ترجمه: مهندس الهه نیازخانی

میزان مصرف برق طی مراحل تولید منسوجات پنبه‌ای در ترکیه

چکیده

برق یکی از منابع اصلی انرژی استفاده شده در تولید منسوجات پنبه‌ای می‌باشد. نرخ رایج هزینه‌ی انرژی مصرف شده در ساخت یک منسوج معمولی در ترکیه، حدود ۱۰-۸ درصد هزینه‌ی کلی تولید آن منسوج گزارش شده است. پر واضح است که برق سهم عمده ای از این هزینه را به خود اختصاص می‌دهد. هدف این مطالعه، بررسی میزان مصرف برق واحد در مراحل تولید منسوج پنبه‌ای با استفاده از روش اندازه‌گیری real-time (بلافاصله) می‌باشد. مقادیر حقیقی و برآورد شده‌ی مصرف انرژی معین (SEC) برق در مراحل مختلف تولید منسوج پنبه‌ای (ریسندگی، چله‌پیچی- آهارزنی، بافندگی، فرآیندهای مرطوب و تولید پارچه) محاسبه شدند.

اطلاعات مصرف حقیقی برق از سوابق ضبط شده‌ی ماهیانه توسط مدیران ذیربط کارخانه و اطلاعات مربوط به مصرف برق برآورد شده، از طریق اندازه‌گیری on-site (در محل) جمع‌آوری گردیدند. این اطلاعات و مقادیر تولید ماهیانه‌ی ماه‌های متناظر جهت تسهیل مصرف برق معین کارخانه‌ها استفاده شدند. با انجام اقدامات مذکور، چنین نتیجه‌گیری شد که مقدار مصرف حقیقی برق به ازای تولید واحد منسوج، بیش از مقدار مصرف برق برآورد شده به ازای تولید واحد منسوج در هر یک از مراحل تولیدی منسوج ذیربط می‌باشد.

۱- مقدمه

مصرف انرژی جزء لاینفک ساخت منسوج طی مراحل مختلف تولید آن می‌باشد. کل انرژی مصرف شده در بخش نساجی از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۴، دو برابر شده است (یعنی از ۴۷ (Ej/yr) به ۹۰ (Ej/yr) رسیده است).

یکی از متداول‌ترین انواع انرژی که در کارخانه‌های نساجی و پوشاک استفاده می‌گردد، برق بوده که جهت تأمین انرژی لازم برای ماشین‌آلات نساجی، سیستم‌های کنترلی گرمایشی و سرمایشی، روشنایی و تجهیزات دفتر کار کارکنان استفاده می‌گردد.

طبق گزارش UNIDO، نرخ مصرف برق نسبت به انرژی مصرف شده‌ی کل، برای مراحل جداگانه‌ی تولید منسوج، به شرح زیر می‌باشد:

۹۳٪ ریسندگی

۱۵٪ بافندگی

۴۳٪ فرآیندهای مرطوب

۶۵٪ تولید پوشاک

سایر انواع انرژی که در کارخانجات تولید منسوجات استفاده می‌گردد، از منابعی مانند سوخت، گاز طبیعی و زغالسنگ تأمین می‌گردد. صنعت نساجی یکی از صنایع پیشرو در ترکیه محسوب گشته که شامل ۳۵۰۰۰ انجمن دو میلیون کارگر می‌باشد. درآمد حاصل از صادرات این بخش در سال ۲۰۰۶، ۲۳/۵٪ از کل درآمد صادرات اقتصاد ترکیه را به خود اختصاص داد. حجم تولید سالیانه این بخش حدود ۳۰ میلیارد دلار می‌باشد. رشد بخش نساجی و پوشاک ترکیه طی دو دهه‌ی أخیر و تا سال ۲۰۰۵ که سهمیه‌ی بخش نساجی هند حذف شد، ثابت باقی ماند. سرانجام با رخداد بحران‌های اقتصادی در سال ۲۰۰۸، رقابت میان بخش‌های نساجی و پوشاک شدت گرفت که این امر سبب مواجهه‌ی تولیدکنندگان منسوجات

در ترکیه با افزایش هزینه‌های مواد خام نساجی، هزینه‌های کارگری، انرژی، دارایی و سایر هزینه‌های مرتبط شد. سهم هر یک از اجزای هزینه برای تولید نخ، پارچه و پوشاک برای یک کالای معمولی نساجی تولید شده در ترکیه، در جدول ۱ خلاصه شده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌گردد، اجزای هزینه به هزینه‌ی مواد خام- کمکی، هزینه‌ی کارگری، انرژی، دارایی و حمل و نقل تقسیم‌بندی می‌گردد.

در میان کلیه‌ی اجزای اصلی هزینه‌ی تولید کالاهای نساجی، سهم هزینه‌ی انرژی بخش نساجی در سال ۱۹۹۶، ۱۴-۶ درصد هزینه‌ی کل، در سال ۲۰۰۰، ۱۰-۸ درصد هزینه‌ی کل و در سال ۲۰۰۷، ۱۰-۵ درصد هزینه‌ی کل گزارش شده است. نرخ مصرف انرژی در بخش نساجی نسبت به مصرف انرژی کل صنایع در ترکیه، حدود ۷/۲٪ تخمین زده شده است. هدف این پژوهش بررسی مصرف واحد برق و بازده‌ی آن طی مراحل تولید کالای پنبه‌ای بوده که این مراحل شامل ریسندگی، بافندگی، فرآیندهای مرطوب و تولید پوشاک می‌باشد.این مطالعه شامل اطلاعاتی جامع در مورد نساجی ترکیه، پروژه‌های مدیریت انرژی انجام شده در ترکیه و جهان، مجموعه اطلاعات on-site، تحلیل مصرف برق و مشخص نمودن بازده در مصرف برق مربوط به کارخانجات تولید منسوجات پنبه‌ای در بخش صنعتی Denizil ترکیه می‌باشد.

جدول ۱- سهم اجزای هزینه‌ی تولید برای کالای نساجی، ٪

اجزای هزینه	نخ	پارچه‌ی بافته شده	پوشاک
مواد خام - کمکی	۵۵-۶۵	۶۵	۵۵-۶۵
کارگری	۵-۸	۱۲-۱۸	۲۰
انرژی	۵-۱۰	۵-۸	۵-۸
دارایی، حمل و نقل و ...	۱۷-۳۵	۹-۱۸	۱۷-۲۰

به طور کل، این پژوهش:

۱- میزان مصرف برق در کارخانجات نساجی را تعیین می‌کند.

۲- مقادیر مصرف برق مخصوص (SEC) حقیقی و برآورد شده را در مراحل تولید کالای نساجی ذکر شده، تشریح می نماید.

۳- دلایل اختلاف موجود میان مقادیر حقیقی و برآورد شده‌ی مصرف برق مخصوص را طی مراحل تولید کالای پنبه‌ای بیان می کند.

۲- مدیریت انرژی در ترکیه

مدیریت انرژی و اتخاذ سیاست‌های مناسب، همانطور که پس از دهه‌ی ۱۹۷۰ توجه بسیاری از صنایع را به خود جلب نمود، علاقه‌ی تولیدکنندگان منسوجات را نیز به خود جلب کرده است. جهان با به کارگیری بازده‌های بیشتر و توجه به ضرورت حفاظت از محیط زیست، شروع به اصلاح بودجه‌ی انرژی نمود. به موازات پیدایش نگرانی‌ها در مورد انرژی و محیط زیست در جهان، ترکیه نیز در خصوص اصلاحات انرژی و قوانین مدیریتی به حالت آماده باش درآمد.

بسته به توسعه‌ی اجتماعی و اقتصادی ترکیه، تقاضای انرژی کل و نیز تقاضا برای برق، سریعا در حال پیشروی می‌باشد. از دهه‌ی ۱۹۷۰ به بعد نیز، نرخ افزایش تقاضا برای انرژی، سالانه حدود ۱۱٪ گزارش گردید. همراه با افزایش در تقاضای انرژی، مدیریت انرژی و اصلاحات انرژی از آغاز دهه‌ی ۱۹۸۰، در سرتاسر کشور شدت یافته است.

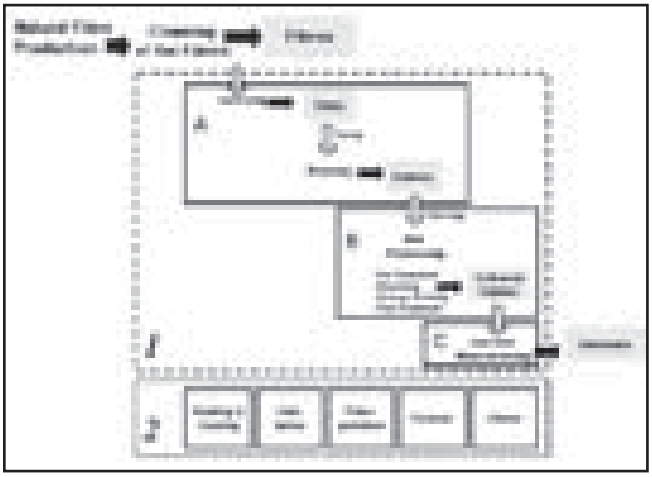
مطابق با نتایج برنامه‌های حفاظت از منابع انرژی در ترکیه، بخش‌های صنعتی این کشور، سالیانه دارای پتانسیل ۳۰ درصدی در ذخیره‌ی انرژی بوده و پتانسیل سالیانه‌ی ذخیره‌ی انرژی برای بخش نساجی و پوشاک ۸/۳۶٪ گزارش شده است. این مقدار، پتانسیل قابل ملاحظه‌ای است که مربوط به افزایش هزینه‌های انرژی در بخش نساجی ترکیه می‌شود. بعلاوه، نرخ مصرف انرژی در بخش نساجی و پوشاک نیز، ۵/۹٪ کل انرژی استفاده شده در سایر بخش‌های صنعتی ترکیه گزارش شده است.

۳- مراحل تولید منسوج و منحنی انرژی

مراحل تولید در صنعت نساجی به پنج زیرمرحله‌ی أصلی تهیه‌ی لیف، ریسندگی، بافندگی تاری پودی- حلقوی، فرآیندهای مرطوب و تهیه‌ی پوشاک، تقسیم می‌گردد. شکل۱ خط عمومی تولید را برای یک منسوج بافته شده نشان می‌دهد. خانه‌های نقطه‌چین ۱ و۲ در شکل ۱، کاربردهای اولیه و ثانویه مصرف انرژی را در یک کارخانه‌ی نساجی معمولی نشان می‌دهند. خانه‌هایی که با اسامی A، B و C نشان داده شده‌اند، خطوط اولیه‌ی تولید مصرف انرژی بوده که شامل ریسندگی، آهارزنی، بافندگی، فرآیندهای مرطوب و تولید پوشاک می‌شوند. گرمایش- سرمایش، سیستم تخلیه‌ی فاضلاب، حمل و نقل و سایر کاربردهای مصرف انرژی نیز به عنوان کاربردهای ثانویه‌ی مصرف انرژی طبقه‌بندی می‌شوند. هریک از مراحل تولید خصوصیات مصرف انرژی خاص خود را دارا می‌باشد. برخی از مراحل، مصرف انرژی بیشتری نسبت به سایرین دارند. انواع گوناگونی از منابع انرژی در هر یک از مراحل مختلف تولید مصرف می‌گردد، برخی از مراحل به برق بیشتر و برخی به انرژی حرارتی بیشتری نیاز دارند.

فرآیند ریسندگی طی مراحل مختلف خود (یعنی مخلوط کنی، بازکنندگی، آماده‌سازی، عملیات ریسندگی، نخ‌پیچی و دولاکنی) از برق استفاده می‌کند. مقدار مصرف انرژی در این فرآیند، به نوع سیستم ریسندگی، نوع ماشین‌های نخ‌پیچی و دولاکنی، خصوصیات نخ مورد نظر و مشخصات مواد خام، بستگی دارد. در مورد نمره های متوسط نخ رینگ کارد شده، فرآیندهای ریسندگی و نخ‌پیچی حدود ۸۰ ٪ مصرف انرژی تولید هر کیلوگرم نخ تک‌لا را به خود اختصاص می‌دهند. مرحله‌ی آهارزنی، مرحله‌ی مهمی است که بین مراحل ریسندگی و بافندگی قرار گرفته است. آهارزنی نخ‌ها پیش از چله پیچی، اغلب به بخاردهی غیر مستقیم نیاز داشته که بخار مذکور با استفاده از برق، گاز یا روغن گرم می‌شود.

مرحله بافندگی به برق نیاز دارد. میزان مصرف انرژی بسته به ساختار بافت و پارامترهای فنی ماشین بافندگی، تغییر می‌کند. کنترل شرایط آب و هوایی بخش آماده‌سازی (دمای ۲۵ C و رطوبت ۶۵٪) در سالن‌های ریسندگی و بافندگی، یکی دیگر از ایستگاه‌های مهم مصرف انرژی در مراحل نساجی می‌باشد. تغییرات فصلی آب و هوا نیز پارامتر مهمی در میزان مصرف انرژی سیستم‌های آماده‌سازی هوا تلقی می‌گردد. در فرآیندهای مرطوب که شامل آماده سازی، سفیدگری، رنگرزی، پس فرآیندی و فرآیندهای خشک کنندگی و تثبیت می‌شوند، مقدار قابل توجهی از گرما به صورت آب داغ، بخار و یا هوای داغ مصرف می‌گردد.



شکل ۱- خط عمومی تولید محصول بافته شده

بخش‌های مکانیکی ماشین‌آلات فرآیندهای مرطوب با استفاده از برق به حرکت در می‌آیند. کل برق مصرف شـده در فرآیندهای مرطوب، در مقایسـه با سـایر مراحل نسـاجی، کمتر می‌باشد. مراحل تولید پوشاک (شـامل راه‌اندازی، برش، دوخت، تمیزکنندگی با مکش هوا، اطوکشی و مراحل حمل و نقل) أغلب از برق اسـتفاده می‌کنند. تنها فرآیندهای گرمادهی- اطوکشی ممکن است به بخار یا هوای داغ نیاز داشته باشند. تحقیقات در خصوص مدیریت انرژی، بهبود بازده‌ی انرژی و پتانسـیل‌های ذخیره‌ی انرژی از دغدغه‌های أصلی بسیاری از بخش‌های صنعتی مختلف و همچنین بخش‌های نساجی می‌باشد. بسیاری از پروژه‌های ملی و بین‌المللی نیز وجود دارند که در ارتباط با مدیریت انرژی و بهبود بازده‌ی انرژی در بخش‌های صنعتی گوناگون می‌باشـند. روش‌ها و شـیوه‌های مدیریت انرژی با استفاده از دسـتیافت کلی مدیریت کیفی (یعنی چرخه‌ی برنامه‌ریزی، انجام، کنترل،عمل) توصیف می‌شوند. مکان‌های ذخیره‌ی انرژی در کارخانجات صنعتی، اساساً به دیگ‌های بخار، سیستم‌های تولید بخار، ایزولاسیون گرما، جلوگیری از نشت سیستم‌های بادی، موتورهای الکتریکی و سیستم انتقال حرکت طبقه‌بندی می‌شـوند. به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن پتانسـیل انـرژی، اجرای برنامه‌ها و شیوه‌های منظم و دقیق نگهداری برای کارخانه‌های صنعتی، توصیه شده است.

۴- روش شناسی

در این بخش مراحل تولید منسـوج در کارخانجات مذکور، جزئیات قدم به قدم تحلیل برق، روش جمع‌آوری اطلاعات از مدیریت کارخانه و نحوه‌ی محاسـبه‌ی مقادیر برق (SEC) حقیقی و برآورد شـده، تشـریح شـده اسـت. کارخانه‌های تولیدکننـده‌ای کـه در مقاله‌ی حاضر مورد بررسـی قرار گرفته‌انـد، عبارتند از: کارخانه‌ی ریسندگی پنبه، کارخانه‌ی چله‌پیچی- آهارزنی، کارخانه‌ی بافندگی، کارخانه‌ی فرآیندهای مرطوب و کارخانه‌ی تولید پوشاک که همگی در منطقه‌ی صنعتی Denizil واقع شده و به طور پیوسته در ارتباط با یکدیگر می‌باشند.

ظرفیـت تولیـد، نحوه‌ی قرارگیری ماشـین‌آلات و انواع انرژی مصرف شـده در کارخانه‌ها در جدول ۲ گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، أصلی‌ترین انواع انرژی که در مراحل تولید منسوج استفاده می‌گردند، برق و گرمایی (تولید شده از گاز طبیعی یا سوزاندن زغالسنگ) می‌باشند.

پیش از انجام بازرسـی قدم به قدم انرژی در کارخانجات تولید منسـوج پنبه‌ای مذکور، جلسـات مشـاوره در حوزه‌های تولیـد و نگهداری انـرژی در مرحله‌ی مدیریتی تشـکیل یافت. پس از پذیرش انجام پروژه توسط مدیریت کارخانجات، پروژه‌ی تحلیل مصرف برق طی جلسـات متوالی به کلیه‌ی پرسـنل کارخانه‌ی مربوطه معرفی شد.

در این جلسات هدف پروژه توضیح داده شده و پیشنهادات افراد به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. تولید ماهیانه و اطلاعات مربوط به مصرف برق در کارخانجات مذکور نیز از بخش‌های مدیریتی مربوطه جمع‌آوری شدند. جداول فهرست‌واری نیز که باید حین اندازه‌گیری on-site (در محل) استفاده می شد، آماده گردید و در اختیار تیم‌های اندازه‌گیری برق قرار گرفت.

تیم‌های اندازه‌گیری برق از یک مهندس برق، یک مهندس مکانیک، یک اپراتور ماشـین و یکی از اعضای تیم پروژه تشـکیل یافتند. اندازه‌گیـری real-time (بلافاصله) بر روی ماشین‌آلات و با استفاده از آمپرمتر گیره‌ای انجام شد. تیم‌های اندازه گیری در هر روز دو نوبت اندازه‌گیری را ثبت نموده و لذا طی یک هفته، ده اندازه‌گیری برای محاسـبه‌ی مصرف متوسط برق هر یک از ماشین‌های مربوطه ثبت گردید. برای تعیین مصرف انرژی real-time (بلافاصله) ماشین نیز اطلاعات ثبت شده میانگین گیری شدند. تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات مصرف کننده‌ی برق، میزان مصرف را تعیین نموده و ساعات کاری به ازای هر روز کاری ماشین‌ها و تجهیزات مربوطه نیز، ثبت شدند. مجموع روزهای کاری در طی ماه نیز با توجه به بخش مربوطه در کارخانه در جلسـه‌ی مشاوره، به ثبت رسیدند. سپس برای تعیین مقدار SEC برآورد شده در هر یک از کارخانه‌ها از اطلاعات مربوط به برق مصرفی اسـتفاده شـد. اطلاعات مربوط به برق مصرفی حقیقی کارخانه‌ها نیز از طریق بررسی سـوابق ضبط شده‌ی ماهیانه توسط مدیریت کارخانه، جمع‌آوری گردید.

برق مصرف شده جهت تولید کالا، روشنایی و سیستم HVAC (تهویه، سرمایش و گرمایش) نیز به‌طور جداگانه ثبت شدند. اطلاعات جمع‌آوری و اندازه‌گیری شده از کارخانه‌ی بافندگی به تفصیل در جدول ۳ گزارش شده است. اندازه‌گیری‌های مشابهی نیز برای سایر کارخانه‌های تولید منسوج انجام شد. مقدار متوسط تولید و اطلاعات مصرفی برق کارخانه‌های تولیدی نیز در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- اطلاعات مربوط به تولید متوسط و مصرف برق کارخانه‌های نساجی

کارخانه	مقدار	مصرف برق					
		تولید		روشنایی		HVAC	
	متوسط تولید (kg/month)	KWh/month	٪	KWh/month	٪	KWh/month	٪
ریسندگی	۸۷۱/۳۹۲	۲۲۳۲/۲۴۹	۸۰	۴۴/۹۲۸	۲	۴۹۳/۴۸۰	۱۸
چله‌پیچی آهارزنی	۴۴۷/۶۳۰	۲/۰۲۳	۸۸	۲۷۸	۱۲	-	-
بافندگی	۸۶/۱۹۵	۱۰۰/۵۵۳	۷۳	۴/۳۴۸	۳	۳۲/۲۳۳	۲۴
فرآیندهای مرطوب	۷۴۰/۲۳۰	۴۸۲/۶۶۱	۹۷	۱۳/۷۲۸	۳	-	-
تولید پوشاک	۳۵/۲۱۷	۱/۴۹۳	۴۹	۱/۵۵۶	۵۱	-	-

از اطلاعـات مربـوط به میـزان تولید و میزان مصـرف حقیقی و برآورد شـده‌ی برق طی ماه‌های متناظر نیز، جهت محاسبه‌ی مقدار حقیقی و برآورد شـده‌ی برق (SEC) طی مراحل مختلف تولید منسـوج، استفاده گردیـد. در نتیجـه SEC به عنوان برق مصرف شـده به ازای واحد وزن

منسـوج تولید شـده در نظر گرفته شـد که واحد آن kWh می‌باشـد (یعنـی مقدار برق به ازای یک کیلوگرم محصـول). تفاوت میان مقادیر برق مصرف شـده حقیقی و برآورد شـده برای هر یـک از مراحل تولید توسط نمودار نشان داده شده است.

مقدار SEC از رابطه‌ی زیر حاصل می‌گردد:

$$SEC = (J.Et / P_t) \qquad (۱)$$

کـه تعـداد واحدهای مصرفـی برق، Et میزان متوسـط بـرق مصرفی طـی مدت زمان t و Pt مقدار تولید طی زمان t می‌باشـد. جهت رسـم نمودارهای بیان‌کننده‌ی ارتباط میان برق و میزان تولید، از میزان تولید ماهیانه‌ی منسـوج برحسب (kg) و میزان مصرف برق بر حسب kWh استفاده می‌گردد. از نقاط تقاطع پراکنده‌ی مصرف انرژی و میزان تولید نیز، جهت دسـتیابی به بهترین فیت لاین و معادله‌اش اسـتفاده شـده اسـت. معادله‌ی فیت لاین، رابطه‌ی میان برق مصرفی و میزان تولید را بیان می‌کند:

$$y = mx + c \qquad (۲)$$

که y محور برق، x محور تولید، m شیب خط و c عرض از مبدأ می‌باشد. شیب خط (m) مقدار انرژی لازم برای تولید هر واحد اضافی محصول را نشـان می‌دهد که منجر به راندمان فرآیند می‌گردد. مقدار C نیز بیانگر کمترین انرژی لازم برای شـروع تولید می‌باشـد. توزیع پراکنده‌ی نقاط نسـبت به بهترین فیت لاین، نشان دهنده‌ی تغییرات در انرژی به ازای واحد تولید از یک دوره به دوره‌ی دیگر می‌باشد. همچنین با کسر انرژی غیر مربوط به تولید از رابطه‌ی ۲، می‌توان نسـبت انرژی را که در تولید مشارکت ندارد، محاسبه نمود.

برای ترسـیم معادله‌ی ۲ از میزان مصـرف ماهیانه‌ی برق و میزان تولید در هـر یک از مراحل اسـتفاده می‌گـردد. هر یک از مراحـل تولید نخ، بافت پارچه، فرآیندهای مرطوب و تولید پوشـاک در داخل نمودارها به طور جداگانه بررسـی شده اسـت. این نمودارها و معادلات جهت تعیین راندمان فرآیند و میزان مصرف انرژی غیر مربوط به تولید نیز، اسـتفاده می‌گردند.

۴- ۱- محدوده ها

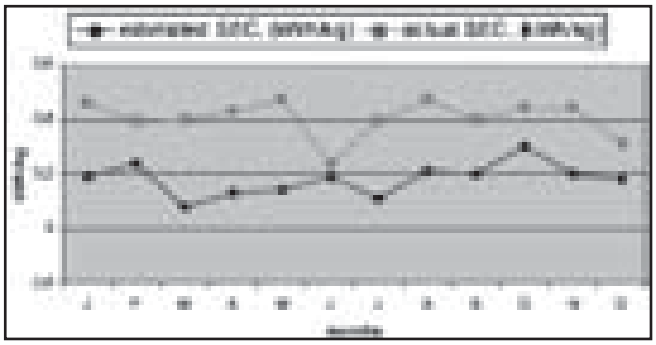
مقـدار انرژی مصرفی مخصوص، ابزار مفیدی جهت اندازه‌گیری راندمان انرژی برای کارخانجات صنعتی- تولیدی محسوب می‌گردد. در خصوص تولیـد منسـوج پنبه‌ای، ظرفیـت تولید، سـطح تکنولـوژی کارخانه و پارامترهای تولیدی عوامل تعیین کننده‌ی مقدار SEC بوده و لازم است که به طور کامل توضیح داده شوند.

نتایج حاصله از این پژوهش، تنها برای کارخانه‌ی تولیدی منسوج پنبه‌ای با نخ پنبه‌ی کارد شـده با نمره‌ی متوسط؛ کارخانه‌ی مقدمات بافندگی بـا مراحل چله‌پیچی آهارزنی با ۲۸-۲۲ warp/cm نمره نخ متوسـط؛ کارخانه‌ی بافندگی با ۲۲-۱۸ weft/cm پارچه‌ی بافته شـده‌ی ساده؛ فرآیند رنگرزی لایه‌ای با رنگ‌های روشـن و کارخانه‌ی تولید محصولات پنبه‌ای معمولی، قابل استناد می‌باشد.

۵- بحث و نتایج

هر یک از مراحل تولید منسـوج پنبه‌ای از منظر اطلاعات مصرف انرژی و میزان تولید، به‌طور جداگانه تحلیل شـده‌اند. سپس مجموعه اطلاعات ماهیانـه به‌منظور توصیف رابطه‌ی میان میزان تولید و مصرف برق برای هر یک از مراحل تولید منسوج پنبه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. تفاوت میان مقادیر حقیقی و برآورد شده‌ی SEC هر مرحله نیز به‌طور ماهیانه مـورد ارزیابی قـرار گرفت. اطلاعات تحلیل شـده نشـان می‌دهند که بیشـترین مقدار مصرف برق طی مراحل تولید منسوج پنبه‌ای مربوط به فرآیند ریسندگی می‌باشد، چرا که کلیه‌ی ماشین‌آلات استفاده شده در این فرآیند توسط برق به حرکت در می‌آیند.

مصرف برق مخصوص در کارخانه‌ی ریسندگی نخ در شکل ۲ نشان داده شده اسـت. همانطورکه در این شکل مشاهده می‌گردد، مقادیر حقیقی SEC بیـن ۳/۲۴ و ۳/۴۷ (KWh/kg) و مقادیر برآورد شـده‌ی SEC بین ۳/۰۸ و ۳/۳ (KWh/kg) تغییر می‌کند. علت تغییرات در مقادیر ماهیانـه SEC می‌تواند توسـط تفاوت در خواص مـواد خام، تفاوت در خواص نخ ریسـیده شده و شـرایط آب و هوایی سالن ریسندگی توجیه شده که بر روی مصرف برق ماشین تأثیرگذار می باشد.



شکل ۲- مقایسه‌ی مقادیر SEC حقیقی و برآورد شده کارخانه‌ی ریسندگی نخ کارد شده

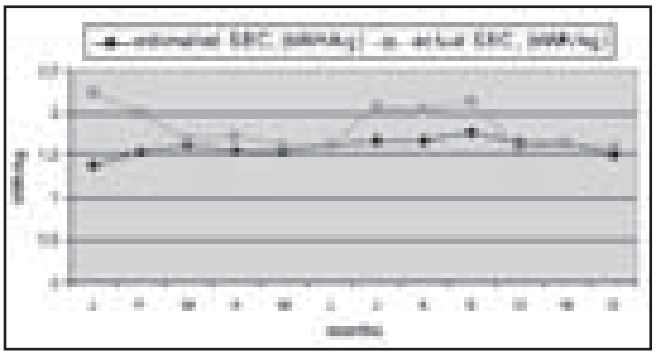
چنین مشـاهده شـد که مقادیـر SEC تعیین شـده در مصـرف برق کارخانه‌های ریسـندگی مرتبط با مطالعـه‌ی پیشِ رو بوده، به‌طوری که مقادیـر SEC بین ۳/۵- ۳/۲ (KWh/kg) و ۷/۳- ۰/۵۵ (KWh/kg) تغییر می‌کند.

میـزان مصرف برق در ماشـین‌آلات چله‌پیچی- آهارزنی در مقایسـه با مقـدار گرما و حـرارت زیاد مورد نیاز در این ماشـین‌آلات، أغلب کمتر می‌باشـد. مقادیـر SEC حقیقی و برآورد شـده‌ی بـرق در فرآیندهای چله‌پیچی- آهارزنی نسـبتا کمتر از مقادیر SEC در سـایر مراحل تولید منسـوج پنبه‌ای می‌باشد. مقدار مصرف متوسـط برق مخصوص نیز در کارخانه‌ی چله‌پیچـی و آهارزنی میـزان ۰/۰۰۷۳ (KWh/kg) نخ تار برآورد شده است.

جدول ۵- مقادیر متوسط SEC طی فرآیندهای چله‌پیچی و آهارزنی

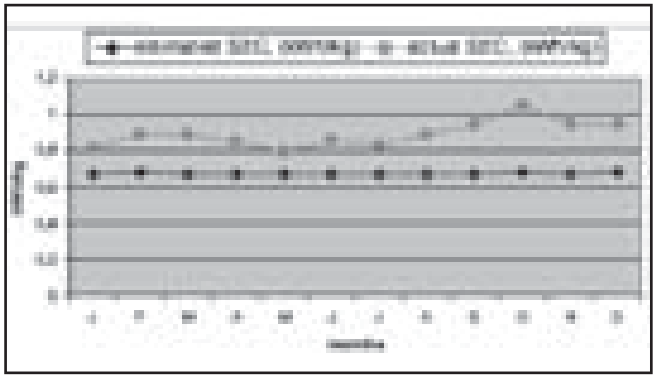
کیلوگرم نخ تار/KWh	
SEC برآوردشده برای برق	۰/۰۰۵۱
SEC حقیقی برای برق	۰/۰۰۷۳

در جـدول ۵ مقدار حقیقی SEC حدود ۳۰٪ بیشـتر از مقدار SEC برآورد شده‌ی فرآیند چله‌پیچی- آهارزنی تعیین شده است.
علت بالا بودن مقدار حقیقی SEC می‌تواند توسط نرخ بالای زمان کاری فاقد بار ماشـین‌آلات (مصرف برق ادامه‌دار بـدون تولید) و تفاوت در پارامترهای فنی میان سفارشـات چله‌پیچی- آهارزنی (تفاوت‌های ممکن بر روی تعدد نخ‌های چله (تار) و دانسـیته‌ی نخ) توجیه گردد. فرآیند بافندگی یکی دیگر از مراحلی است که مصرف برق بالایی دارد. مصرف برق مخصوص کارخانه‌ی بافندگی بین ۲/۲۴- ۱/۵۸ KWh/kg برای SEC حقیقی و ۱/۷۶- ۱/۳۸ KWh/kg برای SEC برآورد شده تغییر می‌کند، شکل ۳.



شکل ۳- مقایسه‌ی مقادیر SEC حقیقی و برآورد شده کارخانه‌ی بافندگی

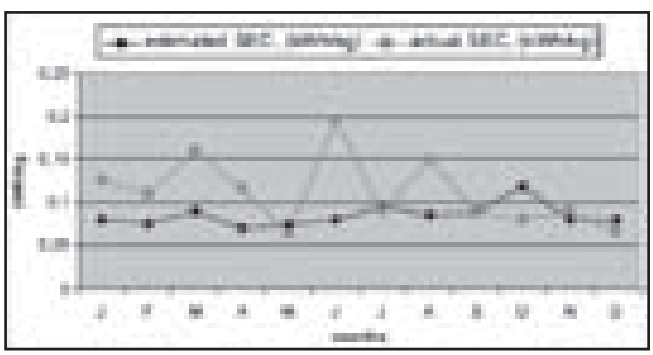
بر طبق مقایسه‌ی ماهیانه‌ی داده‌ها، مقادیر SEC حقیقی عموما از مقدار برآورد شـده‌ی آن بیشتر اسـت. علت تغییر مقادیر SEC در طول سال می‌تواند توسـط تفاوت موجود در خصوصیات فنی پارچه‌ی تولید شده، شـرایط آب و هوایی سالن بافندگی و شـرایط کاری ماشین بیان گردد. مقادیر SEC تعیین شـده در مصرف برق برای فرآیند بافندگی کمتر از نتایجی است که Visvanathan و همکارانش به آن دست پیدا نمودند (بین ۵/۷ و ۵/۸ KWh/kg). و Visvanathan همکارانش نتایج خود را در مقاله‌ای جمع‌آوری کرده که مرتبط با کلیه‌ی کارخانجات بافندگی تایلند بوده و شـامل کلیه‌ی انواع ماشـین-آلات بافندگی، شرایط تولید و انـواع مختلف پارچه‌ها می‌باشـد. در این مقاله، تنهـا مراحل بافندگی منسوج پنبه‌ای، همانطور که در جداول ۲ و۳ توصیف شده است، مطرح گردیده اسـت. تفاوت فاحش میان نتایـج Visvanathan و این مقاله می‌تواند توسـط تفاوت میان اندازه‌ی داده‌های جمع‌آوری شده، سطوح راندمان انرژی و تکنولوژی هر یک از بخش‌های تولید منسوج و همینطور سال‌هایی که مطالعات در آنها انجام شده است (۱۹۹۸ و ۲۰۰۷) توجیه گردد.
مصـرف گرما و بخـار در فرآیندهای مرطوب امـری گریزناپذیر بوده، به طوری که برق تنها برای اهداف حرکتی و مکانیکی در این فرآیندها مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد. مصرف برق مخصوص در کارخانجات فرآیندهای مرطوب، بین ۰/ ۷۹ و ۱/۰۵ (KWh/kg) برای SEC حقیقی و ۰/۶۷ و ۰/۶۸ (KWh/kg) برای SEC برآورد شده تغییر می‌کند، شکل ۴.



شکل ۴- مقایسه‌ی مقادیر SEC حقیقی و برآورد شده کارخانه‌ی فرآیندهای مرطوب

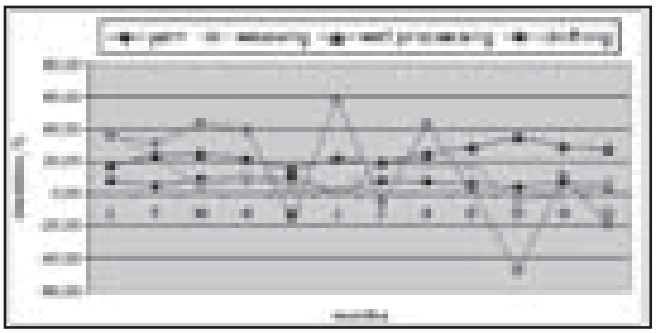
بر طبق مقایسه‌ی ماهیانه، مقادیر SEC حقیقی از مقادیر برآورد شده بیشتر هستند. علت متغیر بودن SEC حقیقی در طول سال می‌تواند توسط تفاوت در خصوصیات پارچه‌های تولیدی، مقدار تولید، انواع ماشـین‌های اسـتفاده شـده، راندمان ماشـین و میزان تعمیرات ماشین‌آلات در طی سال، توضیح داده شـود. در مطالعه‌ی پیشِ رو، میزان تغییر SEC تعیین شده در مصرف برق چنین گزارش شده است: بین ۵ /۱ و ۳/۰ (KWh/kg)، ۱۲/۶- ۰/۲۸ (KWh/kg)، ۲۶/۴- ۱۳/۹ (KWh/kg)، ۳/۱۱ (KWh/kg).
تغییرات زیاد و طیف وسیع مقادیر SEC در آثار ذکر شده، توسط تفاوت در خصوصیات پارچه‌های تولیدی و نوع و تعداد ماشین‌هایی که در فرآیندهای مرطوب اسـتفاده می‌شود، توجیه می‌گردد. میزان مصرف برق در کارخانه‌ی تولید پوشاک، به واسطه‌ی اندک بودن انرژی لازم برای راه‌اندازی ماشین‌ها و نیز نیاز مبرم به وجود کارگران، کم می‌باشد. میزان مصرف انرژی مخصوص در کارخانه‌ی تولید پوشاک، بین ۰/۰۶۵ و ۰/۱۹۵ (KWh/kg) برای SEC حقیقی و ۰/۰۷ و ۰/۰۹ (KWh/kg) برای SEC برآورد شده تغییر می‌کند، شکل ۵.
علت متغیر بودن مقدار SEC در طول سـال، می‌تواند توسط تفاوت در وزن پارچه‌های تولیدی، نوع و مدل محصول تولید شـده، میزان تولید و راندمان ماشـین توضیح داده شـود. همانطور که عنوان شـد، میان SEC حقیقی و برآورد شـده در هر یک از مراحل تولید منسـوج، تفاوت فاحشـی مشاهده می‌گردد. نسـبت اختلاف میان مقادیر SEC حقیقی و برآوردشـده ، توسط رابطه‌ی ۳ محاسبه می‌گردد:

$$Deviation = [(actualSEC - estimatedSEC) / actualSEC] * ۱۰۰٪ \quad (۳)$$



شکل ۵- مقایسه‌ی مقادیر SEC حقیقی و برآورد شده کارخانه‌ی تولید پارچه

در شـکل ۶، نسبت‌های اختلاف محاسبه شده میان مقادیر SEC حقیقی و برآورد شـده در طی ماه، برای فرآیندهای ریسندگی، بافندگی، فرآیندهای مرطوب و تولید پوشـاک نشـان داده شـده اسـت. همانطور کـه از نمودار استنباط می‌شـود، کمترین نسـبت اختلاف به کارخانه‌ی ریسندگی تعلق دارد کـه در آن مصـرف بـرق و مقدار SEC بیشـترین مقدار خـود را دارا می‌باشـد. همچنین نسـبت اختلاف برای کارخانه‌ی بافندگی در مقایسه با کارخانه‌های فرآیند مرطوب و تولید پوشـاک کمتر می‌باشد. نسبت اختلاف در کارخانه‌ی فرآیندهای مرطوب در مقایسـه با کارخانه‌های ریسـندگی و بافندگی بیشـتر می‌باشـد که علت چنین امری نـرخ پایین مصرف برق در کارخانه‌ی فرآیندهای مرطوب می‌باشد. در این بین، کارخانه‌ی تولید پوشاک بیشترین نسبت اختلاف را دارا می‌باشد. علت چنین اختلاف مثبت و منفی بالایی می‌تواند توسـط تفاوت‌های موجود در مدل و مشـخصات محصولات تولید شده، توضیح داده شود.



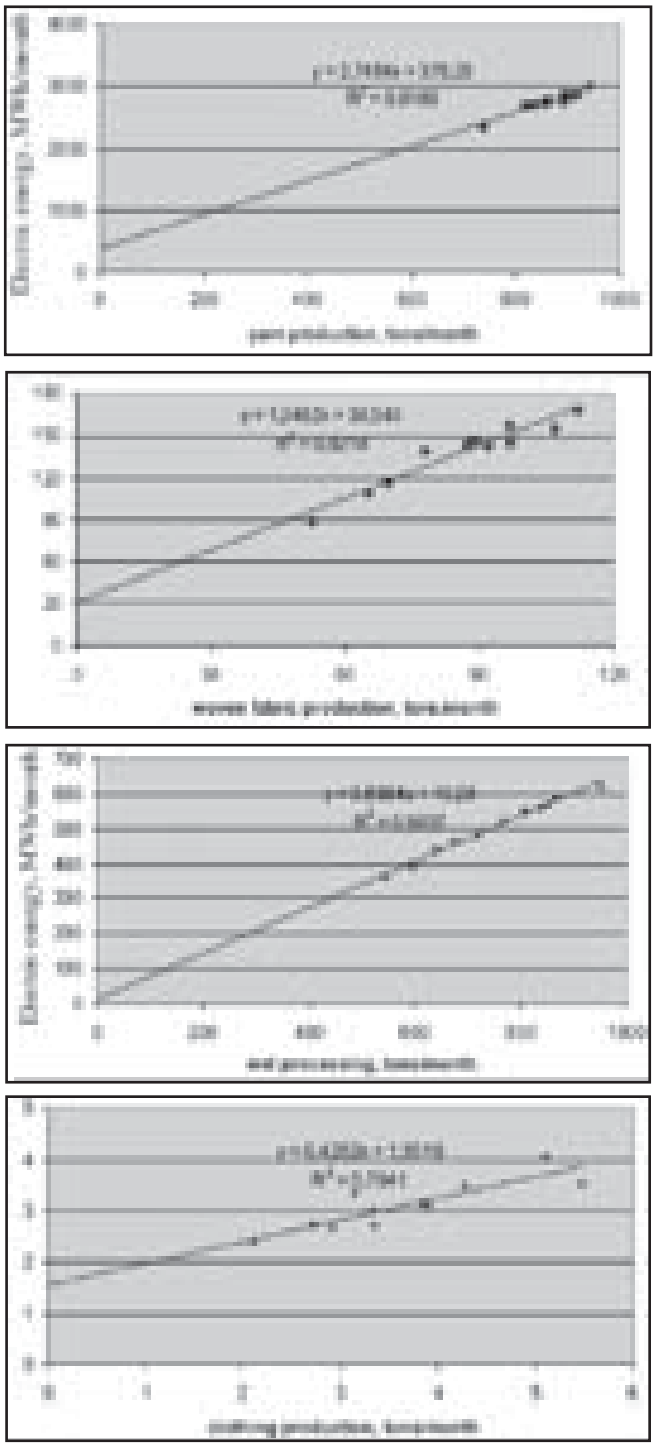
شکل ۶- تفاوت میان SEC حقیقی و برآورد شده برای مصرف برق

اطلاعات مربوط به میزان تولید که در محاسبه‌ی مقادیر SEC استفاده شده است، بر اساس وزن (kg) می‌باشد.

زمان و انرژی صرف شده جهت تولید محصولات متنوع، شدیدا بر اساس نوع مـدل تغییر می‌کند. کل تولید ماهیانه‌ی فرآیند دوخت پارچه‌های حوله‌ای، میزان تولید را (بر اسـاس kg) افزایش می‌دهد، در حالی‌که فرآیند وقت‌گیر دوخت پارچه‌های سبک، منجر به تولید کمتر (بر اساس kg) می‌گردد.

تولید وابسته به وزن مهم‌ترین دلیل اختلاف بالا میان مقادیر SEC حقیقی و برآورد شـده می‌باشـد. علت مهـم دیگر متغیر بودن مقادیـر SEC، امور تعمیراتی اسـت که مصرف‌کننده‌ی زمان و انرژی بوده اما هیچ سـهمی در تولیـد محصول ندارند. به طور کلی، دلایـل اختلاف میان مقادیر حقیقی و برآورد شده‌ی SEC تولیدات کارخانه‌ها می‌تواند توسط عدم تجانس تنظیمات ماشین و راندمان‌ها، خصوصیات فنی محصولات، (خصوصیات ساختاری نخ، خصوصیات ساختاری پارچه، دستورالعمل‌های متفاوت رنگرزی و عملیاتی، الگوهای بـرش گوناگون و انواع محصولات بـا وزن‌های مختلف)، همچنین راندمان نیروی انسانی در شیفت، روز، هفته و ماه مربوطه، کالاهای مرجوعی یا امور مربوط به تعمیر محصولات (که البته سهمی نیز در کل میزان تولید ندارنـد)، شـرایط آب و هوایی کارخانه و تغییرات فصلـی آب و هوا توضیح داده شود.

برای رسـم منحنی برق- تولید، از میزان تولیـد ماهیانه و اطلاعات مربوط به میزان مصرف حقیقی برق کارخانه‌های بررسـی شده استفاده شده است، شکل ۷.



شکل ۷- تغییر مصرف برق در برابر میزان تولید ماهیانه

بعلاوه، بهترین فیت لاین ها برای هریک از نمودارها رسـم شـده و مقادیر m،c و ۲R متناظـر رابطه‌ی ۲، در جدول ۶ به طور خلاصه ذکر شـده‌اند. همانطورکه در شکل ۷ و جدول ۶ مشاهده می‌گردد، مقادیر ۲R تعیین شده به ۱ نزدیک می‌باشند (به جز بخش تولید پوشاک). این بدین معنی است که اطلاعات برآورد شده، تأیید شده و برای پیش‌بینی مصرف برق کارخانه‌هایی که ظرفیت یکسـان تولید ماهیانه دارند، مفید می‌باشند. مقادیر شیب (m) بهترین فیت لاین‌ها نیز به شرط موجود بودن میزان انرژی تئوری مورد نیاز،

برای تعیین راندمان فرآیند سودمند می‌باشند. اطلاعاتی که در ستون آخر جدول ۶ وجود دارد، نرخ انرژی مصرف شده را نشان می‌دهد که به میزان تولید مربوط نمی‌باشد. این میزان برای کارخانه‌ی ریسندگی ۱۳/۲۶٪، کارخانه‌ی بافندگی ۲۲/۱۱٪، فرآیندهای مرطوب ۲/۶۷٪ و برای کارخانه‌ی تولید پوشاک ۵۰/۹٪ می‌باشد.

جدول ۶- نرخ میزان مصرف انرژی غیر مربوط به تولید

	m (MWh/ton)	c (MWh/ton)	R^2	تولید ماهیانه متوسط، tons	نسبت انرژی مصرف شده که به مقدار تولید بستگی ندارد، ٪
ریسندگی	۲/۷۴۵۴	۳۷۸/۲۹	۰/۹۱۶۹	۸۷۱/۳۹	۱۳/۶۲
بافندگی	۱/۲۴۸۲	۳۰/۵۴۳	۰/۹۲۱۹	۸۶/۱۹	۲۲/۱۱
فرآیندهای مرطوب	۰/۶۵۶۴	۱۳/۲۶۰	۰/۹۸۵۷	۷۴۰/۲۳۰	۲/۶۷
تولید پوشاک	۰/۴۲۵۲	۱/۵۵۱۸	۰/۷۹۴۱	۳۵/۲	۵۰/۹۰

بیشترین میزان مصرف برق که به میزان تولید بستگی ندارد، به کارخانه‌ی تولید پوشاک مربوط می‌گردد که مقدار SEC در برق آن در مقایسه با سایر مراحل تولید منسوج بسیار کم می‌باشد. میزان مصرف برق غیر مربوط به تولید، همچنین می‌تواند به‌عنوان مصرف انرژی ثابت کارخانه‌ها تلقی گردد که معمولا ثابت بوده مگر اینکه میزان تولید صفر باشد.

انرژی ثابت عمدتا برای تأمین روشنایی و HVAC کارخانه‌ها صرف شده و از مقدار تولید مستقل بوده و به تعداد روزهای کاری در ماه بستگی دارد. کلیه‌ی اطلاعات استفاده شده در محاسبه‌ی مقدار SEC برآورد شده، داده‌های اندازه‌گیری می‌باشند. سطح جریان برق اندازه‌گیری شده برای تجهیزات و ماشین‌آلات، بسته به شرایط عمومی ماشین‌ها، موتورهای الکتریکی، تسمه‌ها و سایر دستگاه‌ها، متغیر می‌باشد. میزان مصرف حقیقی انرژی و اطلاعات مربوط به مقدار تولید، از بخش‌های مدیریتی مربوطه در کارخانه‌ها استخراج شده است. اطلاعات تولید استفاده شده با صرفنظر نمودن از تفاوت‌های ممکن در مشخصات و شیوه‌های تولید، انواع و تعداد ماشین‌های استفاده شده در خط تولید، انجام امور تعمیراتی و برنامه‌ی نگهداری کارخانه‌ها، در نظر گرفته می‌شوند.

۶- نتیجه گیری و پشنهادات

در این مقاله نتایج مصرف برق مخصوص حقیقی و برآورد شده بر اساس مجموعه داده‌ها و اندازه‌گیری on-site (در محل)، در کارخانه‌های تولید منسوج پنبه‌ای که در منطقه‌ی صنعتی Denizil ترکیه واقع شده‌اند، ارائه گردیده است.

نتایج اصلی حاصل شده به قرار زیر می‌باشند:

- مقادیر SEC حقیقی کارخانه‌های تولیدی برای کارخانه ریسندگی بین ۳/۲۴ و ۳/۴۷ (KWh/kg)؛ ۰/۰۰۷۳ (KWh/kg) برای کارخانه‌ی چله‌پیچی- آهارزنی؛ ۲/۲۴- ۱/۵۸ (KWh/kg) برای کارخانه‌ی بافندگی؛ ۰/۷۹ و ۱/۰۵ (KWh/kg) برای فرآیندهای مرطوب و ۰/۰۶۵ و ۰/۱۹۵ (KWh/kg) برای کارخانه‌ی تولید پوشاک تعیین گردید.

- نرخ مصرف برق مخصوص حقیقی و برآورد شده برای هریک از کارخانه‌های تولیدی مشخص شده و به منظور تعیین تفاوت‌های ممکن میان آنها، نتایج با یکدیگر مقایسه شدند. از مقایسه‌ی نتایج چنین نتیجه‌گیری شد که میزان مصرف برق حقیقی به ازای تولید واحد منسوج، بیش از میزان مصرف برق برآورد شده به ازای تولید واحد منسوج مربوطه می‌باشد.

- تفاوت متوسط موجود میان مصرف برق مخصوص حقیقی و برآورد شده در کارخانه‌های ریسندگی، چله‌پیچی- آهارزنی، بافندگی، فرآیندهای مرطوب و تولید پوشاک، به ترتیب ۶/۵٪، ۳۰٪، ۱۱٪، ۲۴/۱٪ و ۲۹/۳٪ تعیین گردید، شکل ۶. کمترین انحراف متوسط در بین کلیه‌ی فرآیندهای تولیدی، مربوط به فرآیند ریسندگی بوده (۶/۵٪) که این امر می‌تواند توسط پارامترهای تولیدی نخ پنبه‌ای توجیه گردد. بیشترین میزان انحراف متوسط در بین کلیه‌ی فرآیندهای تولیدی، مربوط به کارخانه‌های چله‌پیچی- آهارزنی و تولید پوشاک می‌باشد (۳۰٪). دلایل بالا بودن انحرافات اساسا نتیجه‌ی طیف وسیع انواع و خصوصیات محصولات تولید شده، تعداد مراحل موجود در فرآیند تولید، برق مورد نیاز جهت راندمان تجهیزات و ماشین‌آلات و میزان امور تعمیراتی می‌باشد که مصرف انرژی را افزایش داده، اما تأثیری در مقدار تولید ندارند.

- مصرف برق با افزایش مقدار تولید، افزایش می‌یابد. مقدار برق مورد نیاز جهت تولید هر واحد اضافی محصول، توسط شیب نمودار در شکل ۷ و مقادیر m در جدول ۶ تعیین می‌گردد. نیاز به برق جهت تولید اضافه، حدود (KWh/ton ۲/۷۵) برای تولید نخ، ۱/۲۵ (KWh/ton) برای تولید پارچه‌ی بافته شده، (KWh/ton ۰/۶۶) برای فرآیندهای مرطوب و ۰/۴۳ KWh/ton برای تولید پوشاک تعیین گردید.

بهترین فیت لاین‌ها برای هر نمودار در شکل ۷ نشان داده شده که می‌تواند برای برآورد موارد زیر استفاده گردد:

- کاهش ممکن در انرژی که مربوط به هزینه‌های تولید می‌باشد.

- پتانسیل‌های ذخیره‌ی انرژی در مراحل تولید، که به میزان تولید وابسته نمی‌باشند.

- سهم بارگذاری ماشین‌آلات، بزرگترین بخش در مصرف برق کل در کارخانه‌های تولید منسوجات می‌باشد. سهم برق استفاده شده در بخش روشنایی و HVAC در کارخانه‌های تولید منسوج پنبه‌ای، جز کارخانه‌ی تولید پوشاک، کمتر می‌باشد.

- از آنجا که تعداد کارخانه‌های بررسی شده در قالب این مطالعه محدود می‌باشد، نتایج اتخاذ شده در این مقاله، نمی‌تواند اطلاعات حقیقی را منعکس کند. با این وجود، از آنجا که این روش در خصوص مصرف برق حقیقی و برآورد شده در کارخانه‌های تولید منسوجات پنبه‌ای طرح شده است، نتایج جمع‌آوری شده کماکان قابل توجه و ارزشمند می‌باشد.

جهت انجام پژوهش معیار در آینده، تعداد کارخانه‌ها باید بیشتر شده و مجموعه‌ی کارخانه‌ها نیز باید از میان کارخانه‌هایی انتخاب گردد که ماشین‌آلات، محصولات و روش‌های تولید مشابه دارند.

- بعلاوه چنین تجربه شد در طول پژوهش، که آگاهی و دانش در خصوص مدیریت و ذخیره‌ی انرژی هنوز در سطح قابل قبول مدیریت کارخانه، اپراتورها و سایر کارگران در کارخانه‌های مربوطه نمی‌باشد. اصول مدیریت انرژی باید معرفی گشته و فورا به‌طور جامع در کارخانه‌های Denizil اجرا گردد.

- رده‌بندی دقیق مقدار SEC برای فرآیندهای تولیدی و استفاده‌ی کارا از برق نیز قابل ملاحظه بوده، درحالی که به شرایط رقابت جدی در بازار جهانی در حرفه‌ی نساجی مربوط می‌باشد. به موازات رقابت در تجارت جهانی نساجی، محدودیتها در بازارهای جهانی انرژی و آگاهی محیطی فزاینده در بازارهای بزرگ، تجارت نساجی را مجبور به اتخاذ تصمیمات بلافاصله در خصوص ذخیره و مدیریت انرژی در فرآیندهای تولیدشان می‌نماید.

جدول ۲- ماشینها و انواع انرژی مصرف شده در کارخانجات تولید منسوجات پنبهای

نام فرآیند تولیدی	ظرفیت تولیدی	نام ماشین (تعداد واحد)	نوع انرژی مصرف شده
ریسندگی پنبه	۵۰/۰۰۰ اسپیندل	بازکنندگی- سفیدگری	الکتریسیته
		خط (۲)	
		ماشین کاردینگ (۱۶)	
		خطوط کشش (۲)	
		ماشین نیمتاب	
		ماشین ریسندگی رینگ	
		ماشین نخپیچی	
چله کشی و آهارزنی	۴۰۰/۰۰۰ متر در روز	چله کشی دورهای	الکتریسیته
		ماشین (۱)	الکتریسیته
		چله کشی مخروطی	الکتریسیته + بخار
		ماشین (۱)	
		ماشین آهارزنی	
بافندگی	۳۶ ماشین	بافندگی ژاکارد	الکتریسیته
		ماشین (۳۶)	
		کنترل کیفیت	
		ماشین آلات (۸)	
فرآیندهای تر	۳۰ تن در روز	خط پیش از تکمیل	الکتریسیته + بخار
		خط شستشو	الکتریسیته + بخار
		خط خشک کنندگی	الکتریسیته + روغن داغ
		ماشین رنگرزی	الکتریسیته
		خط تکمیل	الکتریسیته
		ماشین حجم دهندگی	الکتریسیته + روغن داغ
		ماشینهای بازکنندگی و نخپیچی	الکتریسیته
		ماشین آلات کنترل کیفیت	الکتریسیته
تولید پوشاک	-	برش	الکتریسیته
		ماشین (۱)	
		حاشیهدوزی	
		ماشین (۲)	
		ماشین دوخت (۵۰)	
		ماشینOverlock(۲۳)	

جدول ۳- اطلاعات مربوط به تولید تجربی و انرژی الکتریکی مصرفی کارخانهی بافندگی

کارخانه بافندگی- ۲۰۰۷											
ماهها	تولید، کیلوگرم (پارچه تاریپودی)	مصرف انرژی الکتریکی به ازای تولید واحد منسوج، KWh (e)			مصرف انرژی الکتریکی به ازای واحدهای غیر تولیدی ، KWh (e)			مصرف انرژی برآورد شده، KWh (e)	مصرف انرژی حقیقی، KWh (e)	اختلاف ٪	مصرف انرژی الکتریکی مخصوص برآورد شده، KWh کیلوگرم پارچه بافته شده/ (e)	مصرف انرژی الکتریکی مخصوص حقیقی ، KWh کیلوگرم پارچه بافته شده/ (e)
		کنترل کیفیت ماشین آلات	ماشین بافندگی	مصرف کل	روشنایی	A/C	کل					
J	۵۲/۶۸۳	۱۴۴	۵۱/۱۵۲	۵۱/۲۹۶	۲/۵۰۴	۱۹//۱۴۲	۲۱/۶۴۶	۷۲/۹۴۲	۱۱۸/۰۶۰	۶۲	۱/۳۸	۲/۲۴
F	۶۵/۲۴۳	۱۹۸	۷۱/۱۳۰	۷۱/۳۲۸	۳/۳۳۹	۲۵/۵۲۳	۲۸/۸۶۲	۱۰۰/۱۹۰	۱۲۹/۱۱۰	۲۹	۱/۵۴	۱/۹۸
M	۹۱/۹۷۰	۲۸۹	۱۰۴/۶۹۹	۱۰۴/۹۸۸	۵/۰۰۹	۳۸/۲۸۴	۴۳/۲۹۳	۱۴۸/۲۸۱	۱۵۴/۹۷۰	۵	۱/۶۱	۱/۶۸
A	۹۶/۹۷۵	۲۹۳	۱۰۷/۱۳۵	۱۰۷/۴۲۸	۵/۰۰۹	۳۸/۲۸۴	۴۳/۲۹۳	۱۵۰/۷۲۱	۱۶۷/۰۷۰	۱۱	۱/۵۵	۱/۷۲
M	۱۰۶/۷۸۳	۳۲۲	۱۱۶/۸۴۶	۱۱۷/۱۶۸	۵/۴۲۶	۴۱/۴۷۵	۴۶/۹۰۱	۱۶۴/۰۶۹	۱۷۳/۲۵۰	۶	۱/۵۴	۱/۶۲
J	۱۱۲/۰۱۴	۳۵۹	۱۳۰/۵۳۸	۱۳۰/۸۹۷	۵/۸۴۳	۴۴/۶۶۵	۵۰/۵۰۸	۱۸۱/۴۰۵	۱۸۱/۶۳۰	۰	۱/۶۲	۱/۶۲
J	۸۷/۱۲۱	۲۹۰	۱۰۵/۷۶۰	۱۰۶/۰۵۰	۴/۵۹۱	۳۵/۰۹۴	۳۹/۶۸۵	۱۴۵/۷۳۵	۱۷۹/۳۵۰	۲۳	۱/۶۷	۲/۰۶
A	۸۹/۴۵۷	۳۰۳	۱۰۹/۳۰۷	۱۰۹/۶۱۰	۴/۵۹۱	۳۵/۰۹۴	۳۹/۶۸۵	۱۴۹/۲۹۵	۱۸۲/۰۲۰	۲۲	۱/۶۷	۲/۰۳
S	۷۷/۸۱۴	۲۷۸	۱۰۰/۸۹۰	۱۰۱/۱۶۸	۴/۱۷۴	۳۱/۹۰۴	۳۶/۰۷۷	۱۳۷/۲۴۵	۱۶۵/۶۲۰	۲۱	۱/۷۶	۲/۱۳
O	۸۷/۸۴۷	۲۹۸	۱۰۸/۱۵۵	۱۰۸/۴۵۳	۴/۱۷۴	۳۱/۹۰۴	۳۶/۰۷۷	۱۴۴/۵۳۰	۱۳۸/۴۷۰	-۴	۱/۶۵	۱/۵۸
N	۹۶/۸۵۵	۳۲۹	۱۱۸/۹۶۸	۱۱۹/۲۹۷	۴/۵۹۱	۳۵/۰۹۴	۳۹/۶۸۵	۱۵۸/۹۸۲	۱۵۷/۹۶۰	-۱	۱/۶۴	۱/۶۳
D	۶۹/۵۸۲	۲۱۹	۷۸/۷۳۹	۷۸/۹۵۸	۲/۹۲۲	۲۲/۳۳۳	۲۵/۲۵۴	۱۰۴/۲۱۲	۱۱۱/۰۵۰	۷	۱/۵	۱/۶