



کاربرد مواد ژئوسنتتیک در آبیاری و زهکشی

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

ترجمه و تدوین:

دکتر حسن رحیمی مهندس مهدی قبادی‌نیا

دکتر تیمور سهرابی

بهار ۱۳۸۶

سرشناسه: پلاسکولک، هرو، ۱۹۳۵ - م

Plusquellec, Herve

عنوان و پدیدآور: کاربرد مواد ژئوسنتتیک در آبیاری و زهکشی و هروپلاسکونیک؛ ترجمه و تدوین حسن رحیمی.

مهدی قبادی‌نیا، نایمور سهرابی.

مشخصات نشر: تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۵.

مشخصات ظاهری: ط. ۱۲۶ ص: مصور.

شابک: ۹۶۴-۶۶۶۸-۶۰-۷

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی: Application of geo synthetics in irrigation and drainage projects, 2004

یادداشت: کتابخانه: ص: [۱۲۵]-۱۲۶

موضوع: آبیاری -- مهندسی.

موضوع: آبیاری.

موضوع: زهکشی

شناسه افزوده: سهرابی، نایمور، ۱۳۳۱- مترجم.

شناسه افزوده: رحیمی، حسن، ۱۳۲۵- مترجم.

شناسه افزوده: قبادی‌نیا، مهدی مترجم.

شناسه افزوده: ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۵ ی ۲ ا ۸ پ ۸۰۵/ TC

رده‌بندی دیویی: ۶۱۷/۵۲

شماره کتابخانه ملی: ۱۷۰۹۶ - ۸۵ م

نام کتاب: کاربرد مواد ژئوسنتتیک در آبیاری و زهکشی

مترجمین: دکتر حسن رحیمی، مهندس مهدی قبادی‌نیا، دکتر تیمور سهرابی

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

حروف چینی و صفحه آرایی: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

چاپ اول: ۱۳۸۶

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۶۴-۶۶۶۸-۶۰-۷

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپ رشدیه

نشانی: تهران، خیابان شهید دستگردی، خیابان شهید کارگزار، خیابان شهید شهرساز، پلاک ۴۴.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۲۷۲۲۸۵

<http://www.irncid.org>

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

۱	۱. صنعت ژئوسنتتیک
۳	۲. ژئوممبران‌ها
۳	۲-۱. انواع ژئوممبران‌های متداول
۹	۲-۲. تولید ژئوممبران‌ها
۱۱	۲-۳. روش‌های اتصال
۱۴	۲-۴. غشاء‌هایی که به صورت مایع در محل ریخته می‌شوند
۱۵	۳- سایر ژئوسنتتیک‌های صفحه‌ای
۱۵	۳-۱. ژئوتکتایل‌ها
۱۶	۳-۲. ژئوگریدها
۱۷	۳-۳. ژئو کمپوزیت‌ها
۱۷	۳-۴. ژئو کمپوزیت ساخته شده کارگاهی
۱۸	۳-۵. پوشش‌های رس - ژئوسنتتیک (GCL)
۱۸	۳-۶. ژئوممبران قیری - الاستومری
۱۹	۴- ساختارهای سه بعدی
۱۹	۴-۱. ژئوسل یا سیستم محصور سلولی (CCS) (Cellular Confident System):
۲۲	۴-۲. تشک‌های پر شده با بتن
۲۴	۴-۳. ژئومت‌ها
۲۵	۴-۴. ژئوفوم‌ها
۲۵	۴-۵. کمپوزیت‌های زهکشی پیش ساخته
۲۶	۴-۶. الیاف سنتتیک پلی پروپیلن

صفحه	فهرست مطالب
۳۱	۵- کاربرد ژئوسنتتیک‌ها در پروژه‌های آبیاری و زهکشی
۳۲	۵-۱- کنترل نشت از کانال‌های آبیاری
۳۵	۵-۲- حفاظت شیب و کنترل فرسایش
۳۹	۵-۳- زهکشی
۴۰	۵-۴- حفاظت در برابر آسیب‌های یخزدگی دایم
۴۱	۶- مسأله بحث انگیز پوشش کانال‌های آبیاری
۴۱	۶-۱- پوشش کردن یا پوشش نکردن کانال‌های آبیاری
۴۳	۶-۲- عوامل موثر بر تلفات نشت
۴۵	۶-۳- تلفات نشت از کانال‌های پوشش‌دار و بدون پوشش
۵۱	۶-۴- اندازه‌گیری نشت از کانال‌های موجود
۵۵	۷- پوشش کانال‌های آبیاری با ژئوسنتتیک‌ها
۵۵	۷-۱- ژئوممبران‌های روباز و مدفون یا حفاظت شده
۵۶	۷-۲- پوشش مضاعف
۵۹	۷-۳- شیوهای اجرایی پوشش در کانال‌های موجود
۶۳	۷-۴- تعمیر کانال‌های با پوشش بتنی موجود
۶۴	۷-۵- مقطع کانال‌ها
۶۹	۸- انتخاب و نصب ژئوممبران‌ها
۶۹	۸-۱- خصوصیات فیزیکی و کاربردی
۶۹	۸-۱-۱- ژئوممبران‌ها
۷۱	۸-۱-۲- ژئوتکستایل‌ها
۷۲	۸-۲- انتخاب ژئوممبران‌ها
۷۶	۸-۳- نصب ژئوممبران

فهرست مطالب

صفحه

۷۹	۹- ملاحظات مربوط به قراردادها
۷۹	۹-۱- روش های تهیه
۸۴	۹-۲- مشخصات فنی و آزمایشهای ژئوممبران
۸۵	۹-۳- آزمونهای پذیرش
۸۶	۹-۴- آزمونهای کنترل کیفیت
۹۱	۱۰- نتیجه گیری و پیشنهادات
۹۳	پیوست ها
۹۳	پیوست ۱
۹۵	پیوست ۲
۱۲۱	پیوست ۳
۱۲۵	فهرست منابع

- شکل ۱. درصد مواد مختلف ژئوسنتتیک ۱
- شکل ۲. نمونه نمودار آزمون تنش کششی برای *VLDPE* و *PVC*، *HDPE* ۲
- ضخامت‌های یکسان ۷
- شکل ۳. سیستم سلولی محصور ۲۰
- شکل ۴. حفاظت شیب کانال الناصر در مصر ۳۹
- شکل ۵. جدا شدن پوشش سطحی سخت از لایه زیرین ۴۹
- شکل ۶. نمایی از پوشش‌های منفرد و دولایه با استفاده از ژئوممبران محافظت شده با بتن ۵۸
- شکل ۷. یکی از راه حل‌های سرعت بخشیدن به عملیات خاکی در هنگام اجرای پوشش کانال‌های موجود ۶۰
- شکل ۸. گزینه‌های مقطع کانال ۶۵

- تصویر ۱. تولید ورقه‌های ژئوممبران با روش دمیدن هوا (پروژه تاریم II، ایالت زینجیانگ، چین) ۹
- تصویر ۲. سرد کردن و لوله کردن ورقه‌های ژئوممبران (پروژه تاریم II، ایالت زینجیانگ، چین) ۱۰
- تصویر ۳. پیش ساخت ورقه‌ها در کارخانه و اتصال آنها بوسیله جوش داغ ۱۱
- تصویر ۴. نصب ژئو کمپوزیت پلی اتیلنی بر روی پوشش بتنی قدیمی کانال ۱۷
- تصویر ۵. بتن ریزی در ژئوسل مستقر بر روی ژئوممبران ۲۱
- تصویر ۶. کانال پوشش شده با تشک‌های بتنی (پروژه فورواده-سادیکیا، پاکستان) ۲۳
- تصویر ۷. تزریق دوغاب سیمانی در تشک در زیر آب ۲۳
- تصویر ۸. کنترل فرسایش: مسلح شده با سیم‌های فولادی مشبک (کانال C&O، مریلند آمریکا) ۲۵
- تصویر ۹. جوش روکش‌ها در کارگاه (پروژه تاریم II، ایالت زینجیانگ، چین) ۲۶
- تصویر ۱۰. تعمیر ژئوممبران در کارگاه (پروژه تاریم II، ایالت زینجیانگ، چین) ۲۷
- تصویر ۱۱. قراردادن قطعات پیش ساخته بتنی روی شیب جانبی کانال بر روی یک لایه ماسه ۲۷
- تصویر ۱۲. باز کردن روکش در کارگاه (پروژه تاریم II، ایالت زینجیانگ، چین) ۲۸
- تصویر ۱۳. نصب روکش ۲۸
- تصویر ۱۴. کانال پوشش شده با ژئوممبران و حفاظت آن با بتن ریخته شده در جا روی سطح بستر ۲۹
- تصویر ۱۵. روکش بالا دست یک سد خاکی با ژئوفوم-ژئوتکستایل-ژئوممبران-ژئوتکستایل ۳۷
- تصویر ۱۶. روش آب ایستی در کانال ۵۲

- تصویر ۱۷. ژئوممبران روباز (ایتالیا) ۵۷
- تصویر ۱۸. پوشش مخزن آبیاری در ایالت جالیسکو، مکزیک با استفاده از ژئوممبران HDPE ۵۷
- تصویر ۱۹. اجرای پوشش کانال با پوشش مضاعف ژئوسنتتیک و میان لایه رسی GCL ۵۸
- تصویر ۲۰. ماشین یونیورسال کشش - فشار ژئوسنتتیک (پروژه فورواده-سادیکیا، پاکستان) ۸۷
- تصویر ۲۱. ماشین دستی آزمایش کشش (پروژه فورواده-سادیکیا - پاکستان) ۸۹
- تصویر ۲۲. آزمایش مخروط هیدرواستاتیک (پروژه فورواده-سادیکیا - پاکستان) ۸۹

سرآغاز

با اینکه نزدیک به نیم قرن از آغاز طراحی ساخت شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی در کشورمان می‌گذرد و طی این مدت دهها شبکه بزرگ و کوچک که برخی از آنها در برگیرنده چند ده هزار هکتار اراضی زراعی می‌باشند به مرحله اجرا درآمده است، برخی از آنها به دلیل شرایط زمین‌شناسی و بویژه خاک‌های مشکل آفرین با مسائل متعددی مواجه گردیده‌اند. شرایط خاص زمین‌شناسی کشور موجب شده تا در اغلب مناطق ایران انواع خاک‌های مشکل آفرین بویژه خاک‌های گچی، شور، تورم‌زا و واگرا موجب ایجاد خسارات قابل ملاحظه‌ای به این شبکه‌ها گردند. خوشبختانه در سال‌های اخیر با پیشرفت صنعت پتروشیمی و تولید انواع مواد ژئوسنتتیک راه‌حل‌های مناسبی برای مقابله با این گونه خاک‌ها با استفاده از مواد مذکور ارائه شده است. این مواد با توجه به اجرای سریع و اقتصادی بودن آنها در کاربردهای مختلف عمرانی، در بسیاری از نقاط دنیا به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما متأسفانه در کشور ما بدلیل عدم آشنایی و تجربه کارفرمایان، مشاورین و پیمانکاران با این مواد، استفاده از آنها به صورت وسیع صورت نگرفته و تجربیات چندانی در این مورد وجود ندارد. کتاب حاضر که توسط کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی در ارتباط با کاربرد مواد ژئوسنتتیک و بویژه ژئوممبران‌ها در شبکه‌های آبیاری و زهکشی تهیه شده دربرگیرنده تجربیات بسیار مفیدی از کاربرد این مواد بویژه در کشورهای در حال توسعه (از جمله چین و پاکستان) می‌باشد، می‌تواند به میزان قابل توجهی مورد استفاده مهندسین و کارشناسان زیربسط قرار گیرد. با توجه به اهمیت موضوع، ترجمه و چاپ این کتاب برای آشنایی بیشتر کارشناسان و متخصصان در دستور کار کمیته ملی آبیاری و

زهکشی ایران قرار گرفت و توسط کار گروه بخش جوان به مرحله اجرا درآمد. این کتاب دارای ده فصل مشتمل بر معرفی ژئوسنتتیک‌ها، تولید آنها در صنعت، کاربردهای آنها در پروژه‌های آبیاری و زهکشی، استانداردهای مورد نیاز جهت بررسی کیفیت این مواد و نکات لازم در قراردادهای جهت کارهای اجرایی می‌باشد. امید است این مجموعه همچون سایر نشریات کمیته ملی آبیاری و زهکشی مورد استفاده علاقمندان قرار گیرد و سهمی هر چند کوچک در توسعه فعالیت‌های مهندسی آب و خاک کشور داشته باشد.

سیداسدا... اسدالهی

دبیرکل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار

در سال‌های اخیر صنعت ژئوسنتتیک مواد زیادی را که در گسترش پروژه‌های آبیاری و زهکشی، بخصوص برای کنترل نشت و فرسایش مفید بوده‌اند، تولید نموده است. استفاده از مواد ژئوسنتتیک در چندین کشور بیانگر برتری این مواد در صرفه‌جویی هزینه و زمان نصب نسبت به سایر مواد پوششی مرسوم برای مدیریت کانال‌های آبیاری می‌باشد. در سال ۱۹۹۰، کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) راهنمایی را با عنوان «کاربرد ژئوممبران‌های انعطاف‌پذیر برای پوشش کانال‌های آبیاری و مخازن» منتشر نمود. این راهنما توسط گروه کاری ساخت، نوسازی و توسعه پروژه‌های آبیاری و زهکشی تهیه شده بود. از آن تاریخ به بعد پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در صنعت ژئوسنتتیک و کاربردهای آن صورت گرفته است. بنابراین گروه کاری توسعه و مدیریت سامانه‌های آبیاری (WG-DMIS) با توجه به گسترش سریع فن‌آوری و تحولات صنعت ژئوسنتتیک پیشنهادی را برای همکاری در تهیه مجموعه جدیدی ارائه نمود که بتواند با پیشرفت‌های جدید و تغییرات سریع این صنعت هماهنگ باشد. این مجموعه می‌باید در برگیرنده مجموعه اطلاعات گردآوری شده از موضوعات مهم در این ارتباط باشد. بنابراین کوشش‌ها در جهت گردآوری تمام اطلاعات موجود در رابطه با موضوعات مختلف از قبیل انواع مواد ژئوسنتتیک، نکات کاربردی برای انتخاب، نصب، روش‌های تهیه و آزمون‌های کنترل کیفیت این مواد صورت پذیرفت. این مجموعه می‌تواند برای کشورهای در حال توسعه که روند گسترش صنعت ژئوسنتتیک کندتر از کاربرد این مواد بوده و در آنها سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای برای بازسازی و نوسازی این سیستم‌ها در حال انجام است، بسیار مفید بوده و موجب افزایش راندمان آبیاری و صرفه‌جویی در مصرف آب گردد.

اینجانب از آقای هرو پلاسکولک^۱ به خاطر قبول زحمت تهیه این مجموعه سپاسگزارم. آقای هرو پلاسکولک ناظر دائمی بانک جهانی بر گروه کار WG-DMIS و مسئول نظارت بر ارزیابی عملیات صحرائی برای طراحی، مدیریت و اجرای پروژه‌های آبیاری انجام شده با وام بانک جهانی هستند. ایشان همچنین دارای تجربه‌هایی در کاربرد مواد ژئوسنتتیک در پروژه‌های بزرگ آبیاری در خاورمیانه، شمال آسیا و چین می‌باشند. همچنین از آقای میشل اسنل^۲ رایزن انگلیس و آقای پتر استیونسون^۳ دبیر انجمن بین‌المللی ژئوسنتتیک (IGS) برای بازخوانی این مجموعه و پرفسور جی. پی. گیرود^۴ رئیس IGS به خاطر تهیه پیشگفتار این مجموعه و فعالیت ایشان در ICID قدردانی می‌نمایم. از آقای دکتر کولکارنی^۵، رئیس اینجانب و دفتر مرکزی، برای حمایت‌هایشان جهت آماده‌سازی این مجموعه برای چاپ ممنونم و در نهایت از آقای تانوار^۶ به خاطر تایپ مجموعه تشکر می‌کنم.

من امیدوارم این مجموعه بتواند نقش خود را در ارتقای این حرفه بطور عام و کمک به سازمان‌های مختلف مرتبط با پروژه‌های آبیاری و زهکشی، مهندسين آبیاری و زهکشی، برنامه‌ریزان و مؤسسات تحقیقاتی و مالی در این رشته به خوبی ایفاء نماید.

-
1. Herve Plusquellec
 2. Michael Snell
 3. Peter Stevenson
 4. J.P. Giroud
 5. S.A. Kulkarni
 6. K.D. Tanwar

مقدمه

امروزه استفاده از مواد ژئوسنتتیک (ژئوتکستایل ها، ژئوممبران های قیری و پلیمری، ژئونت ها، ژئوگریدها، ژئومت ها، ژئو کمپوزیت های زهکشی، ژئو کمپوزیت های بتونی، ژئوسل ها، سازه های ژئوفوم و غیره) بخشی جدایی ناپذیر از ساخت سامانه های آبیاری محسوب می گردد. توسعه کاربرد این مواد در مهندسی عمران- بویژه در ژئوتکنیک، ژئومحیط و مهندسی هیدرولیک، شیه هیچ یک از مواد همتر از قبل از خود نبوده است. امروزه استفاده از ژئوسنتتیک ها در مواردی از قبیل راه، راه آهن، خاکریزهای دفن زباله، سازه های حایل مسلح و سدهای خاکی مستقر بر روی خاک های نرم ناگزیر بوده و این مواد در کاربردهای مختلفی از تراسه های زهکشی تا سدهای بزرگ به صورت موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار گرفته اند. ژئوسنتتیک ها بویژه در پروژه های آبیاری و زهکشی دارای کاربردهای زیادی هستند. ژئوممبران ها نسبت به سایر مواد مرسوم (از قبیل رس و بتن) برای کنترل نشت برتری دارند. فیلترهای ژئوتکستایل در بسیاری از موارد جایگزین فیلترهای شنی شده اند و کاربرد ژئوسنتتیک ها بویژه برای کارهای زهکشی در حال افزایش است. از دیگر موارد استفاده ژئوسنتتیک ها در کاربردهای هیدرولیکی می توان به حفاظت شیب ها و سواحل با استفاده از سیستم کنترل فرسایش با ژئوسنتتیک ها و مسلح سازی خاک برای پایدار سازی شیب تند خاکریزها اشاره نمود. علاوه بر این مواردی دیگری نیز هستند که اجرای آنها بدون استفاده از ژئوسنتتیک امکان پذیر نمی باشد. به عنوان مثال به دو مورد از آنها اشاره می گردد: یکی از این موارد استفاده از ژئوممبران ها در پوشش کانال ها در خاک های شدیداً گچی و دیگری بازسازی سطح بیرونی سدهای بتنی با ترکیب ژئوممبران-

ژئوتکتایل می‌باشد. در مورد دوم این نکته قابل توجه است که دوام ژئوسنتتیک نسبت به دوام بتنی که در اثر واکنش قلیایی سنگدانه‌ها در تماس با آب دچار تجزیه و تخریب می‌گردد، کمتر مورد تردید است.

اولین کوشش‌ها برای استفاده از موادی که امروزه به نام ژئوسنتتیک شناخته می‌شوند به دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد اما استفاده گسترده آنها از دهه ۱۹۷۰ شروع شد. در سه دهه اخیر شناخت مواد ژئوسنتتیک گسترش یافته، بطوریکه امروزه برای آنها روش‌های آزمون استاندارد قابل قبول بین‌المللی تهیه گردیده است. در حال حاضر برای تمام کاربردهای ژئوسنتتیک روش‌های طراحی مناسب گسترش یافته که شامل روش‌هایی برای پیش‌بینی رفتار دراز مدت ژئوسنتتیک نیز می‌باشد (مانند فن‌آوری آزمایش سریع برای ارزیابی خزش)، طی سالیان گذشته روش‌های اجرا بهبود یافته و روش‌های کنترل کیفیت اکنون بخشی از تکنیک‌های اجرایی می‌باشند. در نتیجه این فعالیت‌ها، امروزه مهندسی ژئوسنتتیک به عنوان یک رشته علمی تکامل یافته است. در حقیقت در زمینه‌هایی از قبیل مسلح سازی خاک و طراحی فیلتر، مهندسی ژئوتکنیک مرسوم در حال انتقال تکنیک به مهندسی ژئوسنتتیک است. امروزه دوام ژئوسنتتیک‌ها در تمام شرایط به خوبی شناخته شده است و می‌توان برای هر پروژه خاص، حتی در شرایط بد آب و هوایی که ممکن است در بسیاری از پروژه‌های آبیاری و زهکشی غالب باشند، ماده ژئوسنتتیک مناسب با طول عمر پروژه را انتخاب کرد.

در حالیکه امروزه در بسیاری از کشورها سیستم‌های صدور گواهی برای ژئوسنتتیک‌های موجود تأسیس شده، اما تولید مواد جدید همچنان ادامه دارد که این امر نشانگر پویایی صنعت ژئوسنتتیک است.

با وجود موفقیت در بسیاری از کاربردها، ژئوسنتتیک‌ها مواد جادویی نیستند بلکه باید آنها را مانند بسیاری از مواد ساختمانی دیگر تلقی نموده و بویژه کاربرد آنها باید به دقت طراحی و به اجرا در آید. این مسأله بویژه در کاربردهای این مواد در آبیاری و زهکشی، که شکست در آن می‌تواند پیامدهای جدی به همراه داشته باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا، مواردی در پروژه‌های آبیاری و زهکشی هستند که کاربرد ژئوسنتتیک‌ها در آنها نیازمند تخصص و تجربه در طول طراحی و نصب می‌باشد. از جمله این موارد اتصال بین پوشش و سازه صلب، طراحی و نصب فیلترها، پایداری سطح اتصال خاک- ژئوسنتتیک یا سطح مشترک ژئوسنتتیک- ژئوسنتتیک، تنش‌ها در هنگام نصب، تنش‌های ایجاد شده بر اثر اختلاف نشست در طول دوران بهره‌برداری، انبساط و انقباض حرارتی و غیره را می‌توان نام برد. همچنین لازم است در حین مرحله ساخت، فرآیندهای سختگیرانه‌ای به منظور اطمینان از کیفیت کار توسط تیم‌های کنترل کیفیت به اجرا در آید. همانطور که آگاهی از بسیاری امکانات استفاده از ژئوسنتتیک‌ها برای مهندسان طراح پروژه‌های هیدرولیکی اهمیت دارد، به همان اندازه نیز مهم است که این مهندسين به نیازهای طراحی دقیق برای زمانی که ژئوسنتتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد آگاه باشند. بدیهی است که داشتن اطلاع کافی از ویژگی‌های ژئوسنتتیک‌ها برای حصول اطمینان از طراحی و اجرای خوب و دقیق سازه‌ها با استفاده از این مواد ضروری می‌باشد.

نشر اطلاعات یکی از اهداف اولیه موسسه IGS است. این هدف از طریق مجلات تخصصی JGS (Geosynthetic International و Geomembrane & Geotextile) و خبرنامه IGS قابل حصول است. موسسه IGS در حال حاضر در مرحله گسترش

مشارکت خود با سایر جوامع بین‌المللی قرار دارد و به طور قطع در این ارتباط کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) یکی از سازمان‌های جهانی است که می‌تواند مشارکت مفیدی با مؤسسه IGS داشته باشد.

انجمن بین‌المللی ژئوسنتتیک از انتشار نشریاتی که با هدف ترویج استفاده مناسب از ژئوسنتتیک‌ها تدوین می‌گردند، حمایت می‌نماید و از انتشار این مجموعه بوسیله ICID نیز استقبال می‌کند. همانگونه که از انتشار نشریه *استفاده از ژئوممبران‌های قابل انعطاف برای پوشش کانال‌های آبیاری و مخازن* در سال ۱۹۹۰ نیز استقبال نمود. این نشریه ICID در خبرنامه IGS (جلد ۱۱، شماره ۱) مورد بررسی قرار گرفت. همانگونه که در حال حاضر ژئوسنتتیک‌ها در بخش‌های حمل و نقل و محیط‌زیست به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، استفاده از آنها می‌تواند در پروژه‌های انتقال و ذخیره آب نیز گسترش یابد. همچنین با وجود اینکه ژئوسنتتیک‌ها در بسیاری از پروژه‌های هیدرولیکی با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بسیاری از موارد دیگر نیز هستند که ژئوسنتتیک‌ها می‌توانند با طراحی بهتر و ساخت بهتر در آنها کاربرد داشته باشند. بدیهی است که این موارد نیاز به نشر اطلاعات بیشتر در رابطه با این مواد دارد. مجموعه حاضر به طور یقین می‌تواند سهم بسزایی در این زمینه داشته باشد. با مطالعه این مجموعه کاربران می‌توانند از کاربردهای ژئوسنتتیک‌ها در پروژه‌های آبیاری و زهکشی آگاهی یافته و در عین حال متوجه گردند که این کاربردها می‌تواند دارای پیچیدگی‌هایی مشابه روش‌های طراحی در سایر شاخه‌های مهندسی عمران باشند.

هرو پلاسکولک^۱ را به خاطر آماده‌سازی این مجموعه باید ستود. زیرا او فردی شایسته است که دارای تجربیات میدانی گسترده‌ای در این زمینه بوده و اطلاعات خوبی درباره محصولات ژئوسنتتیک، روش‌های طراحی و ویژگی‌های آنها دارد. آشنایی من با ایشان به زمانی بر می‌گردد که مدتی را برای نظارت بر اجرای کانال‌های آبیاری در خاورمیانه گذراندم و نیز زمانی که در مورد کاربرد ژئوسنتتیک‌ها، در بانک جهانی در واشنگتن با ایشان به بحث می‌پرداختم. هرو پلاسکولک از طریق این مجموعه سعی کرده است تا مهمترین یافته‌های اخیر در زمینه مهندسی عمران را که کاربرد مواد ژئوسنتتیک می‌باشد در جهت مهمترین مسأله قرن حاضر که حفاظت آب است به کار گیرد.

جی. پی. گیرود^۲

رئیس پیشین و عضو افتخاری IGS

موسس همکار و رئیس پیشین مجله ژئوتکستایل و ژئوممبران

موسس همکار و رئیس پیشین مجله بین‌المللی ژئوسنتتیک‌ها

مهندس مشاور و رئیس بازنشسته مشاوران ژئوسنتتیک

1. Herve Plusquellec

2. J.P. Giroud

مقدمه نویسنده

اصطلاح ژئوسنتتیک‌ها برای آن بخش از مواد ساختمانی ابداع شده که بوسیله صنایع نساجی و شیمی تولید می‌شوند. این مواد شامل ساختارهای صفحه‌ای مانند ژئوممبران‌ها، ژئوتکستایل‌ها، ژئوت‌ها، ژئوگریدها، ژئونت‌ها و ساختارهای سه بعدی شامل ژئوسل‌ها، ژئوفوم‌ها و تشک‌های بتنی می‌باشند.

صنعت ژئوسنتتیک در طی سه دهه اخیر رشد نمایی داشته است. کاربردهای آن در زمینه‌های مهندسی عمران مانند راه، راه‌آهن، مخازن آب، کنترل فرسایش و محیط زیست قابل توجه بوده است. استفاده از ژئوسنتتیک‌ها از روش‌های تجربی در دهه ۱۹۶۰ تا روش‌های علمی خوب بر پایه مطالعات تحلیلی و آزمون مواد در حال حاضر، به طور تصاعدی گسترش پیدا کرده است. ژئوسنتتیک‌ها امروزه به طور بی‌سابقه‌ای امکان طراحی و ساخت سدهای خاکی کوتاه را فراهم آورده‌اند. تطبیق‌پذیری، انعطاف و استحکام بالای ژئوسنتتیک‌ها راه‌حل‌های ثمربخشی را برای حفاظت کانال‌ها و شیب‌ها فراهم نموده است. ژئوممبران‌ها راه حل دراز مدت برای حل مشکل کنترل نشت از مخازن و کانال‌ها می‌باشند. هرچند که کاربرد این مواد در پروژه‌های آبیاری و زهکشی، بویژه در کشورهای در حال توسعه، هم گام با گسترش صنعت ژئوسنتتیک نمی‌باشد.

در اوایل دهه ۱۹۸۰ گروه کار ساخت، بازسازی و نوسازی پروژه‌های آبیاری و زهکشی ICID پیش‌نویس راهنمای شماره ۱۰۸ را با عنوان «استفاده از ژئوممبران‌های قابل انعطاف برای پوشش کانال‌های آبیاری و مخازن» آماده نمود. توجه اصلی این راهنما که در سال ۱۹۹۰ منتشر شد بر روی مشخصات و روش‌های آزمون این مواد است. در حال حاضر این مجموعه یک سند قدیمی به حساب می‌آید. آخرین مجموعه در رابطه با پوشش کانال‌های آبیاری توسط سازمان

خواروبار و کشاورزی جهانی (فائو)^۱ در حدود ۲۵ سال قبل منتشر شد (فائو، ۱۹۹۷). در حالیکه فرآیند بررسی بر روی ژئوسنتتیک‌ها بعد از آن صورت پذیرفت. امروزه صنایع نساجی و شیمی محصولات متنوعی تحت عناوین مشترک ژئوسنتتیک تولید می‌کند که دارای موارد استفاده مختلفی می‌باشند.

امروزه با افزایش روزافزون تقاضا برای آب و نایاب شدن منابع جدید، اهمیت حفاظت از منابع آب به عنوان یک ماده حیاتی بیش از پیش جلوه گر شده است. شواهد نشان می‌دهند که روش‌های مرسوم استفاده از پوشش‌های سخت برای کاهش نشت از کانال‌های آبیاری به اندازه‌ای که مورد انتظار است کارآیی نداشته و در اغلب موارد نیز مشکلات زهکشی به دلیل تلفات نشت از کانال‌های موجود تشدید می‌شوند.

پذیرش تکنیک‌های جدید ساخت در پروژه‌های آبیاری و زهکشی با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها تابعی از فرآیند نشر این فن‌آوری و سایر روش‌های انعطاف‌پذیر در کارهای عمرانی است که به پیمانکاران امکان ارایه راه‌حل‌های مختلف را می‌دهد.

توجه به این موارد، گروه کار توسعه و مدیریت سامانه‌های آبیاری ICID را تشویق نمود تا در برنامه کاری خود برای آماده‌سازی راهنمای جدید، تغییرات سریع و گسترش فن‌آوری در این زمینه را مدنظر قرار دهد. هدف از این مجموعه گردآوری اطلاعات در دسترس برای استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در گسترش پروژه‌های آبیاری و زهکشی است. این مجموعه علاوه بر موارد فوق، مشتمل بر تجربیات مستقیم نویسنده در مورد استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در پروژه‌های بزرگ آبیاری در خاورمیانه، جنوب آسیا و چین نیز می‌باشد. این راهنما به گونه‌ای تهیه شده که بتواند به طور مستقیم مورد استفاده برنامه‌ریزان، مهندسان طراح و کارکنان سازمان‌های آبیاری و مالی قرار گیرد. امید است که این مجموعه بتواند به عنوان

مشوق استفاده از ژئوسنتتیک‌ها به منظور بازسازی و نوسازی سامانه‌های آبیاری موجود، عمل نماید. باید توجه داشت که این مجموعه یک مجموعه طراحی نیست. امروزه اطلاعات فنی فراوانی از طریق سازمان‌های بین‌المللی، کارخانجات و شرکت‌های مشاور در اینترنت انتشار می‌یابد. اطلاعات تجاری و علمی در رابطه با ژئوسنتتیک را همچنین می‌توان از طریق کنفرانس‌های مختلف و سازمان‌های موجود مانند انجمن بین‌المللی ژئوسنتتیک، *IGS*، انجمن بین‌المللی نصب‌کننده‌های ژئوسنتتیک، *IFAI*، که اعضای شرکتی و فردی شاغل در زمینه طراحی، تولید، نصب و آزمون ژئوسنتتیک را دور هم گرد آورده‌اند، تهیه نمود.

در انتهای این مجموعه لیستی از سازمان‌های بین‌المللی فعال در زمینه گسترش و ارائه خدمات به صنعت و کارفرمایان آورده شده است.

نویسنده از افراد و شرکت‌هایی که اطلاعات با ارزش و توصیه‌های ارزنده خود را در طول انجام پروژه‌های آبیاری و زهکشی در اختیار اینجانب قرار داده‌اند و از آنها در این مجموعه استفاده شده است، تشکر می‌نماید. بویژه از پرفسور گیروود موسس و اولین رئیس انتخابی *IGS*، کسی که در مطالعات پروژه آبیاری بلیخ^۱ در سوریه در دهه ۱۹۷۰ مشارکت داشت، همچنین مایکل اسنل، کسی که کارشناس پروژه فورواده سادیکیا^۲ در پاکستان بود و برنامه تحقیقاتی گسترده‌ای را در رابطه با پوشش کانال‌ها در پروژه‌های دهه ۱۹۹۰ اداره می‌نمود، تقدیر می‌نماید. مایکل اسنل در طراحی پروژه تاریم^۳ در ایالت زینجیانگ^۴، در شمال چین نیز شرکت داشته است. نویسنده همچنین از پیرو سمبنلی^۵، از میلان ایتالیا و نیل^۶ از پلی فلکس آمریکا برای ارائه نظرات مشورتی سپاسگزاری می‌نماید.

-
1. Balikh
 2. Forwadh Sadiqia
 3. Tarim
 4. Xingjiang
 5. Piero Sembenelli
 6. W. Neal