

## مقاله بخش صنعت

# نقش واحدهای بالادستی الیاف پلی استر در افزایش ارزش افزوده صنعت نساجی

## Roles of Upstream Polyethylene Terephthalate Fiber Manufacturers in Improvements of the Textile Industries Value Added

شمس اله علیجانلو\*

مدیر مطالعات راهبردی و توسعه و پژوهش شرکت پلی آکريل ايران

### چکیده

الیاف پلی استر با بیشترین سهم مصرف در بین الیاف مصنوعی، در سطح دنیا، از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مقاله ابتدا به ظرفیت واحدهای بالادستی الیاف پلی استر در ایران اشاره می شود و سپس تنوع توسعه الیاف پلی استر، ویژگی ها و انواع کاربرد الیاف پلی استر مورد بحث قرار می گیرد. در پایان نیز مزیت شرکت پلی آکريل اصفهان در تولید انواع الیاف و نخ پلی استر توضیح داده می شود.

کشور ما عبارت‌اند از: انواع پتو، فرش ماشینی، فرش دستباف، فاستونی و پارچه و پوشاک است.

ایران واردکننده الیاف سلولوزی (مانند ویسکوز) است. در سال‌های اخیر با سرمایه‌گذاری‌های انجام شده ظرفیت‌های خوبی برای تولید الیاف مصنوعی بوجود آمده و با بهره‌برداری از طرح‌های صنایع بالادستی پتروشیمی، بعضی از مواد اولیه الیاف مصنوعی، نظیر پلی پروپیلن، پارازایلین، اتیلن گلیکول و پلی اتیلن ترفتالات (PET)، توسط واحدهای پتروشیمی در شهرهای اراک، اصفهان، منطقه ویژه بندر امام و بندر عسلویه تولید می‌شود. اما، همچنان کاپرولاکتام و آکريلونیتريل، از خارج وارد شده و هنوز عملیات اجرایی در تنها واحد دارای موافقت اصولی تولید آکريلونیتريل آغاز نشده است.

### تنوع توسعه الیاف پلی استر در ایران

الیاف پلی استر حاصل واکنش دی‌متیل ترفتالات (DMT) یا اسید ترفتالیک خالص (PTA) و اتیلن گلیکول است که

### ظرفیت واحدهای بالادستی صنعت نساجی در ایران

با دستیابی بشر به دانش فنی و فناوری تبدیل نفت و گاز به محصولات با ارزش در دهه‌های اخیر، تولید انواع پلیمرها از فراورده‌های پتروشیمی نیز به شدت در حال افزایش بوده، به گونه‌ای که تولید پلی اتیلن (PE) با سهم ۳۳/۵٪ رتبه اول، پلی پروپیلن (PP) با ۱۹/۵٪ رتبه دوم و پلی استر (پلی اتیلن ترفتالات، PET) با ۱۸٪ و حدود ۵۸/۴ میلیون تن در سال رتبه سوم مجموع کل تولید پلیمرها را در جهان را به خود اختصاص داده‌اند. همواره مقادیر قابل توجهی از پلیمرها به نخ و الیاف تبدیل شده تا به‌عنوان مواد اولیه در صنعت نساجی استفاده شوند.

صنعت نساجی ایران از شرکت‌ها و واحدهایی تشکیل شده که با عملیاتی شامل ریسندگی، بافندگی، کش‌بافی، رنگرزی، چاپ و تکمیل و با فرایند نخ است از الیاف طبیعی و الیاف مصنوعی، محصولات متنوع بافته شده و کش‌باف را تولید کنند. عمده‌ترین محصولات نساجی

### کلمات کلیدی

الیاف پلی استر،  
نخ رشته‌ای،  
ظرفیت تولید

### ویژگی‌ها و انواع کاربرد الیاف پلی استر

اصولاً برای تولید الیاف پلی استر دو نوع فناوری کلی وجود دارد:

- فناوری ریسندگی مستقیم و پیوسته (Melt to fiber) یا (M2F)

- فناوری ریسندگی چپس (Pellet to fiber) یا (M2F)

فناوری ریسندگی چپس به‌طور کلی در دهه ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی مورد توجه تولیدکنندگان قرار داشت، ولی به لحاظ ناپیوسته بودن تولید و هزینه‌های غیرقابل رقابتی در حدود ۱۰٪ سهم تولید به این روش اختصاص یافت و به علت نایک‌نواختی در کیفیت الیاف تولیدی و ناهمگنی محصولات و حتی امکان استفاده مجدد از پلی استر ضایعاتی (مشکلات بهداشتی) موفقیت چندان در بازار پیدا نکرد.

فناوری تولید نخ و الیاف پلی استر به روش ریسندگی مستقیم فقط در دو شرکت پتروشیمی شهید تندگویان و شرکت پلی آکریل ایران استفاده شده که به سبب پیوسته‌بودن زمان تولید و استفاده مستقیم از مواد دست اول نفتی و کنترل فرایند یک دست و عدم امکان استفاده از چرخه ضایعات (محصولات بهداشتی) دارای کیفیت عالی و قابل تکرار است. این روش اقتصادی‌ترین روش تولید است و کمترین زمان ماند مواد اولیه تا محصول را دارد. امروزه با بهینه‌سازی خطوط تولید ظرفیت‌های تک‌خطی از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ تن در روز را پیاده‌سازی کرده‌اند.

### الیاف پلی استر

از بارزترین ویژگی‌های این الیاف برخورداری از: چگالی  $1/38 \text{ g/cm}^3$ ، نیرو تاحد پارگی بسیار زیاد، کشسانی خوب، مقاومت سایشی، ثبات بسیار خوب نوری، مقاومت در برابر اسیدهای معدنی و آلی زیاد است. الیاف پلی استر ضدچروک و نم‌دی‌شدن هستند و جمع نمی‌شوند، به راحتی، به سرعت خشک می‌شوند.

### انواع قابل عرضه

نخ‌های رشته‌ای (filament)، الیاف ناپیوسته (اختلاط پذیر با پشم، پنبه و نوع قابل استفاده در فرش) دسته الیاف، الیاف لایبی، تک‌رشته‌ها و پارچه‌های اسپان باند و انواع الیاف میان تهی، الیاف توخالی (hollow fibers) و الیاف دوجزئی قابلیت ارتجاع بیشتر را به همراه دارد.

الیاف پلی استر در دو نوع رشته‌ای و استیپل تولید می‌شوند. در فرایند تولید رشته پلی استر، رشته الیاف پس از خروج از اکسترودر و سرد شدن به‌طور مستقیم روی بوبین پیچیده می‌شوند. درحالی که در فرایند تولید الیاف استیپل، این رشته‌ها پس از منعقد شدن در فرایند کشش و برش قرار می‌گیرند. الیاف استیپل پلی استر در نمرات مختلف و با سطح مقطع‌های گوناگون تولید می‌شوند. شکل سطح مقطع الیاف نیز با توجه به شکل روزنه‌های صفحه رشته‌ساز (spinneret) معین می‌شود. در صنایع نساجی معمولاً از الیافی با سطح مقطع‌های دایره‌ای و مثلثی برای تولید نخ و پارچه استفاده می‌شود.

الیاف پلی استر استیپل (PSF) را با توجه به نوع کاربرد به چند گروه مختلف می‌توان دسته‌بندی کرد:

نوع پنبه‌ای، نوع پشمی، نوع منسوجات بی‌بافت، نوع پرکننده و سایر

به روش مذاب‌ریسی تولید می‌شود. تولید انبوه این الیاف از ۱۹۴۵ آغاز شد و امروزه این لیف با تولید جهانی بیش از ۴۰ میلیون تن بیشترین سهم تولید را در بین انواع الیاف به خود اختصاص داده است. از نظر منطقه‌ای، کشور چین حدود ۷۱٪ (۳۰ میلیون تن) سهم تولید الیاف پلی استر را دارا بوده و این به معنی به‌کار بودن تولید بین ۷۵٪ تا ۸۰٪ ظرفیت اسمی کارخانه‌های کشور چین است.

با توجه به ویژگی‌های الیاف پلی استر (PET یا PES) نظیر مواد اولیه ارزان‌تر، خواص فیزیکی شیمیایی بسیار مناسب و بهینه‌سازی فناوری تولید انبوه، این نوع الیاف به شدت مورد توجه و استقبال عموم مردم دنیا قرار گرفته است.

آمار ظرفیت واحدهای تک‌سپرایزینگ ایران که مصرف‌کننده نخ پلی استر است، ظرفیتی نزدیک به ۲۶۰،۰۰۰ تن در سال را نشان می‌دهد. در حالی که این واحدها با بازده ۷۰٪ کار کنند به حدود ۱۸۱/۷۰۰ تن در سال نخ پلی استر، نیاز خواهد بود. همچنین ظرفیت واحدهای ریسندگی نخ پنبه‌ای در ایران حدود ۳۰۰،۰۰۰ تن در سال است. با احتساب مصرف ۳۰٪ تا ۶۰٪ الیاف پلی استر در واحدهای نامبرده، مصرف الیاف پلی استر در حد ۱۵۶،۰۰۰ تن در سال، برآورد می‌شود. مجموع تولید داخلی نخ و الیاف پلی استر در چند سال گذشته رو به رشد بوده و بنابراین افزایش تولید داخلی باعث کاهش بخشی از واردات شده است.

در کشور ایران، سرمایه‌گذاری‌های زیربنایی در صنعت پتروشیمی طی برنامه‌های دوم و سوم توسعه باعث احداث کارخانه‌های بزرگی در زمینه تولید مواد اولیه الیاف پلی استر شده است. در دهه ۱۳۶۰ کل اتیلن گلیکول و پارازایلین (دو ماده اولیه اصلی تولید پلی استر) از خارج از کشور تأمین می‌شد، اما در دهه‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰، به تدریج با راه‌اندازی واحدهای پتروشیمی اراک، مارون و جم (فرساشیمی)، ظرفیت تولید اتیلن گلیکول در کشور از مرز ۹۸۰،۰۰۰ تن در سال فراتر رفته است. همچنین، با بهره‌برداری از طرح‌های آروماتیک ۱ تا ۴ شامل پتروشیمی‌های اصفهان، آروماتیک بندر امام، بوعلی سینا و شهید نوری (برزویه)، ظرفیت تولید پارازایلین به ۱،۴۵۰،۰۰۰ تن در سال رسیده است. بخشی از ظرفیت‌های گفته شده (حدود ۲۵٪) برای تأمین خوراک واحدهای تولید پلیمر PET در کارخانه شهید تندگویان در دو فاز اول و دوم و خوراک ظرفیت فعلی تولید نخ و الیاف پلی استر در پلی آکریل مصرف شده و بقیه صادر می‌شود. پتروشیمی تندگویان، قابلیت تولید پلیمر PET با گریدهای الیاف و بطری و نیز در فاز دوم قابلیت تولید نخ و الیاف پلی استر را دارد (مجموع ظرفیت تولید چپس PET گریدهای الیاف در دو فاز ۳۶۷،۰۰۰ تن در سال و ظرفیت تولید نخ پلی استر و الیاف پلی استر با فرایند مستقیم از پلیمر مذاب هر یک ۶۶،۰۰۰ تن در سال و در مجموع ۱۳۲،۰۰۰ تن در سال است). ظرفیت‌های مذکور، مزیت نسبی برای توسعه تولید نخ و الیاف پلی استر در ایران به هر دو روش استفاده از چپس پلیمر PET یا استفاده از پارازایلین (پس از تبدیل به ترفتالیک اسید یا PTA) و اتیلن گلیکول را فراهم کرده که پتانسیل بسیار خوبی نیز در توسعه صنعت نساجی وابسته به الیاف و نخ پلی استر در ایران را ایجاد می‌کند. در ده سال گذشته تمام سرمایه‌گذاری‌های انجام شده برای تولید نخ و الیاف پلی استر بر مبنای استفاده از چپس PET و روش مذاب‌ریسی غیرمستقیم باشد.

ذوب مجدد آنها، صرفه‌جویی مناسبی به‌عمل‌آید. بنابراین، دانش فنی تولید پلی‌استر از پارازایلین و طی مراحل گفته شده نزد گروه پلی‌اکریل موجود است. محصولات الیاف پلی‌استر در زمره Cotton Type، Wool Type و Nonwoven Type و بر مبنای مقادیر مورد نیاز صنعت کشور در شرکت پلی‌اکریل تولید می‌شود.

### نتیجه‌گیری

در حال حاضر، در کشور ما با وجود برخورداری از ظرفیت‌های داخلی، کمترین سرمایه‌گذاری در تولید الیاف پلی‌استر گرید نساجی هم نسبت به کشورهای همسایه و هم دیگر نقاط قاره آسیا به‌عمل می‌آید، از طرفی مازاد ظرفیت‌های قابل‌ملاحظه‌ای برای تولید پلی‌استر در سطح قاره آسیا وجود دارد. این ظرفیت مازاد موجبات بروز بحران و رکود در این بخش از صنعت را فراهم کرده و منجر به جنگ قیمت‌ها شده که بهای الیاف پلی‌استر را تا پایین‌ترین حد ممکن کاهش داده است. اگر چه در حال حاضر برخی چشم‌اندازهای امیدبخش برای بهبود بازار در سال‌های آتی وجود دارد که بیش از هر چیز به بهبود وضعیت اقتصاد جهانی بستگی خواهد داشت.

با وجود افزایش تقاضا برای پلی‌استر، هنوز سرانه مصرف پلی‌استر در ایران با حدود ۲/۵ کیلوگرم، در مقایسه با ۳/۱ کیلوگرم برای چین، ۶ تا ۹ کیلوگرم برای آمریکا، ژاپن و اروپای غربی و متوسط بالای ۳ کیلوگرم در جهان، مقدار اندکی است. از طرفی با توجه به نیاز شدید و روزافزون جمعیت کشور به غذا و بحران خشک سالی، رقابت محصولات جایگزین پنبه موجب خواهد شد تا در چند سال آینده، در صورت تداوم شرایط موجود، تولید پنبه در کشور افزایش قابل‌ملاحظه‌ای نیابد. همچنین مواردی از قبیل سهولت نگهداری و دوام بیشتر، گرایش به طرف مصرف پلی‌استر را تشدید خواهد کرد.

سرمایه‌گذاری در صنعت پلی‌استر کشور و حمایت از این صنعت بومی، راهبردی و اشتغال‌زا، دستاوردهایی شامل رفع نیازهای داخلی و کاهش یا قطع واردات، تکمیل زنجیره تولیدات نساجی کشور، تکمیل زنجیره ارزش افزوده مبتنی بر منابع نفتی و گازی و استفاده از مزیت‌های نسبی کشور را به همراه خواهد داشت. از دیدگاه ملی، پلی‌استر یک کالای راهبردی برای صنعت نساجی کشور نیز در امتداد صنایع پتروشیمی به‌شمار می‌آید که هم اکنون بیش از نیمی از نیاز داخلی با واردات تأمین می‌شود.

مزیت کلی کشور در واردات نخ و الیاف پلی‌استر نیست بلکه استفاده از سرمایه‌گذاری‌های بالادستی صنعت مزبور و تولید انواع نخ و الیاف پلی‌استر در داخل کشور و تبدیل به کالاهای نهایی نساجی و صادرات آن به بازارهای جهانی است که نتایجی ارزشمند شامل تقویت تولیدکنندگان داخلی به‌ویژه روش‌های ریسندگی مستقیم و ظرفیت‌های تولید اقتصادی، ایجاد خواهد کرد.

بدیهی است، بازنگری قوانین عرضه و تعیین نرخ مواد اولیه صنعت الیاف و نخ پلی‌استر از طرف شرکت بازرگانی پتروشیمی در بورس کالا با در نظر گرفتن حداکثر ارزش افزوده و جلوگیری از مزیت یافتن واردات گام مهمی برای توسعه صنعت خواهد بود.

انواع آن. الیاف پلی‌استر نوع پنبه و پشم از ظرافت بیشتری برخوردار هستند (دنیبر کم) و به همین دلیل می‌توان آنها را با الیاف طبیعی مخلوط کرد.

با توجه به حساسیت بسیار زیاد صنایع نساجی، الیاف پلی‌استر نوع پنبه و پشم را از مواد نو (چیپس) و الیاف پلی‌استر استیپل نوع منسوجات بی‌بافت و نوع پرکننده را معمولاً از مواد ضایعاتی تولید می‌کنند. شکل سطح مقطع الیاف تولید شده برای مصارف پرکننده، توخالی (hollow) است که معمولاً پس از فرایند روغن‌زنی با سیلیکون به بازار عرضه می‌شود به همین دلیل این محصول با نام الیاف پلی‌استر توخالی سیلیکون نشده (hollow siliconize) در بازار شناخته می‌شود. سطح مقطع سوراخ‌دار (حالت لوله‌ای) الیاف مزبور سبب می‌شود که این الیاف در عین قطوربودن نسبت به الیاف مشابه وزن کمتری داشته باشند و هوای محبوس درون این الیاف نیز سبب افزایش خواص عایقی الیاف در برابر گرما و سرما می‌شود. مجموعه خواص گفته‌شده (داشتن وزن کم، حالت پفکی و خواص عایقی) سبب می‌شود که این الیاف به‌عنوان گزینه مناسبی برای استفاده در صنایع پرکننده، عایق‌کاری و فیلتر کردن تبدیل شود.

استحکام و مقدار افزایش طول الیاف پلی‌استر نسبت به الیاف طبیعی بیشتر است. از این‌رو، در صنعت نساجی خواص مکانیکی الیاف از پارامترهای بسیار مهم به‌شمار می‌آید. به‌همین دلیل، در فرایند تولید منسوجات از چیپس خالص پلی‌استر استفاده می‌شود، اما با توجه به اهمیت کمتر پارامترهای مزبور در صنایع پرکننده می‌توان از ضایعات پلی‌استری (بطری، الیاف و پارچه) نیز به‌عنوان ماده اولیه استفاده کرد.

### مزیت پلی‌اکریل در تولید انواع الیاف و نخ پلی‌استر

صنعت تولید پلی‌استر مشابه صنایع دیگر پلیمری، ظرائف، پیچیدگی و فنون ویژه خود را دارد. این صنعت به‌تدریج و در ۵۰ سال اخیر تکوین یافته است. خوشبختانه در شرکت پلی‌اکریل ایران در کنار کادر مجرب کارشناسی و نیروهای عملیاتی شایسته، وجود سخت‌افزار و نرم‌افزارهای مناسب دستاوردهای قابل‌توجهی نظیر تولید محصولات جدید الیاف پلی‌استر ۱/۴ دسی تکس، نوار و الیاف آنتی پیل و نخ پلی‌استر ۳۴ و ۴۸ رشته‌ای، به‌خوبی به نتیجه رسیده است. کیفیت مطلوب محصولات پلی‌اکریل نزد مشتریان و نیز همواره نرخ محصولات پلی‌اکریل معین‌کننده نرخ عرضه انواع فرآورده‌های گفته‌شده در بازار ایران است، به‌گونه‌ای که هرگاه محصول پلی‌اکریل به دلیل مشکلات فنی تولیدی دیرتر به بازار عرضه شود، افزایش شدیدی در نرخ‌های داخلی اتفاق می‌افتد. بنابراین، هر چه که پلی‌اکریل در بازار قوی‌تر وجود داشته باشد، صنایع نساجی امنیت بیشتری احساس می‌کند. صنعت نساجی کشور در شرایط فعلی و در آینده به انواع نخ و الیاف پلی‌استر نیازمند است. این نیاز به لحاظ نوع محصولات و مقدار آن‌ها، متفاوت بوده و به‌شدت رو به افزایش است.

مجاورت دو کارخانه DMT و واحد پلی‌استر کارخانه پلی‌اکریل، این امکان را ایجاد کرده که عملاً سه مرحله اساسی در تولید پلی‌استر یعنی تبدیل پارازایلین به DMT، تبدیل DMT به پلی‌استر (PET) و تبدیل پلیمر پلی‌استر به نخ (filament) و الیاف (staple)، در هم ادغام شده و بدون هر گونه نیاز به عملیات اضافی مانند جامدسازی DMT و پلیمر و

# Roles of Upstream Polyethylene Terephthalate Fiber Manufacturers in Improvements of the Textile Industries Value Added

Shamsollah Alijanlou\*

## Abstract

Polyester fiber, the most-used synthetic fiber worldwide, is of great importance. In this paper, the capacity of upstream unit operation of polyester fiber in Iran is reviewed. The variations in the development, properties, and applications of polyester fibers are discussed. Finally, some of the features of Polyacryl Isfahan Co. for production of various types of polyester fibers and yarns are highlighted

## Keywords

polyester fibers,  
filament yarn,  
production capacity

(\*) Address Correspondence to Sh. Alijanlou, Email: shamsollah@gmail.com