



# رویکردهای بازیافت ضایعات جامد نساجی

مهندس احسان اکرامی

چکیده:

با رشد جمعیت و گسترش روز افزون صنعتی شدن در جهان، در سال های اخیر مسائل زیست محیطی از جمله دفع انواع ضایعات و زباله ها، آلودگی هوا و منابع آب و نیز مدیریت منابع ضایعاتی مورد توجه بیشتری قرار گرفته اند. حجم وسیع مصرف آب و مواد شیمیایی نظیر رنگزاهای مختلف، صنعت نساجی یکی از آلاینده ترین صنایع به لحاظ تولید پساب های آلوده تبدیل نموده است. همچنین علاوه بر آلودگی منابع آب سالانه مقادیر بسیار زیادی ضایعات جامد هم در بخش تولید الیاف و منسوجات و هم از طریق دور ریختن منسوجات مستعمل تولید می گردند که در غالب موارد کاربردهای مشخصی نداشته و دور ریخته می شوند. امروزه بازیافت انواع ضایعات جامد به منظور تبدیل آنها به محصولات با ارزش تر، هم از نظر جنبه های زیست محیطی و هم به لحاظ حفظ منابع و سرمایه و ایجاد ارزش افزوده بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

ناخالصی ها جداسازی می شوند تولید می گردند. در این فرآیند بطور معمول به ازای هر عدل پنبه (۲۲۷ کیلوگرم) بین ۳۷ تا ۱۴۷ کیلوگرم ضایعات پنبه پاک کنی تولید می شود [۵ و ۶]. میزان ضایعات پنبه پاک کنی به فن آوری برداشت پنبه بستگی داشته و روشهای برداشت مبتنی بر پوست کندن نسبت به روشهای چرخشی ضایعات بیشتری تولید می کنند. در فرآیندهای مختلف صنعت نساجی و پوشاک نیز امکان ایجاد ضایعات به اشکال مختلفی وجود دارد. در فرآیندهای ریسندگی و بافندگی، ضایعات به اشکال مختلف نظیر باقیمانده پارچه، ضایعات لبه گذاری پارچه ها روی هم، ضایعات انتهای طاقه یا رول پارچه، الیاف و نخ و پارچه های معیوب در ابعاد مختلف تولید می شوند. در فعالیت های بخش پوشاک نیز ضایعات مختلفی از جمله پارچه، نخ دوخت، نوار تزئین، نمونه اولیه و ضایعات برش ایجاد می گردند. با توجه به حجم وسیع تولید انواع ضایعات جامد در بخش های مختلف تولید و مصرف صنایع نساجی و پوشاک، رویکردهای بازیافت به لحاظ برگرداندن مجدد این منابع به چرخه تولید و کاهش مصرف مواد اولیه و هزینه ها می توانند حائز اهمیت باشند.

## استفاده مجدد

استفاده مجدد از محصولات نساجی در همان وضعیتی که تولید شده اند یا پس از تعمیر و بازسازی آنها در مقایسه با تولید منسوجات جدید سبب حفظ منابع می گردد. جمع آوری، دسته بندی و فروش منسوجات دسته دوم نسبت به تولید محصولات جدید سبب صرفه جویی به میزان ۱۰ تا ۲۰ برابر در مصرف انرژی می گردد [۹]. موسسات خیریه ای که در جوامع پیشرفته لباس های از رده خارج را جمع آوری می نمایند به طور معمول نقش مهمی در بازیابی و مصرف مجدد ضایعات نساجی دارند. البسه

## بازیافت ضایعات جامد نساجی:

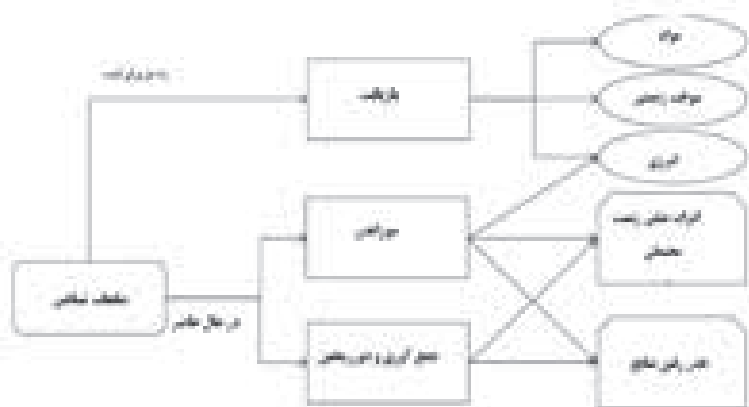
متداولترین روشهای دفع ضایعات جامد نساجی و منسوجات مستعمل در حال حاضر تنها دور ریختن،

## ضایعات جامد نساجی

طبق تعریف هر گونه ماده یا شیئی که مصرف کننده آن را دور انداخته، قصد دور انداختن داشته باشد و یا می بایستی دور انداخته شود، تحت عنوان ماده ضایعاتی تعریف می گردد [۱]. امروزه میزان تولید مواد ضایعاتی توسط انسان بطور روز افزونی در حال افزایش است.

ضایعات جامد نساجی را می توان در دو گروه ضایعات مصرف کننده و محصولات جانبی حاصل از فرآیند های تولید در صنایع تولید الیاف و منسوجات طبقه بندی نمود. گروه دوم ضایعات یا محصولات جانبی بر حسب فرآیند تولید آنها ممکن است شامل الیاف و پلیمرها در اشکال گوناگون یا انواع محصولات نساجی از رده خارج باشند که ضایعات حاصل از الیاف یا پلیمرها به لحاظ سهولت بازیابی ارزشمند تر هستند. ضایعات حاصل از مصرف کننده ها نیز تحت عنوان هر گونه البسه یا کالاهای نساجی خانگی تولید شده از منسوجات می باشند که مصرف کننده دیگر به آنها نیاز نداشته و قصد دور انداختن آنها را داشته باشد [۲ و ۳]. این محصولات ممکن است به دلایلی نظیر از مد خارج شدن یا مندرس شدن دور ریخته شوند.

تولید منسوجات از الیاف نساجی طبیعی با تولید مقادیر بالایی (بیش از ۵۰٪) از انواع ضایعات همراه است که متعاقب آن سالیانه میلیونها تن ضایعات مختلف نساجی در دنیا تولید می گردند [۴]. بعنوان مثال در فرآیند آماده سازی یا حلاجی الیاف پنبه، ضایعات پنبه پاک کنی حین فرآیند پاک کردن پنبه که در آن الیاف از تخم پنبه و سایر



شکل (۱). مدیریت ضایعات نساجی در حال حاضر و آینده [۷]

- 1 Reduce
- 2 Reuse
- 3 Recycle





مستعمل پس از جمع آوری توسط افراد ماهر، بر اساس کیفیت، کاربرد و نوع آنها دسته بندی می گردند. بخش کوچکی از پوشاک دسته دوم در اتحادیه اروپا و آمریکا مورد مصرف قرار گرفته و بخش بیشتر آن به کشورهای در حال توسعه فروخته می شود [۳]. بعضی از سازمانها نظیر TRAIID Remade تحت نظر موسسه خیریه TRAIID انگلستان<sup>۱</sup> پوشاک دسته دوم را بازیافت، به لحاظ مد به روز و بازسازی نموده و به آنها حیات دوباره ای می بخشد. موسسات دیگری نظیر Myrona و Roda Korset در سوئد، اهداف اصلی آنها کمک به افراد در معرض آسیب و همچنین کمک به حفظ محیط زیست می باشد. با این حال بخش عمده ای از ضایعات نساجی بعنوان البسه دسته دوم قابل مصرف نبوده و رویکردهای بازیافتی ویژه ای در خصوص آنان باید مدنظر قرار گیرد.

### بازیافت

بازیافت ضایعات نساجی که در برگیرنده فرایندهایی به منظور تبدیل ضایعات به محصولات دیگر است، یکی از رویکردهای مهم مدیریت ضایعات جهت حفظ منابع می باشد. ضایعات نساجی باید در اولین گام دسته بندی و جداسازی گردند [۱۰]. انواع مختلف الیاف پس از دسته بندی ممکن است با استفاده از روشهای مختلف بازیافت شوند. بطور کلی فن آوریهای بازیافت در چهار رویکرد کلی قابل تقسیم بندی هستند که در ادامه به آنها اشاره می شود [۱۱].

### بازیافت شیمیایی ضایعات و پلیمریزاسیون مجدد

بازیافت ضایعات با استفاده از فرایندهای شیمیایی و به منظور پلیمریزاسیون مجدد مونومرهای حاصله که رویکرد بازیافت شیمیایی یا چرخه بسته<sup>۲</sup> نیز نامیده می شود برای الیاف بشرساخت نظیر پلی استر و نایلون مناسب می باشد. اولین مرحله در این نوع بازیافت شکستن زنجیرهای پلیمری مواد ضایعاتی به مونومرها به منظور بازیابی مواد اولیه پلیمریزاسیون می باشد. مرحله دوم، پلیمریزاسیون مجدد مونومرهاست که طی آن محصولی به لحاظ کیفیت مشابه با محصول بدست آمده از پلیمرهای اصلی حاصل می شود [۱۲]. فرایندهای مختلفی جهت شکستن پلیمریزاسیون و ضایعات نایلون به مونومرها پیشنهاد شده اند [۱۳ و ۱۴]. به عنوان مثال فرایند آمینولیز که شامل حرارت دهی پلیمر در حضور آمونیاک و آب در دمای بالا است، می تواند ساختار پلیمر نایلون شکسته و به مونومرها تبدیل نماید. شکستن پلیمریزاسیون در مورد پلی استر نیز بطور وسیعی مورد پژوهش قرار گرفته لیکن این تحقیقات عمدتاً در در رابطه با بازیافت بطری های پلی استری بوده اند [۱۵ و ۱۶]. فرایندهای بازیافت

مبتنی بر شکست پلیمریزاسیون و پلیمریزاسیون مجدد امروزه در مورد نایلون ۶ و پلی استر در مقیاس تجاری مورد استفاده قرار می گیرند [۱۷ و ۱۲]. فرایند شکست پلیمریزاسیون بطور معمول نیازمند الیافی است که عاری از هر گونه مواد دیگر باشند، بنابراین این دسته از رویکردهای بازیافت بیشتر برای ضایعات قبل از مصرف کننده<sup>۳</sup> از قبیل نخهای غیر استاندارد و قسمتهای از رده خارج ایجاد شده در فرایندهای تولید قابل استفاده خواهند بود [۱۸ و ۱۷]. اگرچه فرایندهای بازیافت شیمیایی بیش از سایر روشهای بازیافت نیازمند صرف انرژی هستند لیکن الیاف حاصل از آنها از کیفیت بالاتری برخوردار می باشند. با این حال برای بسیاری از ضایعات پلیمری قبل از مصرف کننده، تاکنون رویکردهای حلقه بسته ارائه نشده اند.

### بازیافت فیزیکی ضایعات و تبدیل آنها به محصولات جدید

این گروه شامل رویکردهای بازیافت مبتنی بر تبدیل ضایعات به شکل محصولات جدید با سطح پایین تری از خواص فیزیکی، مکانیکی یا شیمیایی می باشد. محصولات بازیافت شده به این شیوه ها دارای کاربری کاملاً متفاوتی نسبت به محصول اولیه خواهند بود. محصولات نساجی تکمیل شده نظیر البسه بعنوان مثال ممکن است به پارچه های تمیزکننده جهت مصارف صنعتی تبدیل شوند [۱۷، ۳]. با این حال استخراج الیاف از ضایعات نساجی و تبدیل آنها به محصولات جدید، متداولترین روش جهت استفاده پوشاک از رده خارج می باشد. در طی این فرایند الیاف، بریده و ریش ریش شده و با استفاده از ماشین کاردینگ به محصولات واسطه ای با کیفیت پایین تبدیل می شوند [۱۹ و ۸]. محصولات واسطه تولید شده سپس به محصولات با ارزش تری نظیر انواع لایی ها، پوشش های خودرو، زیر فرش ها و مواد مورد استفاده در ساختمان ها نظیر انواع عایق های کف و سقف و جداره ها تبدیل می گردند [۳]. روش دیگر به منظور بازیافت پلیمرهای ترموپلاستیک، فرایند ذوب ریسی ضایعات نساجی، فرش و دیگر ضایعات لیفی است. به این منظور ابتدا ابعاد ضایعات از طریق تکه تکه کردن کاهش یافته و سپس مواد به یک اکسترودر وارد می شوند تا ذوب گردیده و ضمن گذر از منافذ رشته ساز به رشته های پلیمری تبدیل گردند. رشته های پلیمری سپس سرد گردیده و به قطعات کوچک تبدیل می شوند. این چپیس های بدست آمده در مرحله بعد به منظور ساخت قطعات مختلف از جنس پلیمرهای ترموپلاستیک مورد

استفاده قرار می گیرند [۱۳ و ۱۳]. این فرایند اگرچه نسبتاً ارزان است لیکن دلیل غیر قابل امتزاج بودن اجزای ضایعات، محصولات اغلب دارای کیفیت پایین و کاربری محدود هستند.

### تبدیل ضایعات به سوخت و سایر محصولات

این دسته از رویکردهای بازیافت شامل فرایندهایی نظیر پیرولیز، گازی کردن، هیدرولیز و غیره می باشد که تاکنون در مورد ضایعات نساجی کمتر مورد استفاده قرار گرفته اند. بعنوان مثال پیرولیز روشی است که در آن الیاف نساجی، حرارت دیده و در دمای بالا به عنوان مثال ۴۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد و در غیاب اکسیژن به ملکولهای کوچکتر تبدیل می شوند [۲۰]. برخی از این محصولات می توانند به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گیرند. نوع و میزان سوخت تولیدی به ترکیب اجزای کالای نساجی مورد استفاده بستگی دارد. در سالهای اخیر استفاده از فرایند های سازگار با محیط زیست و تبدیل ضایعات سلولزی نساجی به خمیر کاغذ، بیواتانول یا ساخت نانو ساختارهای سلولزی از جمله تحقیقات انجام شده در این گروه از رویکردهای بازیافتی می باشند [۲۱-۲۷].

### سوزاندن ضایعات

سوزاندن مسقیم روشی متداول و ساده به منظور استفاده از ضایعات جامد نساجی است. با این حال قطعات پارچه و الیاف بلند بوده و ممکن است سبب سرایت آتش به خارج از محفظه آتش گردیده یا به دلیل نایکخواختی در سوختن سبب بروز مشکلاتی گردند. همچنین مواردی از قبیل کارایی پایین سوختن، خاکستر بجا مانده و نیز گازهای سمی و خطرناک نیز وجود دارند. در هر صورت سوزاندن می تواند بعنوان راه حلی جهت استفاده از ضایعاتی که امکان بکارگیری آنها به طرق دیگر وجود ندارد یا دشوار است مدنظر باشد [۲]. با توجه به مسأله کمبود مواد اولیه و نیز بحران انرژی در آینده نزدیک، بخش مهمی از تحقیقات به یافتن راهکارهایی جهت استفاده مجدد از منابع ضایعاتی معطوف گردیده اند. در بخش نساجی نیز نظر به حجم فراوان تولید انواع ضایعات جامد و نیز عدم وجود کاربری های با ارزش و تعریف شده برای آنها، توسعه رویکردهای بازیافت می تواند سبب حفظ محیط زیست، کاهش هزینه ها و نیز صرفه جویی در مصرف سایر منابع گردد.

### منابع در دفتر مجله موجود است.

1 Textile Recycling for Aid and International Development  
2 closed loop  
3 pre-consumer