاد می‌باشند (محل اتصال دو رودخانه ، استانه طبیعی و غیره) .برای‌اینگونه سدها با ارتفاع کم معمولا" مانند یک سد بزرگ احتیاج به تکیه گاه (Verrou) مخصوصی نیست معذالک باید تکیه گاه دیواره خاکی را طوری انتخاب کرد که سرریز تخلیه کننده سیلاب را بتوان روی زمین طبیعی بنا کرد و نیز معبر اتصال برودخانه دارای طول زیاد نباشد .

از آنجاکه منظور ازبوجود آوردن سدمعمولا" آبیاری اراضی‌است لذا بایستی در جستجوی حوزه‌ای‌قابل‌آبیاری بودکه بتوان در آن مبادرت‌به کشت زراعتهائی با بازده زیاد نمود و نیز این حوزه از محل بستر سد زیاد دورنبوده وارتفاع اراضی نیز بالا تر از سطح آب در مخزن سد نباشد . البته امکان ساختن کانال‌های آب آور با شاخه مرده طولانی (Tete Morte) و یا احداث ایستگاههای پمپاژ وجود دارد اما در اینصورت مخارج سرمایه گزاری به نسبت زیادی افزایش خواهد یافت . بیشتر اوقات تضادی بین تمایل به احداث مخزنی برای تامین آبیاری تکمیلی اراضی و تاسف در مورد غرق شدن زمین‌های خوب که بستر مخزن را تشکیل میدهند ، وجود دارد .

زمین های بستر مخزن و زمین‌های کشاورزی

اصولا" ، زمین‌هائی که به بستر مخزن سد اختصاص داده میشوند نبایستی از زمین‌های خوب و مستعد برای آبیاری باشند . در واقع جنس این زمین‌ها باید رسی و غیر قابل نفوذ باشد تا از نشست آب از راه تراوش اجتناب شود در صورتیکه زمین‌های مورد نظر برای آبیاری باید سبک قابل نفوذ و مستعد برای توسعه ریشه‌ها تا عمق کافی باشند .

کیفیت‌های هیدرودینامیکی خاکها در اکثر حالات مربوط به جنس سنگ ما در یا سنگ کف است که خاک از آن بوجودآمده استو چون مجموع‌مخزن کوهستانی و حوزه آبیاری بیش از چندین ده هکتار را فرا نمی‌گیرند لذاغالبا" مواد و مصالح اصلی یا اولیه زمین‌های مخزن سد و زمین‌های آبیاری از یک نوع می‌باشند باستثنای دامنه‌های‌نزدیک کوه‌یعنی‌حاشیه‌تپه‌ها که‌دارای مواد متفاوتی‌با این زمین‌ها می‌باشند. بنابر این بطور کلی باید تلفیقی بین زمین‌های مستعدبرای آبیاری وکشت ونفوذناپذیری‌مورد نظر برای مخزن دریاچه و طول کانالی که مخزن سد را به حوزه‌آبیاری متصل میکند بوجود آورد و این سه نکته را در موقع طراحی پروژه در نظرگرفت .

تهیه مصالح مورد نیاز برای دیواره خاکی (Digue)

بنظر میرسد که بین لزوم غیر قابل نفوذ بودن مخزن سد کوهستانی و انتخاب منطقه یا محل تهیه‌مصالح مورد

نیاز برای ساختمان دیواره خاکی ، تضاد ظاهر میشود . در واقع در مورد مخزن‌های کوچک که ظرفیت مفید آنها بیش از سه برابرحجم خاکریزی لازم برای ساختن دیواره خاکی نیست ، بنظر میرسد که از لحاظ اقتصادی بهتراست خاکبرداری های لازم از محل مخزن سد انجام شود ، که در اینصورت رابطه $\frac{E}{T}$ در حدود یک ربع افزایش خواهد یافت .

اما علاوه بر آنکه مصالح و مواد غیر قابل نفوذ که معمولا" دانه بندی ریزی را دارا بوده و خاکهای خوبی برای ساختن دیواره‌خاکی نیستند ، در بعضی از حالات خطر کاهش میزان ناتراوائی پوشش زمین‌های نرم مخزن هم وجود دارد . در اینجا نیز موضوع تلفیق این دوامر با یکدیگر پیش می‌آید .

۳ ــ ۳ ــ دشواریهای مربوط به پذیرش یا استقبال استفاده کنندگان از ساختمان سد :

بنظر ما درمقابل دشواریهای ناشی از عدم پذیرش استفاده‌کنندگان آینده ، راه‌حل تلفیقی مانند دشواریهای موجود در زمینه‌های دیگر که در فوق بآنها اشاره شد وجود ندارد و چنانچه این افراد ، مایل بداشتن مخزن کوهستانی نباشند ، هر اقدامی هم که بعمل آید غیر از عدم موفقیت چیزی عاید نخواهد شد . برعکس چنانچه تعهدات ناشی از احداث سد را قبول کنند ، و وظایف خود را در قبال آن با قدرت انجام دهند . و احداث سد را پذیرا شوند حتی اگر شرایط انتخاب بستر و آب و هوا موجب گران تمام شدن تاسیسات هم بشود ، باز هم موفقیت مورد نظر کسب خواهد شد .

استفاده از آب ذخیره شده و اداره کردن مخزن

سد کوهستانی بعلت ظرفیت کم ، مگر در حالات مخصوصی ، نمیتواند مورد چندین نوع استفاده قرار گیرد . و درهر صورت یکی از مصارف باید جنبه برتری و اولویت داشته باشد . وجود چندین سال بارانی پی در پی می‌تواند ایجاد شبهه کند . و در مورد یک مخزن که بمنظور آبیاری‌های تکمیلی محاسبه و طراحی بر مبنای هر ده سال یکسال خشک و بدون باران محاسبه‌شده‌ممکن است دوسال درهرسه‌سال اضافه‌آبی ملاحظه‌شود که مصرف کنندگان را وادارباضافه کردن سطح آبیاری و یا وادار بمنظور نمودن مواردا ستفاده دیگری بنماید مثلا" پرورش ماهی و یا مراکز تفریحی اما در موقعیکه مواجه با خشکسالی پیش بینی شده‌گردیدندناچاربه‌حذف آبیاری مساحت اضافه شده و یا متوقف ساختن فعالیت‌های مربوط به استفاده های اضافی (ماهیگیری و غیره) خواهند گردید .

در هر صورت ، آب ذخیره شده در مخازن سدهای‌کوهستانی ، آبی گران‌قیمت است ، زراعت آبی با تلفات مختلفی که بهمراه آن ایجاد میشود ، مصرف کننده اصلی این آب است و زارع استفاده کننده از آب مخزن بایستی آبیاری با نهایت صرفه جوئی را یاد بگیرد حتی در موقع سالهای پر باران که در جریان آنها آب فراوان در اختیار دارد باید عادت نماید که آب موجود در مخزن را طوری اداره کند که از بهترین قسمت آبهای ذخیره شده‌درمخزن در سالهای کم باران و خشک استفاده نماید .

نگاهداری و حفظ تاسیسات

سدهای کوهستانی را میتوان ساده و روستائی و با رعایت اصول اقتصادی و هزینه کم احداث نمود و این‌در صورتی است که از نظارت دائم و اقدام فوری در مورد تعمیرات و نگاهداری آن اطمینانی وجود داشته باشد . سد کوهستانی ساختمان کوچکی است که نمیتواند هزینه یک نفر نگهبان دائم را تحمل کند و بایستی همیشه تحت‌نظارت دسته جمعی مردم و دائمی استفاده کنندگان باشد . قبلا" گفتیم که در صورت وقوع سیل و اشباع سرریز بلافاصله

بصورت دسته جمعی باید بکمک آن شتافت . تقویت تاج دیواره خاکی (Digue) تعمیر و تجهیزسنگفرش‌های شیروانی‌پوشانیدن و مسدود ساختن آب بردگی‌ها و یا خرابیهای ناشی از عبور حیوانات یا اشخاص از جمله‌کارهائی است که بمحض مشاهده آنها باید فورا" اقدام کرد و نباید منتظر تخصیص اعتبار یا تصویب بودجه و یا مجوزاداری و غیره گردید ، چون در آنصورت همین خرابیهای جزئی ، با اتلاف وقت تبدیل به خرابیهای بزرگ و پرهزینه‌ای خواهند گردید .

بعبارت دیگر چنانچه استفاده کنندگان ، خود را مسئول نگاهداری سد بدانند در سطح سرمایه گذاری‌امکان صرفه‌جوئی‌های زیادی در مورد هزینه کارها با کمتر گرفتن ضرائب اطمینان نسبت به تاسیساتی که مسئول آن‌سازمان اداری مستقلی باشد وجود دارد .

تمایل اهالی به احداث سد

بنابراین ، وضع و نحوه پذیرش استفاده کنندگان و یا حتی اهالی بطور کلی ، عامل اساسی موفقیت یا عدم موفقیت‌یک‌سد کوهستانی است . سدکوهستانی خصوصی که فقط متعلق‌به یک‌مالک باشد ، در صورت امکان ، مطمئن‌ترین راه حل موثر خواهد بود . اما غالبا" هزینه احداث سد خارج از امکان مالی یکنفر به تنهائی خواهد بود و چنانچه هزینه احداث بعهده دولت باشد ، بنظر ما ، بایستی استفاده کنندگان از سد در چهار چوب نظامی که برای هر حالت وضع آن تعیین خواهد شد ، از سد بهره‌برداری کنند . در واقع ، در سایه اطمینانی که در مورد تهیه آب برای گیاهان فراهم میشود ، فنون کشت بهبود یافته و راندمان محصول بیشتر خواهد شد و در مجموع وجود سد کوهستانی‌کلیه فعالیت‌های اقتصادی را افزایش خواهد داد . چنانچه سد کوهستانی مورد درخواست و تقاضای‌اهالی باشد ، مهندس مربوطه همیشه راه حلی برای دشواریهائی که در راه احداث سد ظاهر شوند می‌تواند پیدا کند . اما برای آنکه‌اهالی یک منطقه تمایل به احداث سد کوهستانی داشته باشند باید هر یک از آنها ، از اصول آن آگاهی داشته‌و وظائفی را که بوجودخواهد آورد بشناسند و نیز مزایائی‌را که احداث‌چنین سدی دارا خواهد بود وامیدهائی که میتوان بآن داشت برای آنها معلوم باشد .

فصل چهارم

موارد استفاده از مخازن کوهستانی

در قسمت‌های قبل دیدیم که بعلت کم بودن ظرفیت مخزن یک سد کوهستانی ، و نیز بعلل جستجوی حداقل هزینه و نیز دشواریهای ناشی از آب و هوا ، بستر و یا عدم پذیرش اهالی موجب میشود که بعضی اوقات استفاده‌از آب‌این گونه سدها موردی نداشته باشد و یا منجر به صرفنظر کردن از اجرای چنین پروژه‌ای بشود . اینک‌میخواهیم کار بردهای اصلی این قبیل تاسیسات را ضمن اشاره به نتایج و عواقب مشکلات اصلی آنها مورد بررسی قرار دهیم .

استفاده کشاورزی

غالبا" استفاده کشاورزی عبارتست از بوجود آوردن ذخیره ای برای امر آبیاری بطوریکه قبلا" نیز گفته شد ، چون ظرفیت این قبیل سدها کم و میزان تلفات مخصوصا" تلفات ناشی از تبخیر بسیار زیاد است لذا باید اولویت استفاده‌را به آبیاری‌های تکمیلی دادیعنی آب مخزن‌سد را بمنظورآبیاری تکمیلی بعضی از زراعت‌ها در طی‌دوره‌های کوتاه مدت خشک که در طول فصل بارانها اتفاق می‌افتد و نیز آبیاری این زراعتها برای مدت کوتاهی درست بعداز

فصل بارندگی بکار برد تا بدین ترتیب گیاه در تمام طول دوره رشد خود باندازه کافی آب در اختیار داشته باشد. (رفع احتیاجاتی در حدود ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر مکعب در هکتار و در سال) .

همیشه این وسوسه وجود دارد که آب مخزن سد کوهستانی را برای آبیاری زراعتی در خارج از فصل آن (فصل خشک یا بدون بارنگی) و یا برای تامین آبیاری زراعتهای مخصوص فصول بارانی بطور مستقل از آمدن باران بکار برند . یعنی برای کاشتن منتظر باران نشده و از آب مخزن سد برای آبیاری استفاده کنند . این وسوسه بخصوص در افریقا بسیار شدید است . اما اینکار فقط در مورد زراعتهائی امکان دارد که بازده آنها بقدری زیاد باشد که بتواند هزینه‌های گزاف آب را جبران کنند (احتیاجاتی در حدود ۱۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ متر مکعب در هکتار در سال) . یکی از موارد استفاده یا مصرف آب که بنظر ما تا کنون کمتر عملی شده نقش حوضچه جبرانی است که در چهار چوب یک شبکه آبیاری با کانالهای مربوطه ، آبهای مازاد آبیاری یا آبهائی را که در طول ساعات شب در کانالها جریان دارد جمع آوری نموده و در اراضی پائین دست در طول روز آنها را مورد استفاده قرار دهند .

استفاده دیگری که تلفات زیاد آب را از راه تبخیر توجیه می‌نماید تشکیل مخزنی برای احتیاجات داخلی منازل روستائی و یا آبشخواری برای دام‌هاست . میزان این قبیل احتیاجات خیلی کمتر از مقادیر آب لازم برای آبیاری است (در سال کمتر از ده متر مکعب برای هر فرد و ۱۵ متر مکعب برای هر راس دام) و برای داشتن این مقادیر ، میتوان تلفات زیادی را نیز قبول کرد .

استفاده توریستی

در اروپا و مخصوصا" در فرانسه ، احداث سدهای کوهستانی در چهار چوب نوسازی و عمران روستا همراه با ساختمان خانه‌های روستائی گسترش فراوانی یافته است . مخازن کوهستانی برای تربیت ماهی و نیز انجام سرگرمیها و بازیهای آبی بوجود می‌آیند . (قایق رانی و انواع مختلف آن) .

برای آنکه مخزن در تمام فصول سال منظره زیبائی داشته باشد میزان تبخیر بایستی کاهش یافته و یا تلفات آب ازراه تبخیر بوسیله یک دبی کافی ازرودخانه کهوارد ، مخزن کند جبران شود . باوجودیکه درفرانسه مسئله استفاده مشترک از نظر کشاورزی و از نظر توریستی مطرح است با وجود این در طول سالهائی که بارندگی کم است ضرورت پیدا میشود که یکی از این مصارف فدای دیگری شود .

مصرف آب برای مبارزه با آتش سوزی

یکی از مصارفی که می‌تواند همراه باکار برد توریستی و منضم به آن گردد ، استفاده از مخزن سدهای کوهستانی بعنوان مخزن آب برای مبارزه با آتش سوزیهای احتمالی است . در این حالت مانند حالت قبل مخزن آب بایددر تمام طول فصل خشک یا بدون بارندگی تا آنجا که ممکن است البته بجز در موقع آتش سوزی ، کاملا" پرباقی بماند . در نواحی جنگلی ، تعداد زیادی از سدهای کوهستانی برای همین منظور ها (مبارزه باآتش سوزی و استفاده توریستی تواما") احداث شده‌اند .

استفاده از سدهای کوهستانی بمنظور مبارزه با سیل

یکی از موارد استفاده که تاکنون کمتر به آن برخورد شده (در کشور گوادلوپ) استفاده از این سدها برای از بین بردن خطرات سیل است . برای آنکه سد بتواند وظیفه خود را بخوبی انجام دهد . بایستی مخزن آن درموقع وقوع سیل کاملا" خالی باشد ، بنابراین یک دیواره خاکی (Digue) با دریچه باز و نیز یک سرریز سیل برای

اجتناب از غرق شدن سد خاکی در مواقع استثنائی لازم خواهد بود . با وجود این وسوسه نگاه داشتن و ذخیره‌آب درپایان فصل باران ها و قبول خطر یک سیل دیر رس بسیار زیاد است و علاوه بر این مقادیر آب ذخیره شده‌واقعا" برای‌سدی‌که هزینه آن نمیتواند قابل اغماض باشد بسیار کم است . با مخزن‌هائی بظرفیت متوسط ۵۰۰۰۰ مترمکعب برای مهار کردن ۵۰میلیون متر مکعب بوجود آوردن ۱۰۰۰ مخزن لازم خواهد بود . البته می‌توان اداره‌ای برای تنظیم سیل‌ها پیش بینی کرد که عهده دار خالی کردن کلیه مخزن ها در موقع اعلام خبر سیل و بستن دریچه‌آنها پس ازخاتمه سیل خواهد بود . اما باید شبکه‌ای از افراد برای پیش بینی ، نظارت و ارتباطات بوجود آورد ،بعلاوه بایستی نظر قطعی درباره پیش بینی های هواشناسی وجود داشته باشد .

نتیجه گیـــــری

شاید ما خود را در مورد تکنیک سدهای کوهستانی بد بین نشان داده‌ایم . با وجود این احساس ما در واقـع در مورد این مخازن بدبینانه نیست .

تکنیک مخازن کوهستانی تاسیسات اعجاب انگیزی تاکنون‌بوجود آورده‌و باری پی بردن به اهمیت آن کافیست از بعضی از مناطق اروپا دیدن کنیم (شمال ایتالیا ــ جنوب غربی فرانسه بعنوان مثال و یاحتی در ایـران) .

شایع شده است که سد کوهستانی تاسیساتی روستائی و کم خرج است ، ما میخواهیم متذکر شویم که بهیچوجه نباید تسلیم این فکر گردید . با وجودیکه این امر در مورد سدهای کوهستانی که در بعضی از مناطق بوجودآمده‌اند صادق است . در این مناطق بارانها بطور منظم در طول سال توزیع شده و دوره‌های بدون باران یا خشک بسیارکوتاه مدت می‌باشند . در این مناطق این مخازن بعنوان نوعی ایمنی در برابر دوره‌های خشک اتفاقی و کـاری بصورت خصوصی یا مربوط به یک روستا بوده است .

بوجودآوردن‌این سدها در مناطقی با آب و هوائی‌غیر از این و یا بدلائلی دیگر ، مستلزم دخالت‌مهندسینی است که از این به بعد با تکنیک صحیح قادر به حل بیشتر مسائل مربوط به سدهای کوهستانی باشند . دیگر محـل برای‌قبول ریسک یا خطر وجود ندارد و نیز هزینه بوجود آوردن سد کوهستانی شاید همیشه ارزان‌ترین راه حل‌ممکن نباشد .

RESUMÉ

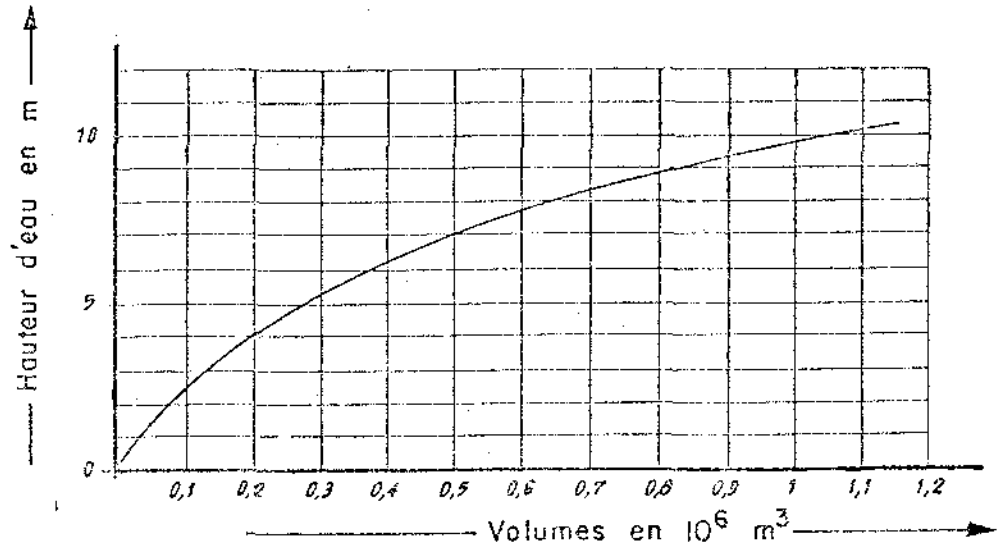
Le lac de collines, dans sa forme actuelle, est une retenue d'eau de faible capacité (entre quelques dizaines et quelques centaines de milliers de mètres cubes), située sur un bassin versant tel que les apports annuels de l'année décennale sache soient du même ordre de grandeur que le volume de la retenue; il est normalementcréé par une digue en terre compactée haute au maximum d'une douzaine de mètres et protégée par un déversoir de sécurité; il peut être équipé d'une prise d'eau et doit sauf raisons particulières clairement explicitées, posséder une vidange de fond qui peut, le plus souvent, être associée à l'ouvrage de prise d'eau.

La digue en terre peut être constituée par un massif homogène ou zoné avec un noyau étanche; elle comporte une tranchée d'étanchéité (dite aussi d'ancrage), un tapis filtrant ou un massif drainant à l'aval et une protection des talus (enherbement à l'aval, perré antibatillage à l'amont). Le déversoir doit permettre le passage de la crue centennale avec une revanche telle que, pour cette fréquence, les vagues ne puissent passer par dessus la crête de la digue; un chenal à l'aval du déversoir doit conduire l'eau jusqu'à retrouver le lit normal de la rivière en dissipant en chemin l'énergie produite par la chute entre le niveau dans la retenue et le niveau de restitution.

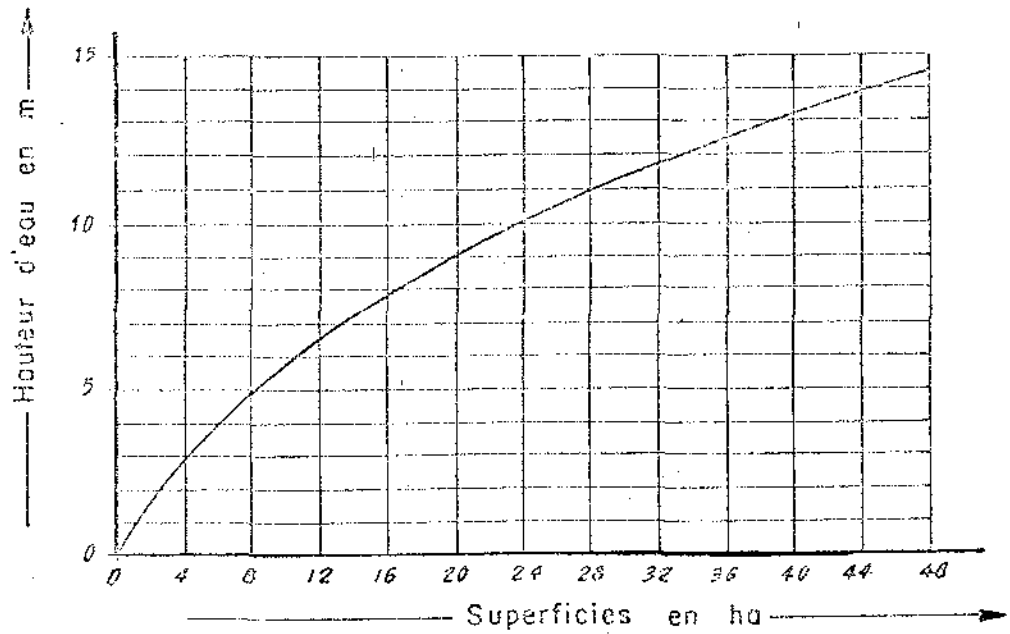
Pour construire un tel ouvrage, il faut d'abord disposer d'une topographie précise du site (cuvette, emprise de la digue, chenal de restitution etc ...). Il faut ensuite une bonne connaissance des terrains tant de la retenue (imperméabilité) que des sols de fondations (imperméabilité, résistance) et des terres d'emprunt (conditions de mise en place et de compactage). Il faut enfin préciser les apports annuels, prévoir les crues, fixer l'utilisation et simuler la gestion de la retenue. Tout cela, de même que les travaux de génie civil, est assez bien connu des ingénieurs pour affirmer que de tels ouvrages peuvent être réalisés partout dans le monde, même s'il faut aller à la limite de la définition que nous avons donnée pour les lacs de collines.

CARACTERISTIQUES DE LA RETENUE

VOLUME "E"



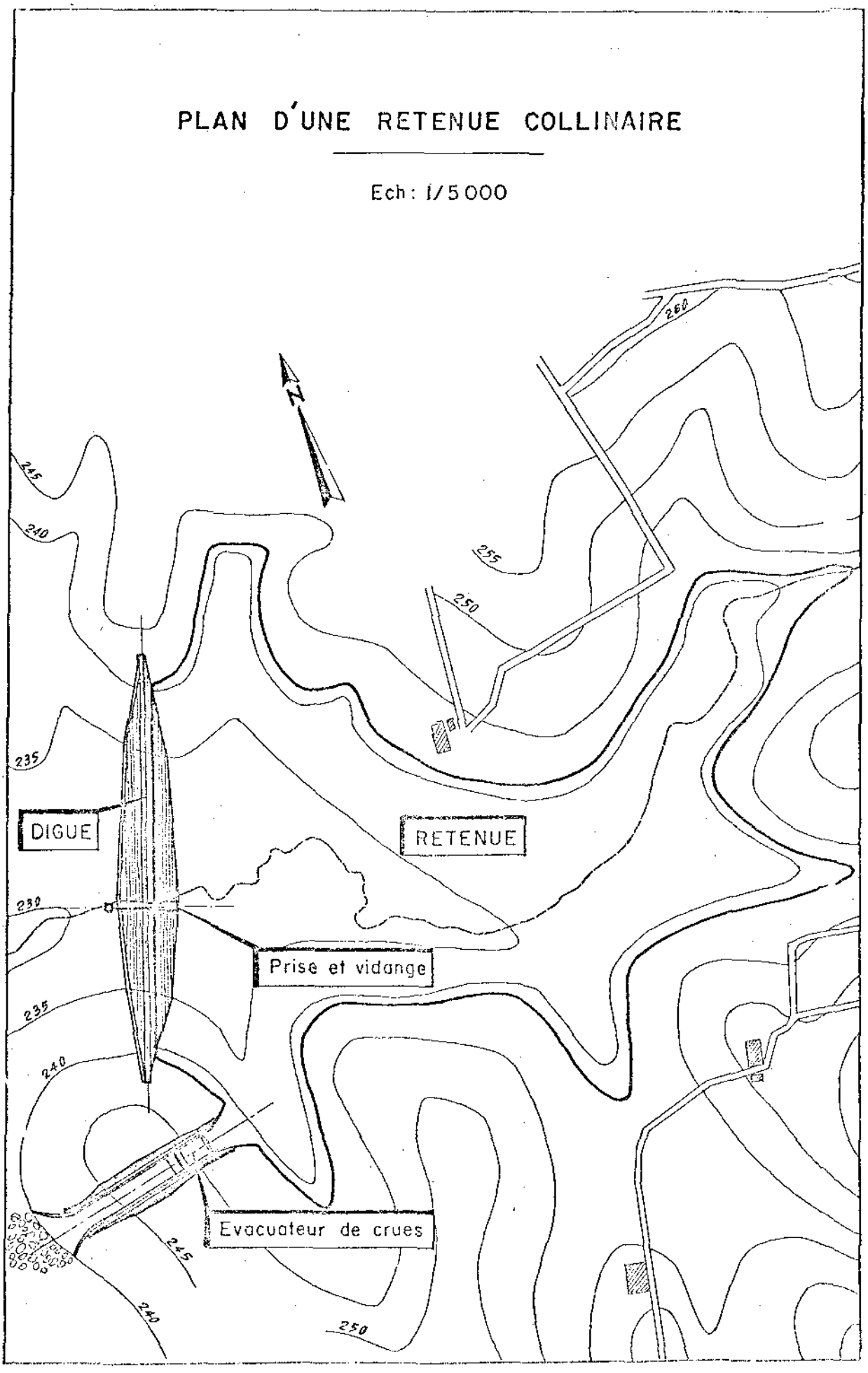
SUPERFICIE "S"



Superficie du bassin versant BV (ha)	300
Volume de la digue T (m^3)	95000
Volume de la retenue E (m^3)	1072000
Superficie de la retenue S (ha)	24
Rapport E / T	11,3
Rapport S / T	2,5
Rapport E / BV	3575

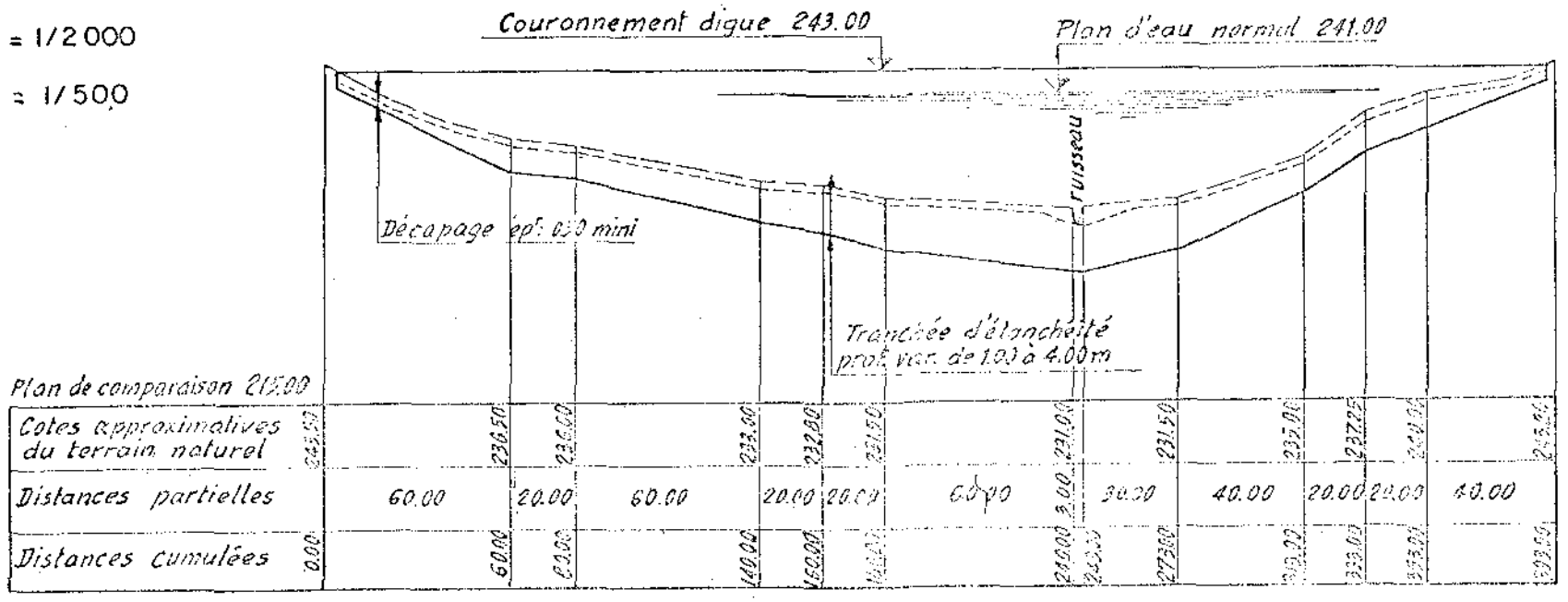
PLAN D'UNE RETENUE COLLINAIRE

Ech : 1/5 000



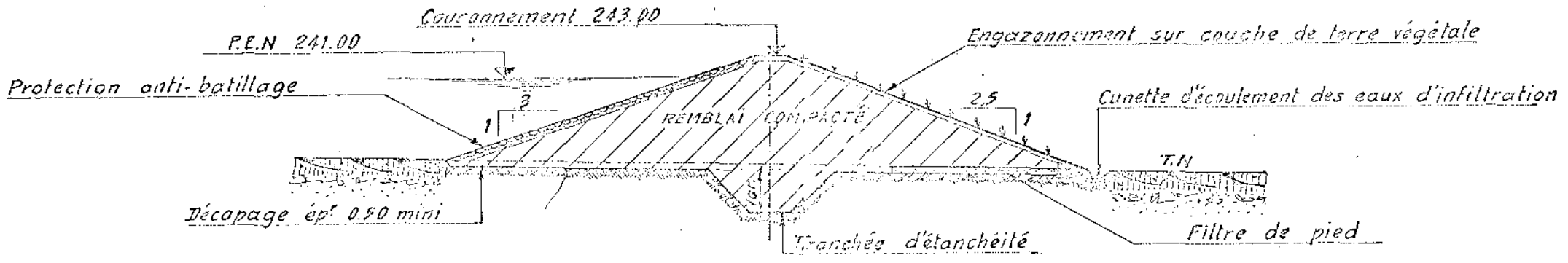
COUPE LONGITUDINALE DE LA DIGUE

Echelles (L = 1/2000 ; H = 1/500)



PROFIL EN TRAVERS TYPE DE LA DIGUE

Ech : 1/500



COUPE LONGITUDINALE DE L'OUVRAGE DE PRISE

Ech: 1/500