

# ژئوسینتتیک‌ها کاربردها و نشانهای روپالید



گزارش



اشاره:

سمینار ژئوسینتتیک‌ها، کاربردها و روش‌های تولید با همت کانون هماهنگی دانش و صنعت نساجی در آملی تئاتر دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) با حضور اساتید و متخصصین صنایع نساجی برگزار شد. لازم به یادآوری است که کانون هماهنگی دانش و صنعت (صنایع نساجی) وابسته به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با هدف ایجاد تمرکز در انجام فعالیت‌های علمی، پژوهشی، سیاست‌گذاری و ارتباط منظم‌تر میان دانشگاه، صنعت و سایر انجمن‌ها و مراکز تخصصی صنایع نساجی، پوشاک، کیف و چرم و نیز همفکری با دستگاه‌های تصمیم‌ساز برنامه‌ریز و اجرایی کشور جهت اعمال سیاست‌های توان‌بخش و نوآورانه به صنایع مورد هدف کانون تشکیل شده‌است. با توجه به نقش فراوان صنایع نساجی در سهم اشتغال و تولید سرمایه کشور، ایجاد مرکزی جهت بررسی و شناسایی نقاط قوت و ضعف احتمالی کل صنایع نساجی کشور و ارائه برنامه‌های کلان با محوریت توسعه پایدار و با لحاظ نموده اهداف استراتژیک کلان و اسناد بالادستی کشور، کاملاً ضروری می‌باشد. لذا این کانون با در نظر داشتن اهداف و چشم‌اندازهای اشاره شده در اول خرداد ۱۳۸۷ تشکیل و از نهم خرداد همان سال فعالیت‌های خود را ابلاغ معاونت فناوری و نوآوری ریاست محترم جمهوری با عنوان "کانون هماهنگی دانشگاه و صنعت (صنایع نساجی)" آغاز نمود. این کانون در حال حاضر در دانشگاه صنعتی امیرکبیر و با ۱۲ عضو اصلی فعالیت‌ها و برنامه‌های خود را دنبال می‌نماید.

گزارشی از برگزاری سمینار ژئوسینتتیک‌ها کاربردها و روش‌های تولید

## ارتباط صنعت و دانشگاه و زیربنای توسعه در صنعت نساجی

در ابتدای سمینار، دکتر عبدالحسین صادقی- دبیرکانون و عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر- در جایگاه سخنرانی قرار گرفت و ضمن خوشامدگویی به مدعوین، عنوان داشت: به دنبال برگزاری سمینار پیشین کانون (مهندسی فروش) در این سمینار هم تلاش شده که مطالبی را در مورد مسائل مرتبط دیگری با صنایع نساجی تحت‌عنوان "ژئوسینتتیک‌ها" ارائه شود.

معرفی و طبقه‌بندی ژئوسینتتیک‌ها

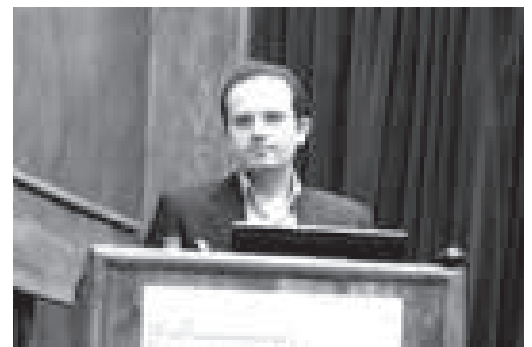
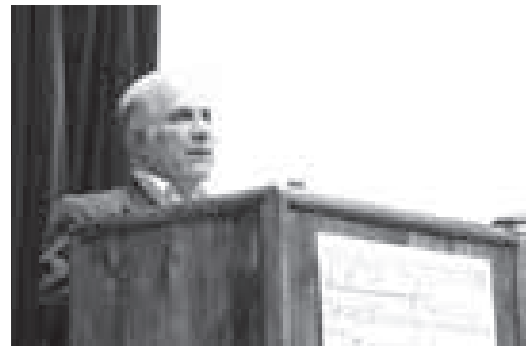
در ادامه دکتر محمد صالح احمدی-عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه یزد و دارای سابقه در زمینه طراحی و تولید ژئوسینتتیک‌ها- به معرفی این بخش از صنایع نساجی پرداخت. وی عنوان داشت: ژئوسینتتیک‌ها، محصولات مسطحی هستند که از مواد پلیمری ساخته شده و به‌عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر در پروژه‌های مهندسی عمران به همراه خاک، سنگ، زمین یا سایر مصالح مرتبط با مهندسی ژئوتکنیک استفاده می‌شوند. دکتر صالح احمدی مزایای استفاده از ژئوسینتتیک‌ها را در موارد زیر عنوان کرد:

۱- به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه هستند.





**دکتر صالح احمدی: ژئوگریدها، مصالح پلیمری شبکه‌ای هستند که مدول الاستیک بالایی داشته و به دلیل شبکه‌ای بودن قفل و بست مناسبی با خاک اطرافشان ایجاد می‌کنند. اصلی‌ترین کاربرد ژئوگریدها، تسلیح است اما جداسازی را نیز می‌توان به‌عنوان عملکرد ثانویه آنها در نظر گرفت.**



۲- از سرعت نصب بالایی برخوردارند.  
 ۳- به دلیل تولید صنعتی دارای کیفیت بالایی هستند.  
 ۴- از هدررفت مواد خام مانند فولاد، سنگدانه و ... جلوگیری می‌نمایند.  
 ۵- عمر مفید بالایی دارند.

به گفته این فعال دانشگاهی، کاربردهای مهم مواد ژئوسینتتیک عبارتند از جداسازی (Separation)، تسلیح، (Reinforcement)، فیلتراسیون (Filtration)، زه‌کشی (Drainage)، حفاظت رطوبتی (Moisture barrier) و محافظت (Protection).

وی سپس به تعریف هر یک از کاربردهای مذکور پرداخت و گفت: در جداسازی (Separation)، هدف از به‌کارگیری ژئوسینتتیک‌ها، جلوگیری از اختلاط دو لایه خاک که دارای توزیع دانه‌بندی متفاوتی هستند، می‌باشد (مانند جلوگیری از دانه‌های زیر اساس یا خاک نرم سابگرید یا بستر) در تسلیح (Reinforcement)، ژئوسینتتیک‌ها می‌توانند به‌عنوان یک المان مسلح‌کننده توده خاک و یا آسفالت به‌کار روند تا خواص مقاومتی و تغییر شکل‌پذیری آن را تقویت کنند. مانند دیوارهای خاک مسلح، خاکریزها، کوله‌پل‌ها و ...

دکتر صالح احمدی خاطر نشان کرد: در زمینه فیلتراسیون (Filtration) هم ژئوسینتتیک‌ها اجازه عبور به جریان مایعات در راستای عمود بر صفحه ژئوسینتتیک و محدود کردن مهاجرت ذرات خاک در طول عمر موردنظر از پروژه را می‌دهند. همچنین در زه‌کشی (Drainage)، اجازه عبور جریان مایعات در داخل صفحه ژئوسینتتیک و محدود کردن مهاجرت ذرات خاک در طول عمر موردنظر از پروژه را می‌دهد؛ در مورد حفاظ رطوبتی (Moisture barrier) هم باید گفت که ژئوسینتتیک‌ها می‌توانند به‌عنوان یک عایق برای جلوگیری از نفوذ مایعات یا گازها به‌کار می‌روند مانند جلوگیری از نشست و نفوذ شیرابه و مایعات خطرناک در محل دفن مواد زائد صنعتی و شهری، پوشش جداره برای جلوگیری از نشست آب به بدنه کانال‌ها یا Lining. محافظت (Protection) نیز به یک لایه دیگر در مقابل خطرات احتمالی عنوان می‌شود، مانند محافظت از لایه‌های حفاظ رطوبتی در مقابل پاره شدن.

عضو هیأت علمی دانشگاه یزد، ژئوسینتتیک‌ها را از نظر ساختار و کاربرد به این بخش‌ها تقسیم‌بندی

نمود:

- ۱- ژئوتکستایل‌ها (Geotextiles)
- ۲- ژئوممبرین‌ها (Geomembranes)
- ۳- ژئوگریدها (Geogrids)
- ۴- ژئونت‌ها (Geonets)
- ۵- ژئوکامپوزیت‌ها و ... (Geocomposites)

#### ژئوتکستایل‌ها - (Geotextiles)

ژئوتکستایل‌ها به دو بخش بی‌بافت Nonwoven و تار-پودی woven geotextiles تقسیم می‌شوند که مهمترین وظایف ژئوتکستایل‌های بی‌بافت عبارتند از جداسازی، فیلتراسیون، محافظت و زه‌کشی و مهمترین وظایف ژئوتکستایل‌های تار-پودی شامل تسلیح، جداسازی و فیلتراسیون. به گفته دکتر صالح احمدی، انواع دیگری از منسوجات تار-پودی مورد استفاده در صنعت عمران شامل مواردی همچون تشک بتنی، ژئوتیوب‌ها (با کاربردهایی مانند حفاظت ساحل و موج شکن یا آبیگری (Dewatering) می‌شود.

#### ژئوممبرین‌ها - (Geomembranes)

ژئوممبرین‌ها، ورق‌های لاستیکی یا پلاستیکی با نفوذپذیری پایین هستند که به‌عنوان حفاظ‌ساز (گاز یا مایع) به‌کار می‌روند؛ مانند مخازن آب‌شرب، آب صنعتی و آب‌کشاورزی، استخرهای پرورش آبزیان، دفن زباله‌های شهری، دریاچه‌های تزیینی و تفریحی، لاینینگ تونل‌ها.

#### ژئوگریدها (Geogrids)

وی ادامه داد: ژئوگریدها، مصالح پلیمری شبکه‌ای هستند که مدول الاستیک بالایی داشته و به دلیل شبکه‌ای بودن قفل و بست مناسبی با خاک اطرافشان ایجاد می‌کنند. اصلی‌ترین کاربرد ژئوگریدها، تسلیح است اما جداسازی را نیز می‌توان به‌عنوان عملکرد ثانویه آنها در نظر گرفت.

انواع ژئوگریدها از نظر نحوه تولید عبارتند از "ژئوگریدهای بافته شده"، "ژئوگریدهایی که با کشیدن صفحات پلیمری پانچ‌شده تولید می‌شوند"، "ژئوگریدهایی که حاصل از جوش لیزری نوارهای پلیمری هستند."

دکتر صالح احمدی، کاربرد ژئوگریدها را در دیوارهای





گزارش شده است. بر اساس گزارش جدید موسسه Global Industry Analysts، مصرف مواد ژئوسینتتیک در سال ۲۰۱۵ در حدود ۶/۹ میلیارد یاردمربع (۵۷۰۰ میلیون متر مربع) پیش‌بینی شده که بیش از ۷۰ درصد این مقدار، سهم ژئوتکتستایل‌ها خواهد بود. (حدود ۴۰۰۰ میلیون متر مربع) همچنین آسیا، اروپا و آمریکا بازارهای عمده مواد ژئوسینتتیک را به خود اختصاص می‌دهد. وی تصریح کرد: طبق آمار غیر رسمی از بازار ایران،

کاربرد ژئونت‌ها در زه‌کشی است. **ژئوکامپوزیت‌ها (Geocomposites)** وی ادامه داد: ژئوکامپوزیت‌ها از ترکیب دو یا چند نوع ژئوسینتتیک با هم و یا با مصالح دیگر به‌منظور ترکیب بهترین خواص به‌دست می‌آیند. بخش دیگر سخنان این استاد دانشگاه به ارائه توضیحاتی در مورد بازار جهانی منسوجات ژئوسینتتیک اختصاص داشت. به گفته دکتر صالح‌احمدی، در سال ۲۰۰۰، مصرف جهانی ژئوتکتستایل‌ها بالغ بر ۱۴۰۰ میلیون متر مربع

مسلح، کوله‌پل‌ها، خاکریز بر روی خاک‌های نرم، تسلیح جاده‌های دائمی و موقتی و تسلیح محل پارک خودروها دانست.

### ژئونت‌ها (Geonets)

عضو هیأت علمی دانشگاه یزد، ژئونت‌ها را به‌صورت مجموعه‌ای از تیرک‌های پلیمری عنوان کرد که در آن، دو زوایای جاده نسبت به هم قرار می‌گیرند و در نتیجه ساختار توری ماندنی را به وجود می‌آورند.

میزان مصرف منسوجات فنی در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ در مناطق مختلف جهان (برحسب ۱۰۰۰ تن)

منطقه	سال				درصد CAGR		
	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۹۵-۰۰	۰۰-۰۵	۰۵-۱۰
آمریکا	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۹۵-۰۰	۰۰-۰۵	۰۵-۱۰
اروپا	۴/۲۸۸	۵/۰۳۱	۵/۷۷۷	۶/۸۲۱	۳/۲ درصد	۲/۸ درصد	۳/۴ درصد
آسیا	۵/۷۱۶	۶/۹۶۳	۸/۵۰۴	۱۰/۶۴۵	۴/۰ درصد	۴/۱ درصد	۴/۶ درصد
ردیف	۴۷۳	۵۵۸	۶۲۸	۷۳۰	۳/۳ درصد	۲/۴ درصد	۳/۱ درصد
مجموع	۱۳/۹۷۱	۱۶/۷۱۴	۱۹/۶۸۳	۲۳/۷۷۴	۳/۷ درصد	۳/۳ درصد	۳/۸ درصد

پیش‌بینی مصرف جهانی منسوجات فنی تا سال ۲۰۱۰ (برحسب ۱۰۰۰ تن)

APPLICATION AREA	سال				%COMPOUND ANNUAL GROWTH RATE		
	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۹۵-۰۰	۰۰-۰۵	۰۵-۱۰
AGROTECH	۱/۱۷۳	۱/۳۸۱	۱/۶۱۵	۱/۹۵۸	۳/۳ درصد	۳/۲ درصد	۳/۹ درصد
BUILDTech	۱/۲۶۱	۱/۶۴۸	۲/۰۳۳	۲/۵۹۱	۵/۵ درصد	۴/۳ درصد	۵/۰ درصد
CLOTHTECH	۱/۰۷۲	۱/۲۳۸	۱/۴۱۳	۱/۶۵۶	۲/۹ درصد	۲/۷ درصد	۳/۲ درصد
GEOTECH	۱۹۶	۲۵۵	۳۱۹	۴۱۳	۵/۴ درصد	۴/۶ درصد	۵/۳ درصد
HOMETECH	۱/۸۶۴	۲/۱۸۶	۲/۴۹۹	۲/۸۵۳	۳/۲ درصد	۲/۷ درصد	۲/۷ درصد
INDUTECH	۱/۸۴۶	۲/۲۰۵	۲/۶۲۴	۳/۲۵۷	۳/۶ درصد	۳/۵ درصد	۴/۴ درصد
MEDTECH	۱/۲۲۸	۱/۵۴۳	۱/۹۲۸	۲/۳۸۰	۴/۷ درصد	۴/۶ درصد	۴/۳ درصد
MOBILTECH	۲/۱۱۷	۲/۴۷۹	۲/۸۲۸	۳/۳۳۸	۳/۲ درصد	۲/۷ درصد	۳/۴ درصد
PACKTECH	۲/۱۸۹	۲/۵۵۲	۲/۹۹۰	۳/۶۰۶	۳/۱ درصد	۳/۲ درصد	۳/۸ درصد
PROTECH	۱۸۴	۲۳۸	۲۷۹	۳۴۰	۵/۳ درصد	۳/۳ درصد	۴/۰ درصد
SPORTTECH	۸۴۱	۹۸۹	۱/۱۵۳	۱/۳۸۲	۳/۳ درصد	۳/۱ درصد	۳/۷ درصد
مجموع	۱۳/۹۷۱	۱۶/۷۱۴	۱۹/۶۸۳	۲۳/۷۷۴	۳/۷ درصد	۳/۳ درصد	۳/۸ درصد
OF WHICH OEKOTECH	۱۶۱	۲۴۱	۲۸۷	۴۰۰	۵/۹ درصد	۶/۰ درصد	۶/۹ درصد



## دکتر رهایی: برون رفت از شرایط فعلی در صنعت نساجی نیاز به همکاری نزدیک و همفکری متخصصین دانشگاهی و فعالان صنعت دارد؛ همچنین می‌توان با انجام پژوهش‌های کاربردی زیربنای توسعه در صنعت نساجی را با همکاری دانشگاهیان بنا نهاد.



سالانه حدود ۵ میلیون متر مربع ژئوتکستایل در ایران به فروش می‌رود که این رقم در حال افزایش است، میزان مصرف ژئوممبرین حدود ۴ میلیون متر مربع و ژئوگریدها حدود ۷۰۰ هزار متر مربع است.

بخش دیگر مقاله دکتر صالح‌احمدی به بیان نحوه تولید و خواص مورد انتظار ژئوسینتتیک‌های نساجی اختصاص داشت و گفتنی است که الیاف مورد استفاده جهت تولید ژئوسینتتیک‌ها شامل پلی‌پروپیلن، پلی‌استر، پلی‌اتیلن و پلی‌آمید است.

دکتر علیرضا رهایی-رئیس دانشگاه صنعتی امیرکبیر و رئیس کانون هماهنگی دانش و صنعت نساجی- بیان داشت: این از ۳ سال گذشته فعالیت خود را آغاز کرده است و یکی از اهداف آن شناسایی چالش‌های پیش روی صنعت نساجی کشور است و نقشه جامع راه کانون هماهنگی دانش و صنعت نساجی کشور در مرحله طراحی و تدوین نهایی است.

وی افزود: در این کانون، دانشگاهیان، صنعتگران، اتحادیه‌های تولید و صادرات پوشاک، جامعه متخصصین نساجی و کارشناسان وزارت صنعت، معدن و تجارت گردهم آمدند و برای ارتباط هرچه بیشتر دانش و صنعت نساجی تلاش می‌کنند.

دکتر رهایی افزود: سمینار ژئوسینتتیک‌ها یکی از کارگاه‌های تخصصی در برنامه کانون هماهنگی دانش و صنعت نساجی است و اگر قرار است در صنایع استراتژیک کشور (که صنعت نساجی که یکی از آنهاست) تحول داشته باشیم، باید نقش مجامع علمی را در این میان پررنگ بدانیم و مجامع علمی نیز باید با حرکت‌های کاربردی و قابل قبول نقش خود را در پیشبرد صنایع تثبیت کنند. در این میان صنعت نساجی نیز از سایر صنایع کشور جدا نیست و با وجود مشکلات و چالش‌هایی که پیش روی آن قرار دارد برای ارائه محصولات جدید و بهبود کیفیت محصولات قبلی باید همکاری نزدیکی بین مجامع علمی و صنعتی ایجاد کنیم.

دکتر رهایی با بیان این مطلب که ایجاد تحول در صنعت نساجی کشور نیازمند همکاری‌های عمیق میان مجامع دانشگاهی، صنایع و اصناف است؛ اذعان داشت: با ایجاد این همکاری می‌توان شاهد ارایه محصولات جدید، کاهش هزینه‌های تولید و بهبود کیفیت محصولات نساجی باشیم ضمن این که برون رفت از شرایط فعلی در صنعت نساجی نیاز به همکاری نزدیک و همفکری متخصصین دانشگاهی

و فعالان صنعت دارد؛ همچنین می‌توان با انجام پژوهش‌های کاربردی زیربنای توسعه در صنعت نساجی را با همکاری دانشگاهیان بنا نهاد.

وی سپس به موضوع ژئوسینتتیک‌ها پرداخت و یادآور شد: کاربرد مهم این مواد در مسلح کردن خاک است که ما در طرح‌های عمرانی کشور به آنها نیاز داریم ما مدعی هستیم که طرح‌های عمرانی بخش زیادی از اشتغال کشور را تأمین کرده‌اند و نیز پایه‌ی پیشرفت کشور محسوب می‌شوند پس باید فرض را بر گسترش این محصولات در پروژه‌های عمرانی بگذاریم.

به گفته رئیس کانون هماهنگی دانش و صنعت نساجی، افزایش کارکرد ژئوسینتتیک‌ها به افزایش کیفیت تولید و تبادل ایده در این زمینه بستگی دارد و پروژه‌های عمرانی کشور در گذشته نیز با مشکلات ناپایداری زمین و خاک روبرو بوده‌اند که با مطرح شدن بحث مسلح کردن خاک از دهه‌ی ۱۹۶۰ کشور نیز به فکر استفاده از روش‌های مختلف تسلیح برای استفاده از ظرفیت بهبود یافته زمین و خاک افتاد.

### ژئوسینتتیک‌ها در صنعت ساختمان و مهندسی عمران

دکتر روح‌الله باقر زاده با اشاره به این مطلب که بتن یک ماده بسیار ترد و شکننده است به تشریح خرابی‌های فیزیکی بتن پرداخت و گفت: سایش، فرسایش و خلأزایی، از مهم‌ترین موارد خرابی‌های فیزیکی بتن است.

سایش و فرسایش:

C/W پایین

عمل‌آوری مناسب

جلوگیری از آب‌انداختگی بتن

استفاده از سنگدانه‌های سخت

استفاده از بتن‌های الیافی

استفاده از میکروسیلیس

خلأزایی (در صورت بالا بودن سرعت سیال از s/m ۱۲ می‌بایست نگران شد.

کنترل در طراحی و شکل سازه

استفاده از بتن‌های الیافی (FRC)

عدم ایجاد زبری سطحی و سبب زیاد (حتی‌المکان) بتن با مقاومت بالا همراه با C/W پایین

وی خرابی‌های بتن را به صورت فیزیکی و مکانیکی





**دکتر باقرزاده: بتن الیافی در برابر سایش، فرسایش و خلأزایی نیز مقاومتر از بتن معمولی است. بتن الیافی در بسیاری از نقاط که در معرض سایش قرار دارد مانند کف کارخانجات صنعتی، سریز سدها، پیاده‌روها، کانال‌های آب، روسازی و .. در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد.**

و مقاومت سایشی بسیار کمی دارد. وی افزود: آب‌نداختگی باعث ایجاد ترک‌های ریزی می‌شود که اصطلاحاً "پوست سوسماری" گفته می‌شود. این ترک‌ها اگر قطعه بتنی در معرض دید باشد آن را بسیار بدنام می‌نماید. با توجه به این که الیاف از آب‌نداختگی بتن و ایجاد ترک جلوگیری می‌کند؛ منجر به اجاد یک سطح مناسب با مقاومت سایشی بیشتر می‌شود همچنین از نفوذپذیری بتن کاسته شده و نفوذ عوامل خوردنده به داخل بتن کمتر شده و دوام بتن افزایش می‌یابد.

به گفته این متخصص، بتن الیافی دارای مقاومت ضربه‌ای بسیار زیادی است که برای اولین بار در سال ۱۹۶۰ از الیاف پلی‌پروپیلن در ساخت پناه‌گاه‌های نظامی به علت مقاومت ضربه‌ای زیاد آن استفاده شد. افزایش مقاومت ضربه‌ای در موارد بسیاری مانند پل‌ها، سدها، پارکینگ‌ها، پی ماشین‌آلات سنگین، باند فرودگاه‌ها، سازه‌های دریایی و ... بسیار مناسب است.

وی ادامه داد: بتن الیافی در برابر سایش، فرسایش و خلأزایی نیز مقاومتر از بتن معمولی است. بتن الیافی در بسیاری از نقاط که در معرض سایش قرار دارد مانند کف کارخانجات صنعتی، سریز سدها، پیاده‌روها، کانال‌های آب، روسازی و .. در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دکتر باقرزاده با اشاره به این اجرای ۳ طرح تحقیقاتی صورت گرفته در مورد بتن الیافی گفت: در انیستیتو مصالح ساختمانی دانشکده فنی دانشگاه تهران طرح "انجام تحقیقات بر روی بتن کف دارای الیاف پلی‌پروپیلن به منظور بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی در مقایسه با بتن شاهد"، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی طرح "کنترل کیفیت ۳ نوع الیاف پلیمری جهت کاربرد

UHPFRC نام‌برده می‌شود. وی یادآور شد: در الیاف با نسبت حجمی متوسط، استفاده از این الیاف با این میزان درصد حجمی موجب افزایش مدول گسستگی، طاقت شکست و مقاومت در برابر ضربه می‌شود. این کامپوزیت در روش‌هایی مانند شاتکریت و یا سازه‌هایی که نیاز به قابلیت جذب انرژی، بهبود مقاومت در برابر جدایی و خوردگی دارند؛ استفاده می‌شوند.

به گفته وی موارد کاربرد الیاف در بتن و محصولات سیمانی عبارتند از:

- ۱- جایگزینی مناسب برای آرماتور حرارتی
  - ۲- کف پیاده‌روها و خیابان‌ها
  - ۳- کف سوله‌های صنعتی و مخازن آب
  - ۴- تونل‌ها و پل‌ها
  - ۵- ملات‌های نازک سیمانی
  - ۶- کانال‌های انتقال آب و شبکه‌های فاضلاب
  - ۷- استفاده در بلوک‌های سقفی و تیغه‌ای
  - ۸- ملات‌های نازک زیرتیرچه بلوک
  - ۹- ملات‌های نازک گچ، خاک و پلاستر
  - ۱۰- سقف‌های کامپوزیت، ستون و دیوارها
  - ۱۱- سدها و سازه‌های دریایی
  - ۱۲- قطعات بتنی پیش‌ساخته و جدول‌های بتنی
  - ۱۳- استفاده در شاتکریت تونل و پروژه‌های مترو
  - ۱۴- استفاده در بتن‌های ضدحریق و مصارف نظامی
- همچنین مزیت‌های استفاده از الیاف بتنی موارد اقتصادی و فنی را در برمی‌گیرد که ابعاد اقتصادی آن به کاهش قابل توجه در سیکل زمانی پروژه، کاهش در میزان هزینه‌ها و میزان شکست و هزینه‌های تعمیرات و کاهش میزان پتانسیل خوردگی (تنها در مورد الیاف پلیمری) اختصاص دارد و ابعاد فنی شامل افزایش میزان شکل‌پذیری و طاقت‌های خمشی، مقاومت در برابر ضربه، کاهش میزان ترک، جلوگیری از جداسدگی و ریزش در بتن سخت‌شده و ایجاد مقاومت باقیمانده (پس از شکست) می‌شود.
- وی با بیان این مطلب که الیاف باعث افزایش مقاومت سایشی بتن و جلوگیری از آب‌نداختگی سطحی می‌شود؛ اذعان داشت: در کشور ما آب‌نداختگی تقریباً در تمامی ساخت و سازهای بتنی اتفاق می‌افتد که معمولاً این مشکل به سادگی با پاشیدن سیمان بر روی سطح بتن حل می‌شود!!! اما این راه حل منجر به تشکیل یک سطح بسیار ضعیف با نسبت بالای آب به سیمان می‌شود که به سادگی از بتن جدا نمی‌شود

(بخزدن، آب شدن، سایش، فرسایش، خلأزایی) و شیمیایی (سولفاتی، کلروی، کربناتی، واکنش قلیایی سنگدانه) دانست و در ادامه مسائل تخصصی در مورد چگونگی خوردگی آرماتور، مکانیزم‌های جمع‌شدگی بتن، فرایند الکتروشیمیایی خوردگی در بتن‌های مسلح، حملات کلروی و کربناتاسیون و ... را مطرح نمود.

دکتر باقرزاده در ادامه به بیان مزیت‌های کامپوزیت‌های سیمانی تقویت‌شده با منسوجات نسبت به بتن تقویت شده با فولاد پرداخت که شامل موارد زیر بود:

- ۱- کاهش ضخامت و در نتیجه کاهش در وزن اعضای ساختمانی
  - ۲- قابلیت شکل‌پذیری وسیع آن
  - ۳- خواص مکانیکی بهتر با توجه به توزیع منظم‌تر الیاف نسبت به مورد استفاده از الیاف کوتاه با پخش تصادفی
  - ۴- افزایش دوام به دلیل عدم استفاده از الیاف مقاوم در برابر خوردگی
  - ۵- امکان کاربرد آنها با تکنولوژی ساده مانند لایه‌گذاری و یا پاشش
- بیان تاریخچه استفاده از الیاف در بتن بخش دیگر سخنان دکتر باقرزاده بود. که ۳۵۰۰ سال در مصر پیش‌خست‌ها با کاه تقویت می‌شد و استفاده از الیاف طبیعی جهت تقویت مواد تردد و شکننده به دوران باستان بازمی‌گردد.
- وی افزود: در سال‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، الیاف فلزی و شیشه در بتن مورد استفاده قرار گرفت و امروزه ده‌ها نوع از الیاف برای استفاده در بتن و رفع معایب مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دکتر باقرزاده، الیاف با نسبت حجمی پایین را برای کاهش میزان جمع‌شدگی در بتن موثر دانست و خاطر نشان ساخت: این نوع الیاف به‌آسانی و یکنواخت به‌صورت سه‌بعدی در بتن پخش شده که باعث توزیع بار وارده می‌شود؛ نسبت به خوردگی‌های ممکن حساس نبوده و پایدار است و همچنین نسبت به آرماتورهای حرارتی سرعت اجرایی بالاتری دارد.

وی افزود: در الیاف با نسبت حجمی بالا، الیاف مورد استفاده با درصد حجمی بالا در کامپوزیت‌های بتنی جهت افزایش مقاومت کششی و ایجاد ویژگی‌هایی نظیر کرنش‌های بالا در بتن به کار می‌روند که از این نوع از کامپوزیت‌های بتنی با عنوان HPC و یا



**دکتر مرآتی: به طور کلی اجرای بسیار سریع، راحت، مقاومت بالا، هزینه کم، پایداری ده‌ها ساله، تخریب کمتر محیط زیست، یکنواختی در اجرا و سایر ویژگی‌های ژئوتکتایل‌ها باعث شده که در اکثر کشورها مورد استفاده قرار گیرد.**



در بتن" و در پژوهشکده مواد و فناوری‌های پیشرفته دانشگاه صنعتی امیرکبیر طرح "تدوین دانش فنی طرح اختلاط الیاف پلی‌پروپیلن با بتن سبک‌دانه" انجام شده‌است. همچنین در پروژه Spillway سد کارون، پروژه طرح توسعه حرم حضرت معصومه (س) و... از الیاف بتنی استفاده شده‌است.

روش مصرف الیاف، کاربرد الیاف در کنیتکس و پوشش‌های دیواری (رومالین) از بخش‌های دیگر مقاله دکتر باقر زاده بود.

ارائه مقاله با موضوع "ژئوسینتتیک‌ها در امور کشاورزی و باغبانی" توسط دکتر علیرضا پورمحمدی و "ژئوسینتتیک‌ها در صنعت راهسازی و محیط زیست" توسط دکتر محمد صالح‌احمدی دو بخش دیگر سمینار یک‌روزه ژئوسینتتیک‌ها، کاربردها و روش‌های تولید بودند.

مقاله "کاربرد ژئوتکتایل‌ها در مهندسی سواحل" توسط دکتر علی‌اکبر مرآتی - رییس پژوهشکده مواد و فناوری‌های پیشرفته در نساجی - آخرین مقاله این سمینار تخصصی بود.

وی عنوان داشت: ژئوتکتایل‌ها، صفحات نفوذپذیری هستند که از الیاف پلی‌پروپیلن و یا پلی‌استر و به دو صورت کلی بافته شده (تکرارشته‌ای و چندرشته‌ای) و بافته‌نشده ساخته می‌شوند که در چند سال اخیر بحث مربوط به ضرورت گسترش استفاده از ژئوتکتایل‌ها در محافل دانشگاهی، همایش‌ها و مجلات تخصصی در سطح کشور مطرح شده و در پروژه‌های عمرانی نیز در موارد محدودی (در مقایسه با جهان) از این محصولات استفاده شده‌است.

دکتر مرآتی افزود: اگرچه حرکت‌های محدود و جدیدی در راستای تولید برخی از انواع ژئوتکتایل‌ها در داخل کشور صورت پذیرفته اما با توجه به پتانسیل بالای کشور هم در تأمین مواد اولیه (مانند صنایه پتروشیمی) و هم نیاز به استفاده از آنها در پروژه‌های عمرانی، شایسته است که اقدامات جدی‌تری در این راستا انجام شود.

وی سابقه ساخت‌وساز و کاربرد ژئوتکتایل‌ها را در سال ۱۹۵۰ دانست که در آن زمان از ورقه‌های تکرارشته‌ای ژئوتکتایل بافته شده به‌عنوان فیلتر در کنترل فرسایش در ایالت فلوریدای آمریکا استفاده شد.

دکتر مرآتی دلایل رشد کاربرد ژئوتکتایل‌ها در دنیا را موارد زیر برشمرد:

۱- مصالح دانه‌ای در اثر فرسایش یا نشست از هم می‌پاشند اما ژئوتکتایل‌ها با عملکرد کششی پیوستگی سیستم را حفظ می‌نمایند.

۲- سازه‌های خاکی معمولاً لایه‌لایه ساخته می‌شوند که در این صورت ژئوتکتایل‌ها می‌توانند به‌سادگی نقش فاصل لایه‌ها، جداکننده و یا محافظ سطحی را بازی نمایند.

۳- سازه‌های خاکی انعطاف پذیرند و در معرض جابجایی‌های ناهمگون قرار دارند که در مصالح غشایی انعطاف‌پذیر با چنین شرایطی سازگار می‌باشند.

۴- کاربرد ژئوتکتایل‌ها چه از دید اقتصادی و چه از دید فنی به‌صرفه است. در مواردی تا ۳۰ درصد صرفه‌جویی هزینه در کشورهای مختلف اعم از در حال توسعه و توسعه‌یافته گزارش شده است.

وی در مورد اهمیت استفاده از ژئوتکتایل‌ها در سازه‌های آبی گفت: بار و امواج، عمده منابع بارگذاری بر سازه‌های آبی و دریایی است. امواج ضمن اعمال فرسایش در بستر رودخانه یا کف دریا، می‌توانند نیروهای ضربه‌ای به سازه وارد نمایند. اغلب تجارت جهانی به‌وسلیه کشتی‌ها و از طریق ورود و خروج به بنادر است که این امر نیازمند تثبیت و نگهداری راه‌های آبی است. ضمن آن‌که حفاظت از محیط زیست سواحل دریاها و رودخانه‌ها یکی از مسائل مهم توریستی برای بسیاری از کشورهاست که در نوع خود از عوامل مهم درآمدزا محسوب می‌شود.

دکتر مرآتی با بیان این مطلب که گونه‌های مختلف ژئوتکتایل‌های بی‌بافت می‌توانند جانشین برتری برای ریزدانه‌های زیر و به طور کلی نقاطی که در معرض فرسایش و جزر ومد قرار دارند؛ باشند اذعان داشت: به‌طور کلی اجرای بسیار سریع، راحت، مقاومت بالا، هزینه کم، پایداری ده‌ها ساله، تخریب کمتر محیط زیست، یکنواختی در اجرا و سایر ویژگی‌های ژئوتکتایل‌ها باعث شده که در اکثر کشورها مورد استفاده قرار گیرد.

وی تصریح کرد: با استفاده از ژئوتکتایل‌ها می‌توان از نقش مخرب سیلاب‌ها در کشور پیشگیری کرد. سیلاب‌ها موجب بروز خسارات فراوانی به واحدهای مسکونی، اراضی کشاورزی، سازه‌های آبی، پل‌ها، جاده‌ها و محیط زیست می‌شوند و همه ساله خسارات مالی و جانی فراوانی به کشور وارد می‌کنند.

دکتر مرآتی تأکید کرد: طبق گزارش‌ها طرح ملی





## دکتر مرآتی: اگرچه تلاش‌های فراوانی جهت تهیه استانداردهای آزمایشی ژئوتکتایل‌ها و روش اندازه‌گیری خواص آنها در کشور انجام شده اما کاربرد این مواد و پارامترها و مشخصات مهندسی کاربرد ژئوتکتایل‌ها هنوز در کشور استانداردسازی نشده است.

آبی در کشور این موضوع به‌طور عمومی نهادینه شده و تکنولوژی پیشرفته آن به‌عنوان یک تکنولوژی بومی در خدمت این صنایع قرار خواهد گرفت و نتیجه این کار می‌تواند به‌عنوان الگویی برای سایر صنایع بوده و با انجام پروژه‌هایی مشابه در سایر صنایع از مزایای این گونه تکنولوژی‌ها به شیوه مناسبی استفاده کرد. در پایان سمینار تخصصی ژئوسینتتیک‌ها، کاربردها و روش‌های تولید با دکتر صادقی- دبیر کانون هماهنگی دانشگاه و صنعت نساجی گفت‌وگوی کوتاهی انجام دادیم.

وی در مورد اهداف برگزاری همایش‌های تخصصی توسط این کانون اظهار داشت: طبق بررسی‌های انجام شده در کانون، یکی از محورهای که مورد توجه قرار گرفت طرح ایده‌هایی در صنایع نساجی است که پرداختن به آنها می‌تواند منجر به ایجاد تحولات مثبت و موثری در این صنعت شود. برای مثال هدف از برگزاری سمینار مهندسی فروش آشنایی بیشتر متخصصین و دانش‌آموختگان صنعت نساجی با مسائل مربوط به پس از تولید، خدمات پس از فروش، ارائه مشاوره فنی به مصرف‌کننده محصولات نساجی و... بود. هدف از برگزاری سمینار ژئوسینتتیک این بود که منسوجات فنی کاربردهای بسیاری در صنایع کشور مانند پروژه‌های عمرانی، راه‌سازی و ... دارند. وی با بیان این مطلب که از حضور صنعتگرانی که در زمینه تولید ژئوسینتتیک‌ها دارای سوابق اجرایی هستند، استقبال خواهد شد؛ افزود: البته جهت حضور در این سمینار از تمام اقشار صنایع نساجی توسط رسانه‌های تخصصی نساجی دعوت به‌عمل آوردیم بنابراین سمینار مذکور، آکادمیک و علمی صرف نیست و مناسب تولیدکنندگان و صنعتگران نیز می‌باشد.

است. اگرچه مزایای استفاده از ژئوتکتایل‌ها در مهندسی عمران به‌طور عمومی شامل افزایش دوام سازه‌ها و افزایش طول عمر مفید آنها و حفاظت از محیط زیست بر کسی پوشیده نیست اما استفاده از این تکنولوژی نیاز به روش‌ها و استانداردهای خاص خود دارد لذا همزمان با کاربرد این گونه تکنولوژی‌ها در داخل کشور، موضوع استانداردسازی نحوه کاربرد و استفاده آنها در سطوح مختلف امری بسیار ضروری و مهم است تا از خطاهای احتمالی جلوگیری شود.

وی با اشاره به این نکته که انواع ژئوتکتایل‌ها دارای دامنه وسیعی از نظر نوع، جنس، مشخصات بافت و نحوه تهیه هستند، گفت: باید ژئوتکتایل مناسب برای هر نوع کاربرد شناسایی و معرفی شده و در فرایند استانداردسازی، مزایا و معایب آن از نظر فنی و اقتصادی نسبت به سایر انواع ژئوتکتایل‌ها مقایسه و توجیه شود.

به گفته این متخصص، در ایران تاکنون تحقیقاتی که منجر به استانداردسازی کاربرد ژئوتکتایل‌ها در مهندسی عمران- سازه‌های آبی شود، صورت نگرفته اما کاربرد آن در ایران در مراحل اولیه و در مقیاس محدود صورت گرفته است. البته در سطح بین‌المللی، کاربرد ژئوتکتایل‌ها در مهندسی عمران- سازه‌های آبی شامل بندر، سدسازی، سواحل و رودخانه‌ها در سطح نسبتاً وسیعی گسترش یافته است و شرکت‌های بسیاری در کشورهای صنعتی اقدام به تولید انواع ژئوتکتایل‌های بی‌بافت و بافته‌شده مورد نیاز این صنایع و صنایع دیگر می‌کنند. دکتر مرآتی تصریح کرد: در ایران شرکت‌هایی وجود دارند که قابلیت تولید بعضی از انواع ژئوتکتایل‌ها را دارند اما به دلیل بازار محدود، تولید آنها در مقیاس بسیار محدود است.

به اذعان وی، اگرچه تلاش‌های فراوانی جهت تهیه استانداردهای آزمایشی ژئوتکتایل‌ها و روش اندازه‌گیری خواص آنها در کشور انجام شده اما کاربرد این مواد و پارامترها و مشخصات مهندسی کاربرد ژئوتکتایل‌ها هنوز در کشور استانداردسازی نشده است، کاربرد تخصصی این مواد در مهندسی عمران سازه‌های آبی هنوز به‌طور سیستماتیک اجرا نمی‌شود و از مزایای این مواد پیشرفته در این صنایع استفاده شایسته به‌عمل نمی‌آید.

وی در پایان خاطر نشان ساخت: با استانداردسازی کاربرد ژئوتکتایل‌ها در مهندسی عمران- سازه‌های

امادگی و کنترل سوانح طبیعی، ایران در ۲۵ سال گذشته با ۹۶۷ وقوع سیل روبرو بوده که از این میان ۱۱۷ سیل بسیار مهم با خسارات و تلفات فراوان همراه بوده است. طی این سال‌ها به طور متوسط با ۳۹ سیل در سال، ۹۱۶ میلیارد و ۲۰۰ میلیون تومان به کشور خسارت وارد شده است که متوسط خسارت سالانه ۳۶ میلیارد و ۶۰۰ میلیون تومان بوده است.

وی گفت: مطابق آمار شرکت‌های آب منطقه‌ای، آمار تلفت سیل در مدت ۷۰ سال گذشته نشان داده که تقریباً ۱۳۰۰ پل تخریب و به بیش از ۱۰۰ سد خسارت وارد شده است؛ همچنین بیش از ۵ هزار نفر در اثر حوادث سیل جان خود را از دست داده‌اند و بیش از ۴۴۳ هزار رأس دام تلف شده‌اند.

به گفته دکتر مرآتی، عدم اصلاح بستر و ساحل رودخانه‌ها و احداث غیراصولی سازه‌های تقاطعی از جمله پل‌ها بر روی رودخانه‌ها و مسیل‌ها از عوامل تشدید سیلاب هستند. همچنین فرسایش ساحل و بستر رودخانه باعث آب‌کسختگی پایه‌های سازه‌ها و ابنیه‌فنی در مسیر رودخانه مانند پل و خطوط انتقال نفت و گاز و .. شده و به آنها خسارت وارد می‌کند.

وی خاطر نشان ساخت: یکی از تکنولوژی‌های بسیار مفید و ارزشمند جهت کنترل رفتار مخرب رودخانه‌های کشور، پدیده‌های سیلاب، حفاظت مصالح رودخانه‌ای، حفاظت سواحل، جلوگیری از فرسایش و رسوب و جلوگیری از آب‌شستگی در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها، دریاها و سواحل آنها استفاده از ژئوتکتایل می‌باشد. در روش استفاده از ژئوتکتایل‌ها از انواع مختلفی از آنها مانند ژئوتکتایل‌های بی‌بافت و بافته‌شده استفاده می‌شود.

دکتر مرآتی یادآور شد: در سال‌های اخیر، بهره‌گیری از ژئوتکتایل‌های ساخته شده از الیاف پلی‌استر و پلی‌پروپیلن با قابلیت‌های متنوع و سرعت زیادی در حال گسترش است و شرکت‌های مختلف در چند کشور صنعتی به تولید تجاری این گونه مواد پرداخته‌اند و در کاربردهای بسیاری جایگزین روش‌های موجود شده است. به گفته وی، موضوع استفاده از ژئوتکتایل‌ها در صنایع مربوط به مهندسی سازه‌های آبی در سطح بین‌المللی به‌طور وسیعی در حال گسترش است و رشد آن در ایران نیازمند انجام فعالیت بیشتر جهت شناساندن این تکنولوژی به صنایع مرتبط و معرفی مزایا و توانمندی‌های آن