Main Menu

کاربری ژئوتکستایل بعنوان فیلتر در سدهای خاکی

کاظم کلهری [1]
فیروزه صدری [2]

چکیده :

فیلتر یک از اجزا مهم سازه های خاکی ایست که در ارتباط با جریان آب می باشند . هنگامی که جریان نشت از یک خاک با دانه های نسبتا ریز به مصالح درشت تر (برای مثال مصالح زهکش) وارد می شود ، ممکن است مصالح ریز دانه از جای خود حرکت کرده ، اولا باعث بروز ناپایداری در کل سازه گردیده و خطرآفرین باشند و ثانیا فضاهای خالی سیستم زهکش را پر کرده و در برابر حرکت آب ایجاد مانع کنند و در نتیجه باعث افزایش فشار هیدرواستاتیکی در سازه شوند . بدین جهت ایجاد چنین بخشی در سازه لازم خواهد بود . طی دهه های گذشته علاوه بر مصالح فیلتر دانه ای ، از مواد مصنوعی بنام ژئو تکستایل نیز استفاده شده است که خصوصیاتی نظیر مصالح دانه ای (خاک) دارند و از نظر مقاومت مکانیکی و شیمیایی در حد بالاتری قرار دارند . از این مواد در اکثر پروژه های ژئوتکنیکی چه در سطح جهانی و چه در کشور ما استفاده شده است و از اینرو نیاز به شناخت بهتر این مواد می باشد .

در این مقاله در مورد کاربرد های ژئوتکستایل در مهندسی به اختصار صحبت خواهد شد و سپس درباره خصوصیات فیلتری آن ، مبانی طراحی و کاربری اش در سدهای خاکی و سنگریزه ای بررسی خواهد شد .

کلمات اصلی و مهم :

فیلتر ، ژئوتکستایل ، ژئوسنتتیک ، زهکش ، تراوش(نشت)، فرسایش داخلی (piping) و سد خاکی.

---

[1] کارشناس طرح آبرسانی لوارک ـ سوهانک و عضو کمیته فنی هیدرولیک در سدها

[2] کارشناس شرکت ایران بنا

۱- فیلتر

۱-۱- تعریف

فیلتر مصالحی است حد واسط که در مرز بین دو لایه ای که به لحاظ توزیع دانه بندی متفاوت هستند ، قرار داده می شوند . نقش اصلی فیلتر جلوگیری از شسته شدن و حرکت مواد ریز دانه سازه خاکی می باشد و بدیهی است که کاربرد آن در جایی است که تحت اثر گرادیان هیدرولیکی می باشد .

۱-۲- عملکرد فیلتر

وقتی که جریان نشت از یک خاک با دانه های نسبتا ریز به مصالح درشت دانه تر (مانند زهکش در پنجه سد خاکی) وارد می شود ، این خطر وجود دارد که ذرات ریز خاک به داخل مصالح درشت دانه تر شسته شوند . اگر این کار در یک مدت زمان طولانی انجام بگیرد ، ذرات ریز ممکن است تمام فضاهای بین مصالح درشت دانه را پر کرده و آن را مسدود نمایند . برای رفع چنین مشکلی ، بین دو لایه ریز و درشت از یک لایه فیلتر بعنوان محافظ استفاده می شود . فیلتر و زهکش اجازه می دهد تا جریان تراوش از خاک نسبت به زمانی که فیلتر وجود ندارد ، سریعتر خارج شود . بنا بر این مصالح فیلتر بایستی نسبت به خاک اساس (خاک مورد حفاظت) درشت دانه تر و با حفرات بازتری باشد . جریان تراوش از خاک ریز دانه به فیلتر ممکن است همراه با شسته شدن و حرکت ذرات ریز دانه خاک اساس به حفرات مصالح فیلتر باشد و این انتقال باعث به خطر افتادن سازه خاکی خواهد گردید . تخریب مذکور ممکن است بدلیل از دست رفتن و کمبود مصالح تراکم یافته باشد و یا اینکه ناشی از انسداد خلل و فرج فیلتر و بوجود آمدن فشار زیاد هیدرواستاتیک در پشت مصالح فیلتر باشد . بهر حال و به هر دلیل در اینصورت ایمنی سازه با خطر مواجه شده و سازه در طی زمان منهدم خواهد گردید . وجود فیلتر باعث طول عمر سازه با بروز کمترین خطر می گردد .

۱-۳- فیلتر در سدهای خاکی

در سدهای خاکی نیز وضع بهمین صورت است ؛ اگر بین لایه زهکش (سنگ ریزه ای) و خاک اصلی در پنجه سد ، لایه فیلتر موجود نباشد ، ذرات ریز قسمت اصلی به سمت سنگریزه ها شسته شده و مسیر آن را مسدود می کنند و نتیجه آنکه سیستم زهکش سد از کار می افتد ونیز تدریجاً مصالح سازنده بدنه به بیرون شسته شده و باعث خرابی و ضربات جبران ناپذیر می گردد . بنا براین باید برای اطمینان از وجود ایمنی سازه ، یک لایه فیلتر بین مصالح ریزدانه و درشت دانه قرار داده شود که البته می تواند بیش از یک لایه باشد و هر لایه نقش فیلتر را برای لایه زیرین بر عهده داشته باشد .

بدلیل استفاده بهینه از مواد و مصالح در سدهای خاکی مثل مصالح حاصل از حفاری ، امکان استفاده از منابع قرضه نزدیک به سایت و صرفه جویی در زمان و اطمینان برای پایداری و کنترل نشت در سدها ، اقدام به زون بندی در سدها می شود . مناطق مختلفی در زون بندی خاکریز سد مشخص می شود که هسته مرکزی ، پوسته ، فیلتر ، لایه محافظ بالادست و پایین دست از آن جمله است .

فیلتر در سدهای خاکی ممکن است در موقعیت های متعددی مورد نیاز باشد ، مانند جاهایی که زهکش های افقی ، عمودی و مایل وجود دارند یا در نزدیکی مجاری تخلیه ، در زیر سازه های کاهنده انرژی ، چاههای فشار شکن و در زیر پوشش ریپ رپ ؛ مهمترین خصوصیات این فیلترها عبارتند از دانه بندی ـ چگالی متراکم مصالح و نفوذ پذیری .

تراکم نسبی مصالح فیلتر حداقل باید ۸۵٪ باشد و هیچ قسمتی یا بخشی از این مواد کمتر از ۸۰٪ تراکم نسبی نداشته باشد ؛ ونیز باید دانه بندی مصالح فیلتر آنگونه باشد که مصالح دچار بهم خوردن دانه بندی و جدایی دانه ها نشوند که در اینصورت خصوصیات مهندسی مصالح و از جمله نفوذ پذیری مصالح تغییر قابل توجهی

خواهد نمود ؛ و برای جلوگیری از بروز ترکهای کششی در مصالح بایستی درصد مجاز ریزتر از اندازه #NO.200 بوسیله آزمایش های مختلف تعیین گردد .

۱-۴- انواع فیلتر

فیلترها به دو دسته کلی تقسیم می شوند :

الف ـ مصالح دانه ای ؛ شن و ماسه دانه بندی شده بر طبق معیارهای طراحی فیلتر .

ب ـ الیاف یا بافته هایی از جنس پلیمر مصنوعی (Geotextiles) .

۱-۵- محدوده طراحی فیلترهای دانه ای

برای جلوگیری از مشکلات و مسایلی که در بند های ۱-۲ و۱-۳ بیان گردید و طراحی دقیق و صحیح ، برای رسیدن به عملکرد مناسب مصالح فیلتر و زهکش ، محدوده هایی وجود دارد که طی سالها و با انجام آزمایش های متعدد بدست آمده اند . منابع مختلف بعضاً محدوده هایی را پیشنهاد کرده اند که با اختلافات کوچکی همراه می باشند لیکن حاصل مطالعات مختلف بصورت زیر بوده است :

برای انتخاب مصالح فیلتر دو معیار کلی وجود دارد که لازم است برای هر فیلتر تامین گردد :

الف ـ اندازه حفرات مصالح فیلتر باید بقدر کافی ریز باشد تا از شسته شدن خاک مورد حفاظت به داخل آن جلوگیری شود . (piping)

ب ـ مصالح فیلتر باید آنقدر نفوذ پذیر باشند ، تا از بوجود آمدن نیروهای نشت زیاد و فشار هیدرواستاتیک در مصالح جلوگیری شود.(permeability)

- بر طبق تحقیقات تجربی برترام (۱۹۴۰) دو محدوده زیر انتخاب و توصیه شده است :

piping

(1) D15(filter)/D85(soil)<= 4-5

permeability

(2) D15(filter)/D15(soil)>= 4-5

- و نیز اداره مهندسی ارتش آمریکا چنین توصیه می کند :

piping

(3) D15(filter)/D85(soil)< 5-6[3]

(4) D15(filter)/D15(soil)< 20-40[4]

(5) D50(filter)/D50(soil)< 25

[3] اگر CU=D60/D10<1.5 باشد حد بالایی تا ۶ افزایش می یابد .

[4] اگر CU=D60/D10>4 باشد حد بالایی تا ۴۰ افزایش می یابد .

permeability

(6) D15(filter)/D15(soil)>4

ـ **توضیح** : منظور از D^i قطری از مصالح دانه ایست که i% مصالح از آن ریزتر است .

و نیز اداره مهندسی ارتش آمریکا در تشریح محدوده های پیشنهادی می افزاید :

ـ مصالح فیلتر نباید از قطر 76mm بزرگتر باشد (این دستورالعمل به منظور جلوگیری از جداشدگی دانه ها در فیلتر است)

ـ به منظور جلوگیری از فرسایش داخلی ذرات ریز فیلتر و تامین نفوذ پذیری کافی ، نباید میزان ریز دانه های ریزتر از الک شماره ۲۰۰ در مصالح فیلتر بزرگتر از ۵ ٪ باشد .

با محدوده های تعیین شده می توان دانه بندی فیلتر و همچنان پوشش سنگ چینی و لایه ریپ رپ را نیز تعیین کرد به گونه ای که از شسته شدن خاک حفاظت شده به درون فیلتر و همچنین مصالح فیلتر به پاشنه سنگی جلوگیری شود . لازم به ذکر است که ضخامت لایه فیلتر باید بوسیله قانون دارسی تعیین شود .

۲- ژئوتکستایل

۲-۱- تعریف

ژئوتکستایل از انواع ژئوسنتتیک ها می باشد . در تعریف کلی ، ژئوسنتتیک ها منسوجات و یا پوششهای ساخته شده از الیاف نفتی هستند که خاصیت اصلی آنها فساد ناپذیری در مقابل عوامل مخرب درون خاک است . لذا از این نظر کاربردهای فراوانی در مهندسی خاک و بهبود کیفیت خواص گوناگون خاک دارند . ژئوسنتتیک ها انواع گوناگونی نظیر ژئوتکستایل ، ژئوممبران ، ژئوگرید ، ژئومت و.... دارد که هریک بر حسب خاصیت کاربردهای مختلفی دارند . از این میان ژئوتکستایل بر مبنای خصوصیاتی که در مهندسی ژئوتکنیک دارد ، از دامنه کاربرد وسیعی برخوردار می باشد . ژئوتکستایل ها پوشش های عموماً نفوذ پذیری می باشند که از الیاف مصنوعی بدست آمده اند و این الیاف از مشتقات نفت خام نظیر پلی استر ، پلی اتیلن ، پلی پروپیلن و بعضی از مواقع از فایبر گلاس ساخته می شوند . گفتنی است که ساخت این منسوجات از مواد طبیعی به دلیل فساد پذیر بودن آنها امکان پذیر نیست . ژئوتکستایل ها می توانند به صورت بافته شده و یا بافته نشده باشند ، ژئوتکستایل های بافته شده می توانند همانند پارچه از بافته شدن دو سری نخ موازی عمود بر هم و یا همانند کامواباقی از درهم رفتن حلقه های نخ ساخته شوند . در ژئوتکستایل های بافته نشده الیاف به صورت اتفاقی در کنار یکدیگر قرار گرفته و به کمک مواد شیمیایی ، حرارت و یا بصورت مکانیکی با یکدیگر یکپارچه می شوند .

۲-۲- انواع ژئوتکستایل

همانطور که اشاره گردید ، ژئوتکستایل بر دو نوع بافته شده wovens و بافته نشده non-wovens می باشد . و ویژگی آنها در مقابل خاک ، خاصیت جدا کنندگی و فیلتریزاسیون می باشد . همچنین در حفاظت از وقوع فرسایش و دربرابر جریانهای متلاطم کاربرد فراوانی دارند .

۲-۳- کاربرد ژئوتکستایل در مهندسی

۲-۳-۱- زهکشی : آب زیرزمینی در روی ژئوتکستایل به خوبی جریان پیدا کرده و می تواند به سمت نقاط خروجی هدایت شود .

۲-۳-۲- فیلتریزاسیون : در صورتی که لایه ژئوتکستایل نفوذپذیر بین دولایه خاک دانه ای درشت و ریز قرار گیرد ، زهکشی به راحتی از لایه ریز به لایه درشت انجام شده و از نفوذ دانه های ریز به لایه درشت جلوگیری می شود .

۲-۳-۳- جداسازی : با استفاده از ژئوتکستایل می توان لایه های مختلف خاک را از هم جدا کرد ؛ به عنوان مثال در احداث شاهراه ها ، بستر رسی را می توان به کمک ژئوتکستایل از زیر اساس شنی جدا نمود .

۲-۳-۴- تسلیح : مقاومت کششی زیاد ژئوتکستایل باعث افزایش ظرفیت باربری زمین می شود .

۲-۴- کاربری ژئوتکستایل به عنوان فیلتر

بدلیل برتری از نظر اجرا ، بهینه بودن از نظر اقتصادی و داشتن خصوصیات مناسب و کاربری آسان این مواد با کاربرد موفقیت آمیزشان در بسیاری از پروژه های زهکشی و ژئوتکنیکی جای فیلترهای دانه بندی شده را گرفته اند ، بنا براین ، مواد ژئوتکستایل بایستی رفتار و کارکردی مشابه فیلترهای دانه ای داشته باشند :

- اجازه عبور آب اضافی و هدایت آن به سمت زهکش ها و ادامه این کار در طول مدت بهره برداری .
- نگهداری ذرات خاک در محل خود و جلوگیری از بروز پدیده فرسایش داخلی (piping) .
- ژئوتکستایل نیز بمانند فیلترهای دانه بندی شده نیاز به طراحی و درنظر گرفتن یک سری خواص مهندسی دارد و در غیر اینصورت نمی تواند بعنوان یک سیستم کارآ عمل نماید .
- از جمله مزایایی که ژئوتکستایل دارد می توان به ساخت و نصب سریع ، صرفه اقتصادی ، مقاومت شیمیایی ، دوام زیاد ، عدم وجود جدایش بین دانه ها که در فیلترهای دانه ای در حین ساخت بوجود می آید و کاهش میزان حفاری اشاره کرد .
- در مقایسه با مصالح فیلتری نامناسب مثل دانه های با توزیع دانه بندی ناپیوسته (Gap-Graded) یا دانه بندی خارج از محدوده (Broad-Graded) که برای فیلتر نامناسب است و استفاده از آن قطعاً اثرات نامناسبی را از نظر پدیده فرسایش داخلی (piping) و بوجود آمدن فشار هیدرولیکی ایجاد خواهد کرد ، ژئوتکستایل به مراتب بهتر می تواند ایفای نقش کند .
- درشرایط ویژه مثل خاک های واگرا ، بروز ترکها و شرایط اشباع ژئوتکستایل بهتر عمل می کند .
- ضخامت لایه ژئوتکستایل نسبت به لایه مصالح دانه ای خیلی کوچکتر است و این امر از نظراقتصادی و اجرایی حائز اهمیت می باشد .

۲-۵- طراحی فیلتر ژئوتکستایل

طراحی ژئوتکستایل به همان اندازه ضروری است که طراحی فیلترهای دانه ای . ژئوتکستایل از نظر ساختمانی بسیار شبیه به ساختمان خاک است و بطور مشابه ، فضاهای خالی خاک (pores) و ذرات خاک (fabrics) در ژئوتکستایل وجود دارد و بدلیل پیچیدگی ای که نسبت به خاک دارد ، بایستی طراحی آن با دقت بیشتری انجام شود.

در طراحی فیلترهای ژئوتکستایل سه مرحله اساسی وجود دارد :

الف ـ اگر اندازه حفرات ژئوتکستایل کوچکتر از اندازه ذرات خاک باشد ، خاک اساس بوسیله فیلتر نگهداری می شود و بدین وسیله از فرسایش داخلی جلوگیری می شود .

ب ـ اگر اندازه حفرات ژئوتکستایل به اندازه کافی بزرگ باشد که برابر عبور ذرات خیلی ریز خاک مانعی وجود نداشته باشد ، در این صورت ژئوتکستایل ، مانع از تجمع فشار هیدرواستاتیک خواهد شد .

ج ـ حفرات ژئوتکستایل باید به آن مقداری باشد که همواره بتواند جریان آب را از خود عبور دهد .

بدین وسیله محدوده طراحی فیلتر های ژئوتکستایل تعیین می گردد :

- ژئوتکستایل باید در برابرحرکت ذرات خاک مقاومت کند . (محدوده نگهداری)
- ژئوتکستایل باید توان گذر دهی آب اضافی و آزاد از خودرا داشته باشد . (محدوده نفوذ پذیری)

- ژئوتکستایل باید به عنوان یک فیلتر دارای عمر مفید و ظرفیت کافی آبگذری باشد . (محدوده ظرفیت عبور جریان)

علی الخصوص در بسیاری از وضعیت های ویژه و بحرانی ، بکار بردن ژئوتکستایل با دقتی که در انتخاب آن باید بشود بهترین انتخاب است و باید توجه داشت که انتخاب ژئوتکستایل نباید فقط بر اساس قیمت آن باشد . گو اینکه قیمت و هزینه ژئوتکستایل عموماً در مقایسه با سایر مواد سیستم زهکشی کمتر است .

۲-۵-۱- محدوده طراحی

محدوده نگهداری

$$O_e(geotextile) \le B.D(soil) \quad (۷)$$

اندازه موثر ژئوتکستایل معمولا

$$= \quad O_e \quad o_{90} or\, o_{95}$$

ضریب بدون بعد (0.5-5.0)

$$B =$$

متوسط اندازه ذرات خاک

$$= \quad D(soil) \quad D_{85} or\, D_{50}$$

B تابع CU ، O_e ، نوع و افت خاک اساس ، $D_{85} or\, D_{50}$ ، نوع ژئوتکستایل (بافته شده و بافته نشده) و وضعیت جریان (آرام ـ متلاطم) می باشد .

محدوده نفوذ پذیری

$$K(geotextile) \ge FS.K(soil) \quad (۸)$$

برای وضعیت عادی

$$K(geotextile) \ge K(soil) \quad (۹)$$

برای وضعیت بحرانی و ویژه

$$K(geotextile) \ge 10.K(soil) \quad (۱۰)$$

همانطور که پیش از این ذکر گردید ، ظرفیت آبگذری نباید مسئله ای در عملکرد فیلتر بوجود آورد و ظرفیت آبگذری فیلتر با ید از خاک بزرگتر باشد .

$$q(required) = q(geotextile)\{Ag / At\} \quad (۱۱)$$

Ag = سطح قابل دسترس برای جریان

At = سطح کلی ژئوتکستایل

محدوده ظرفیت عبور جریان

(۱۲) $O_e(geotextile) \geq 3\, D_{15}(soil) \xrightarrow{if} cu > 3$

واگر $cu \leq 3$ باشد ، محدوده نگهداری در این مورد کفایت می کند . در موقعیت هایی که مسئله مسدود شدن راه گذر آب وجود داشته باشد ، باید محدوده های زیر را نیز در نظر گرفت .

$$1- \ for\ non-wovens.....n \geq 50\% - 70\%$$

$$2- \ for\ wovens.....POA \geq 4\% - 10\%$$

تخلخل :n و در صد مساحت باز در ژئوتکستایل : POA می باشد .

البته لازم به ذکر است که برای غالب ژئوتکستایل های بافته شده و بافته نشده ، مشخصات فوق الذکر وجود دارد .

۲-۵-۲- محدوده های دیگر برای طراحی فیلتر ژئوتکستایل

تعدادی از منابع مطالعاتی در زمینه ژئوتکستایل اقدام به بررسی و ارائه مشخصات و محدوده های طراحی دیگری نموده اند که ذیلاً و به اختصار ذکر می گردند:

اندازه موثر ژئوتکستایل - O_e

ضریب یکنواختی - **U=D60/D10**

ماکزیموم اندازه حفرات ژئوتکستایل - O_{max}

Mckeade (1977) ICI Fibers(1978)

ژئوتکستایل بافته نشده و جریان یک بعدی

d 85>0.25 mm شن و ماسه

d15>0.02 mm خاک اساس

$O_{50} \leq d\,85$

0.02<d85<0.25

Calhoun (1972)

ژئوتکستایل بافته نشده و جریان یک بعدی

خاک دانه ای

d50>0.074 mm(NO.200)

$O_e < d85$

$\%\ open\ area \leq 40$

خاک سیلتی

d50<0.074 mm(NO.200)

$O_e \leq 0.21\ (No.70\ UK\ Sieve)$

$\%\ open\ area \leq 10$

Raguztki(1973)

ماسه با 0.09<d50<0.34 mm

ژئوتکستایل بافته شده ـ جریان یکبعدی

$O_{max} \leq 2.7\, d50$

برای انواع دیگر جریان

× فیلتر تحت بار (برای اینکه ذرات جابجا نشوند)

$O_{max} \le 1.3\, d50$ بافته شده

$O_{max} \le 1.5\, d50$ بافته نشده

× فیلتر بدون اثر بار $O_{max} \le 0.7\, d50$

Zitscher(1975)

ژئوتکستایل بافته شده فقط برای ماسه

U<2 , 0.1<d50<0.3

$O_e \le 2.7\, d50$ جریان یک بعدی

$O_e \le 1.0\, d50$ جریان غیر یکبعدی

Schober & teindl (1979)

0.01<d50<0.3 ماسه

1.5<U<5

جریان یک بعدی ـ ژئوتکستایل بافته شده و نازک

1	2	3	4	5	U base
2،4	3،8	4،4	4،3	4،2	o90/d50

جریان یک بعدی ـ ژئوتکستایل بافته شده و ضخیم

1	2	3	4	5	U base
4،5	6،6	7،4	7،4	7،4	o90/d50

جریان غیر یک بعدی

o90=d85

Heerten (1981-1982)

خاک غیر چسبنده ـ جریان یک بعدی

$U \ge 5 \Rightarrow O_{90} < 10.d_{50} \quad , O_{90} \le d_{90}$

$U < 5 \Rightarrow O_{90} < 2.5 d_{50} \quad , O_{90} \le d_{90}$

جریان غیر یک بعدی

$O_{90} < d_{50}$

خاک چسبنده ـ تمام حالات جریان ها $O_{90} < 10.d_{50} \quad , O_{90} \le d_{90} \quad , O_{90} \le 0.1\, mm$

توضیح ـ جریان غیر یک بعدی در اینجا مانند جریان خروجی یک پمپ .

۲-۶- کاربری ژئوتکستایل به عنوان فیلتر در سد های خاکی

کاربرد های ژئوتکستایل در سد های خاکی و سنگریزه ای بعنوان فیلتر به شرح زیر می باشد :

الف ـ حفاظت شیب پایاب نسبت به فرسایش

ب ـ هدایت رواناب های سطحی و نشت در پایین دست

ج ـ حفاظت شیب سرآب

د ـ ایجاد زهکشی داخلی در سد

ه ـ ایجاد فیلتر در زیر پوشش ریپ رپ برای جلوگیری از فرسایش داخلی و شسته شدن مصالح در پایاب و سرآب

به جهت بررسی بهتر در مورد کاربرد های ژئوتکستایل در سدهای خاکی ، تعدادی از سدهای جهان که ژئوتکستایل در آنها بعنوان فیلتز بکار رفته شده است ، در جدول شماره یک آورده شده است :

نام کشور و نام سد	ارتفاع سد از پی	سال ساخت	مکان و کارکرد فیلتر	سطح فیلتر(مترمربع)
استرالیا/Loy yang	۱۷ متر	۱۹۷۹	در زیر پوشش ریپ رپ(در سرآب)	۲۹۰۰
چکسلواکی / Nove mlyny	-	۱۹۷۴-۷۹	فیلتر داخلی بین هسته و پوسته شنی	۱۰۳۷۲
آلمان فدرال/Frauenau	86 متر	1976-80	حفاظت رویه پایاب از فرسایش داخلی و حفاظت زهکش عمودی	۲۷۰۰۰
فرانسه/Longefan	-	۱۹۷۷	پوشش چاه فشار شکن در سراب	-
فرانسه/Verney	42 متر	1980-83	حفاظت از زهکش افقی	۶۲۰۰۰
هندوستان/Dharoi dam	-	1981	حفاظت چاه فشار شکن و پایاب از فرسایش داخلی و نیرو های ناشی از تراوش	450
ایتالیا/Simbirizzi	22 متر	1983-85	حفاظت و نگهداری پایاب	۴۰۰۰۰
نیجریه/Goronyo	21 متر	1980-83	زهکش پایاب و لایه فیلتر افقی	۳۰۰۰۰۰
آفریقای جنوبی/ Elandspruit	۹۵ متر	۱۹۷۸-۸۵	در زیر پوشش ریپ رپ و اطراف زهکش های داخلی و خروجی	۱۴۵۰۰۰
انگلستان/Copland	۱۹ متر	*۱۸۷۹	اطراف زهکش جهت حفاظت	۶۶۰۰
ایالات متحده / Sam Rayburn	-	1982	تعمیر و بازسازی بستر پوشش ریپ رپ	-

جدول (۱) – کاربری ژئوتکستایل در سدهای خاکی درجهان

۳- نتیجه گیری

ژئوتکستایل ها در دهه های گذشته بطور گسترده در سطح جهانی بکار گرفته شده اند و در سدهای خاکی نیز چنانکه در جدول یک ملاحظه می شود استفاده گردیده اند . اصلی ترین کاربرد آنها در سدها بعنوان جایگزین فیلتر های دانه ای بوده است .

ژئوتکستایل کاربرد موثری در جداسازی لایه ها و جلوگیری از فرسایش ، حفاظت سواحل رودخانه ها و .... داشته است و با توجه به اینکه پایایی و مقاومت خوبی در برابر عوامل مخرب و نیروهای هیدرواستاتیکی دارد ، برای کاربرد های ژئوتکنیکی مناسب است و توصیه می گردد ، مشروط بر اینکه محدوده ها و معیارهای طراحی همانگونه که در مورد فیلترهای دانه ای با دقت کنترل می شود ، در مورد این مواد نیز عمل گردد .

* توجه شود که این سد در سال ۱۸۷۹ ساخته شده است لیکن بدلیل بروز مشکلی ، مواد ژئوتکستایل در سال ۱۹۷۹ در این سد بکار رفته است .

۴- سپاسگزاری

نگارندگان بر خود فرض می دانند که بدینوسیله از جناب آقای مهندس حسن غفاری مدیریت محترم شرکت ایران بنا ، بدلیل راهنماییها و اطلاعاتی که در اختیار نگارندگان قرار داده اند ، قدر دانی نمایند .

۵- منابع و ماخذ

Bowles . j . E ,(1984), “Physical and Geotechnical Properties of Soil”

Braja . M . Das-(۱۹۹۰),“Principles of Geotechnical Engineering “
vol first . soil mechanics
vol second . foundation engineering

Craig , (1990) , “Soil Mechanics”, fourth edition

Geosynthetics Asia’97, November, Bangalore , India

Huesker Synthetics , products catalogue , http:// www. Huesker . com

ICOLD , BULLETIN 55 ,(1986), "Geotextiles as Filters & Transitions in Fill Dams”

US Army Corps of Engineers , (1986) , “Seepage Control in Embankment “ , EM . 1110-2-1901