اطلاع‌رسانی

استفاده از انرژی مایکروویو
در بخش تولید صنعت نساجی

مترجم: هما حسن خانی

چکیده:
زمینه های کاربرد انرژی مایکروویو که سالهای متمادیست در دانش و تکنولوژی از آن استفاده می شود، در حال افزایش است. مطالعات در مورد کاربرد این فناوری در صنعت نساجی جدید و روبه رشد است. استفاده از انرژی مایکروویو در همهٔ پروسه های صنعت نساجی از جمله عملیات مقدماتی، رنگرزی، تکمیل و خشک کردن مفید است. در این مطالعه کاربردهای انرژی مایکروویو در صنعت تکمیل ترکیه مورد بررسی قرار گرفته و مزایای آن، بازده فرایند و کمک به بازده انرژی بیشتر نشان داده شده است. هنوز انرژی مایکروویو بطور کارامد در بخش های نساجی ترکیه استفاده نشده است. انتظار می رود توسعه فناوری اشعه مایکروویو در صرفه جویی در انرژی و زمان به اقتصاد ترکیه کمک کند.

مقدمه

بخش نساجی و پوشاک در انگلستان، آمریکای شمالی و ژاپن که در طول تاریخ پیشـــروان توسعه صنایع در جهان بوده اند، نقشی حیاتی دارد. اما از دههٔ هفتاد، تولید و صادرات محصولات نســـاجی از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه منتقل شده است. بخش نســـاجی نقش مهمی در رشد اقتصادی ترکیه داشـــته است؛ بطوریکه نساجی یکی از صنایعی است ترکیه در تولید، اشتغال، حجم صادرات با ارزش افزوده و تکنولوژی بکارگرفته در آن پیشرو است. انتظار می رود در سالهای آتی، این توسعه افزایش یابد و به تدریج با تحولات ایجاد شده در این بخش، مصرف انرژی در صنعت نساجی افزایش بیابد. با توجه به اطلاعات تداش (شرکت توزیع برق ترکیه)، صنعت نساجی بعد از تولید آهن و فولاد و صنایع پردازشی، بالاترین مصرف را به خود اختصاص می دهد. بنابراین کاهش مصرف انرژی به منظور ارتقاء توان رقابتی در صنعت نساجی همانند دیگر شاخه های صنعت بسیار مهم است.

انـــرژی مایکروویو (MW)در بســـیاری از عملیات در دمای پائیـــن (C°۵۰۰>) از جمله آماده ســـازی لاستیک و ولکانیزاسیون آماده سازی غذا، پخت چوب، منسوجات، پلیمرها و بیوشیمی با موفقیت به کار گرفته شده است. در اکثر این رشته ها این فناوری با موفقیت تجاری شـــده است. کوره های صنعتی با دما پائین در حال حاضر در سراسر جهان موجود می باشد. در این مطالعه به منظور افزایش کاربرد انرژی مایکروویو در بخش نساجی، این فناوری و خواص آن مورد بررسی قرار گرفته است و اطلاعات زیادی از کاربردها، مزایا، راندمان کاری آن در تکمیل نساجی داده شده است.

ساختار کلی بخش نساجی

نساجی یک فرایند پوششی از جمله ریسندگی، بافندگی و کشبافی اســـت که از الیاف آغاز می شود و صنعت پوشاک تولیدات این فرایندها را به مواد مصرفی کاربرها تبدیـــل می کند. تمام مراحل از تولید الیاف تا تکمیل پارچه به عنوان نســـاجی؛ و از مرحله تکمیل پارچه تا تولید پوشـــاک، به عنوان بخش پوشاک ارزیابی می شود. نســـاجی و پوشـــاک بخش های مهمی برای صنعتی شدن هستند که سهم مهمی در بهبود اقتصاد کشورهای در حال توسعه دارند.

بخش نساجی و پوشاک کشور ترکیه موقعیت قوی از جمله ایجاد اشـــتغال و درامد بیش از یک میلیارد دلار حاصل از صادرات در اقتصـــاد ترکیه دارد. با توجه به اطلاعات موسســـه امینت اجتماعی در سال ۲۰۱۰، در حالیکه ۶۸۷۴۴۱ نفر از کارکنان بخش نســـاجی و پوشـــاک بیمه شده اند، در کل ۲،۵ میلیون نفر در این بخش مشـــغول به کارند. به عـــلاوه ۴۰۳۲۰ دفتر در بخش نساجی و پوشاک به ثبت رسیده است. به عبارت دیگر تقریباً ۱۱۰۰ شرکت تولید و صادرات در داخل و اطراف استانبول وجود دارد.

با توجه به آمار منتشر شـــده از سوی فدراسیون بین

المللی تولیدکنندگان نساجی (ITMF) در مورد خرید و فروش ماشین آلات نساجی در جهان، تا سال ۲۰۰۸ در رابطه با ماشـــین آلات، ٪۳ از ظرفیت دوک الیاف کوتاه، ٪۵ از ظرفیت دوک الیاف بلند،٪۷,۳ از ظرفیت روتور پایان باز (OE)، ٪۳,۵ از ماشین های بافندگی بدون ماکو سیســـتم پنبه ای، ٪۱,۳ از ماشـــین های بافندگی شبه ماکویی سیستم پنبه ای، ٪۰,۶ از ماشین های بافندگی فیلامنت ابریشم و ٪۵,۱ از پارچه های پشمی بافته شده در ترکیه قرار دارند. با توجه به مطالعه دیگر، برای بخش اروپایی این مطالعه ٪۴۳,۵ از ظرفیت دوک الیاف کوتاه، ٪۱۲ از ظرفیت دوک الیاف بلند،٪۱۹ از ظرفیت روتور پایان باز (OE)، ٪۱۹,۲ از ماشین های بافندگی بدون ماکو سیستم پنبه ای، ٪۴۶,۳ از ماشین های بافندگی شبه ماکویی سیستم پنبه ای، ٪۷,۲ از ماشـــین های بافندگی فیلامنت ابریشم و ٪۱۲,۳ از پارچه های پشمی بافته شده در ترکیه قرار دارند.

مصرف انرژی در بخش نساجی

صنعت نساجی یکی از صنایعی است که در آن از آب و انرژی زیادی استفاده می شود. مقدار بسیار زیادی از آب و انرژی در طول فرایندهای مرطوب به خصوص شستشو، رنگرزی، آبکشی، آهارزدایی، آبدوست کردن و ســـفیدگری منسوجات استفاده می شود که به روند پایدار طولانی نیازمند است. پیشرفت های تکنولوژیکی در صنعت نساجی، نسبت مصرف انرژی راکاهش می دهد. بر اســـاس نظرسنجی انجام شده توسط انجمن تکمیل صنعت نساجی ترکیه، تکمیل با بهای انرژی (٪۱۶) بیشترین ســـهم را پس از هزینه منابع انسانی (٪۲۶) داراســـت. با مراجعه به بالانس عمومی انرژی، حدود ٪۴۰ از انرژی و٪۴۷ از برق مصرفی، در صنعت نساجی ترکیه مصرف می شود. بهای برق مصرفی در صنعت ترکیه در جدول ۱ نشـــان داده شده است. در جدول ۱ بیشترین مقدار مصرف برق (TOE)برای صنعت نساجی می باشد. نتایج متشابه دیگری نیز نشان می دهد که بخش تکمیل نساجی بیشترین مصرف انرژی را نسبت به سایر بخش ها دارد (جدول۲).

افزایـــش هزینه مصرف انرژی و بـــرق، نیاز به انرژی مولد کاربردی را در ترکیه نشـــان می دهد. به همین دلیل انتظار می رود که استفاده از اشعه مایکروویو به خصوص در فرایندهای تکمیل صنعت نساجی مصرف برق را کاهش می دهد و در یک دوره بســـیار کوتاه از زمان نقش مفیدی در صنعت ترکیه ایفا کند.

اســـتفاده از انـــرژی مایکروویو در بخش نساجی

برق مصرفی در هر یک از فرایندهای صنعت نساجی، به منظور ارتقاء برداشـــت در پروسه رنگرزی و تأمین جذب عامل های شیمیایی بر مواد نساجی در تکمیل نساجی به خصوص در عملیات گرم کردن نیز استفاده می شود. تکمیل نســـاجی یکی از شاخه های اصلی صنعت نساجی می باشـــد. صنعت تکمیل به منظور بـــراوردن نیازهای جهان، با توجه به محل اســـتفاده، کیفیت، درخواست خریداران و ارزش افزوده، منسوجات خام را به پارچه های خاص تبدیل می کند. همهٔ تکمیل های شـــیمیایی رنگی و ســـفید به عنوان فرایندهای تکمیل نساجی بشمار می روند. تکمیل نساجی با توجه به ســـاختار فرایندهای اعمال شده و اهدافشان به سه بخش اصلی آماده سازی، چاپ و فرایندهای تکمیل تقسیم می شود.

درمورد تابش امـــواج مایکروویو، تحقیقاتی با هدف کوتاه شـــدن زمان پردازش انجام شـــده است. زیرا دستگاه های خشک کن مرســـوم استفاده شده در فرایندهای تکمیل نســـاجی ممکن اســـت زمان و انرژی را بـــه هدر بدهند. انرژی امـــواج مایکروویو برای ایجاد حرارت، خشـــک کردن، فرایند چگالش، رنگـــرزی و چاپ، فرایند تکمیل و ایجاد تغییرات در سطح مواد نساجی مناسب است. مشخص شده است که مدت زمان اعمال ایـــن روش کوتاه تر از روش های مرسوم است، و همچنین بدلیل ایجاد حرارت یکنواخـــت کیفیت محصول بهتر اســـت و راندمان افزایش یافته اســـت. با وجود این مزایا هنوز انرژی مایکروویو کاربرد گسترده ای در کشور ترکیه ندارد.

انرژی مایکروویو

امواج مایکروویوی که طیف فرکانس وســـیعی دارند، امواج الکترومغناطیسی هستند که در رادیو، تلویزیون و فناوری رادار اســـتفاده می شـــوند. از آغاز قرن ۲۱ این فناوری ســـهم قابل توجهی در زمینه های علمی و تخصصی داشته است. همچنین به علت اینکه این تکنولوژی در ابتدا در راســـتای بهبود ارتباطات به کار گرفته شده بود، پیشـــرفت های بسیار مهمی در این زمینه داشته است. با این حال از نیمه دوم قرن بیستم، انرژی امواج مایکروویو کاربردهـــای زیادی در دیگر فرایندهای صنعتی پیدا کرده اســـت که این کاربردها به کاربردهـــای آن در ارتباطات برتـــری دارد. امواج مایکروویو در ابتدا به شیوه ای کنترل شده در سیستم های رادار جنگ جهانی دوم استفاده می شد. در سال ۱۹۴۶ اولین بار توسط دکتر اسپنسر اثر گرمایشی امواج مایکروویو بر مواد مورد مطالعه قرار گرفت. در ســـال ۱۹۴۷ اولین اجاق مایکروویو برای خانه ها طراحی شد. امروزه انرژی امواج مایکروویو در بخش های مختلفی از جمله غذا، شیمی، نساجی، متالورژی، سرامیک و ... استفاده می شود.

ویژگی‌هـــای اساســـی تشعشـــع امواج مایکروویو

امواج مایکروویو طول موجی در حدود ۱ سانتیمتر تا ۱ متر دارند و فرکانسشان حدود ۳۰ تا ۳۰۰ مگاهرتز می باشد. امواج مایروویو اشعه مادون قرمز (IR) و فرکانس های رادیویی را در طیف الکترومغناطیســـی پوشش می دهند. امواج مایکروویو می توانند جذب، منکســـر و یا منعکس شوند. همچنین می توانند جذب شده و بصورت واحدهای انرژی که فوتون نامیده می شـــود، آزاد شوند.

مقدار انرژی حمل شـــود توسط فوتون به طول موج و فرکانس تشعشع وابسته است. انرژی فوتون های امواج مایکروویو ۰,۱۲۵ kJ/mol است. این مقدار با توجه به انرژی لازم برای پیوندهای شیمیایی بسیار کم است. بنابراین اشـــعه مایکروویو نمی تواند مستقیماً ساختار مولکولی مواد را تغییر دهد. جذب امواج مایکروویو باعث افزایش انرژی جنبشی مولکولهای برانگیخته می شود.

کار اصلی امواج مایکروویو

سیستم های حرارتی مایکروویو شامل سه واحداصلی می باشند: ماگنترون، موج بر و اعمال کننده. یکی از لوله های نوسان ساز ماگنترون شامل دو بخش اصلی آند و کاتد می باشد که جریان پیوسته انرژی الکتریکی را به انرژی مایکروویو تبدیل می کند. انتشـــار دهنده تقریباً همهٔ امواجی را که از ماگنترون فرســـتاده شده اند را انتقال داده و شـــنت ها امواج را به آب ســـنگین انتقال می دهند و اینگونه از ماگنترون محافظت می شـــود.امواج الکترومغناطیس توسط موج بر به اعمال کننده فرستاده می شود. اعمال کننده ها بخش های

ماده ای هستند که امواج مایکروویو به آن اعمال می شود. انرژی مایکروویو تولید شده در ژنراتور مستقیماً تحت تأثیر مواد داخل اعمال کننده ها در سیستم های حرارتی مایکروویو است. نوع اعمال کننده های استفاده شده در آزمایش به سه گروه چند حالتی (٪۸۰ سیستم های صنعتی مورد استفاده)، تک حالتی و نزدیک میدان مایکروویو اعمال کننده ها تقسیم می شوند.

ایجاد حرارت با انرژی مایکروویو

بر خلاف روش های مرسوم حرارتی، اشعه مایکروویو حرارت یکنواخت تری را در یک واکنش مخلوط ایجاد می کند. نمونه ای از یک واکنش مخلوط که از درون حرارت داده شـــده، مؤثرتر است. در این روش چون از داخل حرارت می بیند، تأثر دیواره را به مینیمم مقدار کاهش می دهد. بنابراین حـــرارت فوق العاده زیادی ایجاد می شود. در روش های معمول حرارتی،در ابتدا دیواره بیرونی حرارت می بیند؛ بنابراین ابتدا ســـطح بیرونی مایع گرم شـــده و این گرمـــا به طرف مرکز حرکت می کند.در این نوع روش حرارتی، بین سطح بیرونی و مرکز یک تفاوت دمای مستمر وجود دارد. اما در گرمایـــش مایکروویو، هر نقطه از حلال به صورت مستمر گرم می شود بنابراین رسیدن به دماهای بالا سریع تر از روش های معمول حرارتی رخ می دهد.

استفاده از انرژی مایکروویو در فرایند تکمیل نساجی

اشعه مایکروویو به عنوان یک جایگزین برای روش های معمول حرارتی ارائه شـــده است. زیرا با حرارت دادن تمـــام ذرات به صورت هم زمـــان، با خاصیت نفوذپذیری آسان به ذرات یک ماده، امکان سرمایش ســـریع، یکنواخت و مؤثر را ایجاد مـــی کند. انرژی مایکروویو بدلیل کاهش در زمان عملیات گرمایش و خشک کردن، امکان تغییر در زمان فرایند گرمایشی در حجم های مختلف و صرفه جویی در انرژی، بتدریج جایگزین روش های مرسوم می شود. اما این مطالعات محدود می باشد.

انرژی ماکروویو که در رنگرزی انواع مختلف منسوجات استیپل و فرایند تثبیت استفاده می شود و نتایج مثبتی در این زمینه بدست آورده است. انرژی مایکروویو که در رنگرزی الیاف مصنوعی مانند پوشـــش لیف پشم و فرایندهـــای خنک کنندهٔ لیف اکریلیک، پلی آمید و نایلون ۶ استفاده می شود، به عنوان یک تقویت کنندهٔ عملکرد در فرایندهای رنگرزی دیده می شود. انرژی مایکروویو انتشار مولکولهای رنگزا در فرایند رنگرزی الیاف پلی آمیـــد را افزایش می دهد. همچنین از این فناوری در عملیات آماده ســـازی نخ های ابریشم نیز استفاده می شود.

اشعه مایکروویو در شـــرایط مختلف ثبات حرارتی به پارچه اعمال شد و ساختار مورفولوژیکی آن به منظور تعیین اثر انرژی مایکروویو بر روی ســـاختار سلولزی پنبه مورد بررســـی قرار گرفت.همـــان طور که تبلور پارچه های سلولزی افزایش می یابد، خواص فیزیکی آن نیز تقویت می شود.در نتیجه انرژی مایکروویو در رنگرزی الیاف پلی استر، سرعت رنگرزی و رمق کشی را افزایش می دهد. افزودن اوره نیز در زمانی که پلی استر با انرژی مایکروویو رنگرزی می شود، رمق کشی را افزایش می دهد. در رنگرزی پلی پروپیلن با انرژی مایکروویو، خواص ثباتی و استحکام پارچه رنگ شده خیلی بهتر بوده و نشان می دهد که این روش از نظر زمان و صرفه جویی در مصرف انرژی به صرفه تر از روش های مرسوم می باشد. اگر پارچه پنبه ای بطور مستقیم با مواد رنگزا و به کمک مایکروویو رنگرزی شود، فرایند رنگرزی سریع تر انجام می شود.

علاوه بر این با اســـتفاده از اشعهٔ مایکروویو در خشک کردن یک پارچه پنبـــه ای که در محلول اوره خیس شـــده، با توان های انرژی مختلف، بطور مؤثر اوره از سطح منســـوج پراکنده می شـــود و سپس می توان منسوج را با رنگزای ری اکتیو رنگرزی کرد. این روش در رنگرزی لباس های پنبه ای بسیار مؤثر بوده و آیندهٔ امیدوار کننده ای دارد. انرژی مایکروویو به عنوان یک روش کارامدتر از روش های مرسوم برای تکمیل پارچه های پنبه ای، فرایندهـــای رنگرزی و پخت، تکمیل پرس دائم، ضد حریق کردن پارچه و تکمیل دافع آب و روغن تأیید شده است.

زاویه بازگشت از چروک بالای پارچه های پنبه ای و ویسکوز یک نتیجه مطلوب از تکمیل پخت و پرس دائم اعمال شده توســـط انرژی مایکروویو می باشد. مشاهده شده است که اشعه مایکروویو با موفقیت در کاربرد پلی اکریلیک اسید بر پنبه که در پارچه های پنبه ای چین و چروک و تغییر شکل ایجاد می کند، استفاده شده است. در یک مطالعه فرایند تکمیل بدون آهن، از اشعه مایکروویو به منظور خشک کردن و پخت پنبه در یک دقیقه استفاده شد. این روش برای اعمال تنش و قدرت پارگی نسبت به روش های مرسوم ترجیح داده می شود. اشعه مایکروویو معمولاً باعث از دست دادن استحکام در فرایند تکمیل ضد میکروبی در پارچه های پنبه ای می شود. استفاده از اشعه مایکروویو به عنوان یک فرایند با صرفه نسبت به روش های مرسوم تعیین شده است.

از سوی دیگر، انرژی مایکروویو در فرایند های اصلاح و ایجاد پیوند در الیاف بر پایه پروتئین، از لحاظ هزینه، زمان و انرژی روش مؤثرتری می باشد. در اصلاح پلی استر با استفاده از اشعه مایکروویو، حرارت ایجاد شده در آب دوست کردن و خواص رنگرزی و خواص مورد نظر فیزیکی از بین نرفته است. علاوه بر این در مطالعه دیگری، در آب پوشـــی قلیایی پلی استر توسط انرژی مایکروویو، مشخص شـــده است که نسبت به روش های مرسوم، هیدرولیز سریع تر رخ می دهد.

به جز این مطالعات، اشـــعه مایکروویو استفاده شده در فرایندهای خشـــک کردن و تثبیت، کوتاه شدن زمان فرایند و تأثیر مثبت آن روی خواص مواد، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به مطالعـــات اخیر، انتظار می رود اســـتفاده از مایکروویو در صرفه جویی مصرف انرژی به اقتصاد کشـــور کمک کند و همچنین عملکرد مواد را افزایش دهد. اما مایکروویو اســـتفاده شده در صنعت نســـاجی ترکیه هنوز به سطح مورد نظر نرسیده است. دلایل اصلی آن را می توان به صورت زیر شرح داد:

• سرمایه گذاری تا حد زیادی تحت تأثیر بحران اقتصادی قرار دارد. به همین دلیل سرمایه گذار با تکنولوژی از رده

ب–حرارت در روش های مرسوم الف– حرارت مایکروویو

شکل ۱.گرمایش مایکروویو و اتلاف حرارت معمولی

خارج شده به فعالیت خود ادامه می دهد.

• عـدم وجـود قوانین و مقررات در مورد نو سـازی تکنولوژی استفاده شده.

• سرمایه گذاران بدلیل اطلاعات ناقص یا غلط در بارهٔ فناوری مایکروویو، توجه کمی به پیشنهادات خرید آن دارند.

• کمبود پرسنل آموزش دیده، بدلیل محدودیت های آموزشی در مورد فناوری مایکروویو

نتیجه گیری

نتیجهٔ اصلی که می‌تـوان از این مطالعات گرفت، به شرح زیر است:

• اسـتفاده از فناوری مایکروویو نسبت به روش های مرسوم کارامدتر است.

• گسترش اسـتفاده از فناوری مایکروویو در بخش نساجی باعث صرفه جویی در زمان و انرژی می شود.

• استفاده از این فناوری هزینه تولید را پائین می آورد.

• مطالعات در مورد اسـتفاده از مایکروویو در بخش نساجی روند رو به رشد دارد.

• اگر مؤسسات، سـازمان ها و انجمن های مختلف آگاهی کارمندان خـود را در این زمینه افزایش دهند و مزایای استفاده از فناوری مایکروویو را برای سرمایه گذاران توضیح دهند، رقابت در صنعت کشور افزایش می یابد.

جدول۱- توزیع انرژی استفاده شده در بخش نساجی

	کمیت	مصرف برق
حاصل جمع		۲۹۸۸۵
الکتریسیته(MWh)	۱۸۷۲۹۰	۱۶۱۰۷
گاز طبیعی($m^3$۰۰۰)	۹۶۶۶	۷۵۵۸
روغن دیزل(liter)	۱۹۱۶۱۴۹	۱۶۲۹
نفت سیاه(ton)	۷۳۶	۷۰۷
بنزین	۷۶۴۷۵۵	۵۸۵
استیلن	-	-
LPG	۵۵	۶۰
سوخت های دیگر(استیلن؛ نفت سفید؛ انرژی وابسته به حرارت مرکز زمین(MWh)؛		
سوخت گرمایشی مرکزی؛ زغال سنگ؛ زغال قهوه ای ۲۰۰۰؛بخار؛ چوب؛		
نفت زغال سنگ؛روغن تفالهٔ زیتون پرینا؛ پروپان؛ زغال سنگ سخت)		۳۲۳۹

جدول۲- توزیع انرژی استفاده شده در بخش تکمیل نساجی

نوع سوخت	کمیت(تن)	مصرف برق	بها (۱۰۰۰$)
حاصل جمع		۹۲۱۸۸۹	۲۳۶۳۷۵۶۴۱۱۹۱
استیلن	۴	۵	۴۸۱۴۱۱
بنزین	۷۹۳	۸۲۵	۵۹۹۳۳۴۵۲۰
بخار	۵۰۹۴۳۸	۵۰۵۴۷	۳۸۶۰۶۲۳۵۳۲
گاز طبیعی ($m^3$۰۰۰)	۳۰۰۱۶۳	۲۴۷۶۳۴	۳۶۴۱۱۱۱۹۶۶۴
الکتریسیته(MWh)	۳۳۵۹۳۱۸	۲۸۸۹۰۱	۱۵۱۰۸۶۶۰۶۱۶۸
نفت سیاه	۱۸۸۰۷۶	۱۸۵۴۴۳	۲۱۶۴۸۵۰۴۴۵۴
LPG	۳۱۰۶۴	۳۳۸۶۰	۱۰۵۹۹۸۵۴۶۶۸
زغال قهوه ای(۲۰۰۰/۳۰۰۰/۴۵۰۰)	۱۷۸۸۷۷	۶۳۱۵۱	۴۴۰۸۱۷۰۵۷۴
سوخت گرمایشی مرکزی	۲۱۹۲۹	۲۱۹۲۹	۳۲۷۳۵۰۱۷۷۸
روغن دیزل	۷۲۱۸	۷۳۶۲	۲۲۷۳۵۷۸۷۶۴
سوخت های دیگر(نفت سفید؛ زغال سنگ کک؛	۶۶۸۸۴۳		
زغال سنگ سخت؛ نفت زغال سنگ؛ نفتا؛ پرینا؛ پروپان)		۴۲۲۳۲	۲۲۰۹۷۶۵۶۸۳