واحد مطالعات آماری و راهبردی دبیرخانه

انجمن صنایع نساجی ایران

۷۴

مصرف انرژی و ردپای کربن در فرآیند تولید نخ پنبه در صنعت ریسندگی کشور هند

تهیه، تنظیم و گردآوری: ویستا ضابطی

@aiti.org.ir
09129583657
t.me/aiti1395
www.aiti.org.ir
26200196
info@aiti.org.ir

زمستان ۱۴۰۲

استفاده از مطالب این جزوه با ذکر مأخذ بلامانع است

پیشگفتار: با توجه به اینکه گردآوری فهرست داده‌های مرتبط با چرخه عمر در هند درسال های اخیر (چاپ مقاله در سال ۲۰۱۶) آغاز شده است، به دست آوردن داده‌های مرتبط برای مراحل مختلف یکی از چالش‌های پژوهش حاضر بوده است. از دیگر چالش‌ها، پراکنده و غیرمتمرکز بودن و در دسترس نبودن داده‌ها به صورت عمومی یا در منابع رایگان بود. این داده‌ها از منابع مختلفی مانند مقالات مجلات علمی، داده‌های وزارت کشاورزی، پایگاه اطلاعاتی **Indiastat**، ارتباطات فردی با کارکنان، گزارش‌ها و غیره جمع‌آوری شده‌اند.

مقدمه

فرآیندهای متنوع و پیچیده در صنعت نساجی موجب شده تا این صنعت چالش‌های متعددی را برای استانداردسازی و تهیه مرجع برای سنجش و مقایسه عملکرد فرآیندهای متنوع خود داشته باشد. در این گزارش، میزان نهاده‌های انرژی (انرژی ورودی) و میزان گازهای گلخانه‌ای منتشر شده برای فرآیند تولید نخ پنبه در کارخانه ، شامل مراحل کشت کشاورزی، انتقال به کارخانه پنبه پاک‌کنی، پنبه پاک‌کنی، انتقال به کارخانه ریسندگی، ریسندگی و بسته‌بندی براساس مجموعه استانداردهای ISO ۱٤۰٤۰ سازمان بین المللی استاندارد برای ارزیابی چرخه عمر بررسی شده‌است. تمام نهاده‌های انرژی (صرف شده) برای تولید پنبه مانند کودها، آفت‌کش‌ها، برق، نیروی انسانی و حیوانی، بذرها و سوخت دیزل در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند. داده‌های مربوطه نشان می‌دهد که داده‌های بخش کشاورزی به دلیل تنوع جغرافیایی و نوع کشت و کشاورزان تنوع زیادی دارد.

بیشترین مقدار انرژی مصرف شده، مربوط به سوخت دیزل و کود در کنار میزان برق مصرفی است. داده‌های مربوط به مرحله ریسندگی از ارتباطات با کارکنان یک کارخانه ریسندگی در ناحیه اوتاراکند[۱] هند جمع‌آوری شده است. داده‌های مربوط به نهاده‌های مرحله بسته‌بندی مانند پلی‌اتیلن سبک[۲]، پلی‌اتیلن سنگین[۳] و کارتن‌های مقوایی از پایگاه اطلاعاتی **Ecoinvent** جمع‌آوری شده است. برق، پرمصرف‌ترین نهاده در فرآیند ریسندگی و آب دومین نهاده پرمصرف در داخل کارخانه است. انتظار می‌رود که مطالعه حاضر برروی میزان انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید نخ، از طریق تمرکز بر مراحلی با بیشترین تاثیر موجب بهبود زنجیره تامین و ارتقای تصمیم‌گیری در فرآیندهای تولید منسوجات شود. مطالعه پیش‌رو نشان می‌دهد که پایداری در مرحله کشت را می‌توان از طریق استفاده از شیوه‌های مدیریت بهتر و بروزتر کشاورزی مانند آبیاری قطره‌ای و استفاده از کشاورزی ارگانیک برای کاهش اثرات کلی می‌تواند بهبود بخشید.

صنعت نساجی یکی از بزرگترین بخش‌های صنعتی در جهان است. زنجیره تأمین این صنعت متنوع و پیچیده است و شامل بخش‌های طراحی، برداشت مواد خام، ریسندگی، تولید نخ، رنگرزی، بافندگی، برش، دوخت و تولید پوشاک نهایی می‌شود. پوشاک و منسوجات تقریبا ۱۰٪ از کل میزان انتشار کربن را تشکیل می‌دهند. ۹-۱۰٪ از کل انرژی در دسترس در هند در صنعت نساجی مصرف می‌شود و سهم این انرژی مصرف شده در هزینه نهایی تولید ۲۰٪ است. انرژی الکتریکی و گرمایی مورد نیاز این صنعت، از طریق هیزم، زغال قهوه‌ای، زغال سنگ و نفت کوره تامین می‌گردد و احتراق این سوخت‌ها منجر به انتشار مستقیم دی اکسید کربن می‌شود [۱].

هند یکی از تولیدکنندگان عمده پنبه در جهان است و رتبه دوم صادرات این لیف در جهان را در اختیار دارد. سهم پنبه در بخش مواد خام مصرفی در صنعت نساجی هند ۵۹٪ است. به دلیل تاثیرات زیست محیطی بر روی خاک و آب، نیاز برای پایداری در صنعت نساجی به طور فزاینده‌ای مورد تاکید و توجه قرارگرفته است [۳]. به دلیل مصرف بیش از اندازه کودها، آفت‌کش‌ها و آب، کشت پنبه ذاتا ناپایدار است [۴]. تولید پنبه یکی از عوامل و قربانیان تغییرات اقلیمی است. تولید، فرآوری، خرید، فروش و مصرف محصولات کشاورزی (با احتساب سهم جنگل‌زدایی) سهمی ۴۰٪ از کل میزان گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در دنیا دارد. سهم تولید پنبه بین ۰.۳٪ تا ۱٪ از کل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان است [۵]. شیوه‌های پرورش پنبه در حال حاضر، پایدار نیستند: این شیوه‌ها منجر به آسیب به خاک، آب و زیست‌بوم در تماس با آن و هزینه‌های اجتماعی گزاف شده و تهدیدی برای اقتصادهای منطقه‌ای وابسته

---

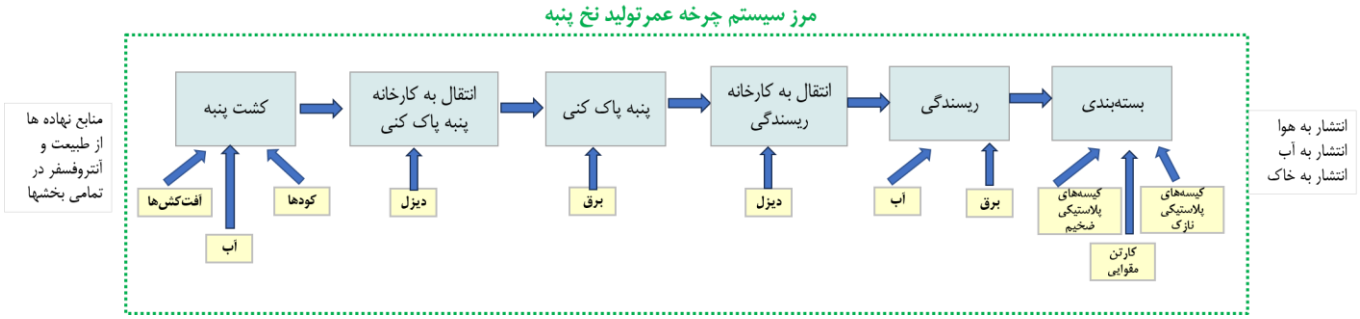
[۱] Uttarakhand
[۲] Low Density Polyethylene (L.D.P.E)
[۳] High Density Polyethylene (H.D.P.E)

به کشت پنبه و صنایع نساجی وابسته به آن است. کشت الیاف پنبه نیازمند حجم بالای آب (از ۷ تا ۲۹ تن برای هر یک کیلوگرم پنبه) است. بروزسازی صنعت نساجی کند جلو می‌رود و تعداد زیادی از تولیدکنندگان همچنان از فناوری ناکارآمد استفاده می‌کنند [۷].

مصرف انرژی به دلیل ماشین‌آلات مدرن و روش‌های ناکارآمد استفاده از تجهیزات رو به افزایش است. انرژی سهمی حدود ۱۵-۲۰٪ از هزینه‌های تولید دارد که بعد از هزینه مواد اولیه بیشترین میزان است [۸]. با این حال، مطالعه بر روی انرژی در صنعت نساجی، سهم نسبتا کمی از کل مطالعات انرژی صنایع مختلف را تشکیل می‌دهد. مطالعات بیشتر در این زمینه در صنعت نساجی، به شناسایی ظرفیت بازده انرژی هم در صنعت نساجی و هم در سایر صنایع مشابه کمک خواهد کرد[۹]. ذرات معلق اولین آلاینده هوا هستند که از حلاجی پنبه حاصل می‌شوند. **Ismail** و همکاران، میزان مصرف انرژی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کارخانه‌های پنبه پاک‌کنی در استرالیا را اندازه گرفته‌اند [۱۰]. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که مصرف برق و گاز به ترتیب ۶۱٪ و ۳۹٪ ازکل مصرف انرژی در این فرآیند را تشکیل می‌دهد. تخمین زده شده است که انرژی مصرفی برای پاک کردن یک عدل پنبه برابر با تولید ۶۰.۳۸ کیلوگرم دی اکسید کربن است [۱۱]. **Hughs** و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطالعه‌ای بر روی انرژی مورد نیاز در کارخانه‌های پنبه پاک‌کنی ایالات متحده داشته‌اند و محدوده **kWh/bale** ۳۳.۰۷ تا ۴۱.۳۷ (کیلووات ساعت برای هر عدل پنبه) را به دست آورده‌اند [۱۲].

برق اصلی‌ترین منبع انرژی مصرفی در کارخانه‌های ریسندگی به ویژه در دستگاه‌های ریسندگی پنبه است. در کارخانجات ریسندگی از برق برای ایجاد رطوبت در هوای سرد استفاده می‌شود. مقاله حاضر چرخه عمر نهاده‌های انرژی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید ۱ کیلوگرم نخ پنبه[۴] را تجزیه تحلیل می‌کند. مطالعه پیش‌رو، توصیه‌هایی برای بهبود سازوکارهای داخلی و تصمیم‌گیری در خصوص فرصت‌های پیشگیری از آلودگی، حفاظت از منابع و به حداقل رساندن ضایعات ارائه می‌دهد. از این رو، نیاز به اطلاعات دقیق‌تر و جزئیات بیشتر در خصوص میزان انرژی و آب مورد نیاز میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نخ پنبه وجود دارد.

ارزیابی چرخه عمر یک محصول شامل ۴ مرحله یا فرآیند می‌شود: تهیه مواد خام، تولید، استفاده یا استفاده مجدد و نگه‌داری است. این گزارش میزان نهاده انرژی و میزبان گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در سیستم تولید نخ پنبه از تهیه مواد اولیه تا دفع محصول را در هند نشان می‌دهد. به دلیل اینکه نخ پنبه یک محصول واسطه است و کاربردهای گسترده‌ای دارد، مقیاس مورد مطالعه در این پژوهش محدود به تولید نخ در کارخانه می‌شود و مراحل استفاده از محصول توسط مصرف‌کننده خرد و دور ریز در نظر گرفته نشده است. زنجیره تولید نخ پنبه، به فرآیندهای ۱) مرحله کشت که شامل مصرف سوخت‌ها یا مواد انرژی‌بر مانند کودها، علف‌کش‌ها، بذرها، سوخت دیزل و برق برای آبیاری، ماشین‌آلات و نیروی کار برای کشاورزی می‌شود ۲) مرحله حمل و نقل که شامل انتقال محصولات کشاورزی از زمین کشاورزی به محل انجام فرآیند پنبه پاک‌کنی توسط کامیون می‌شود ۳) فرآیند پنبه پاک‌کنی که مصرف برق را شامل می‌شود ۴) حمل و نقل پنبه پاک‌شده به کارخانه ریسندگی ۵) تبدیل الیاف به نخ که عمدتا شامل مصرف برق و آب برای تولید رطوبت را در برمی‌گیرد ۶) بسته‌بندی تقسیم می‌گردد. مراحل چرخه عمر نخ پنبه که در داخل این محدوده تعریف شده‌اند، در شکل ۱ به تصویر کشیده شده‌اند.



شکل۱- تحلیل جزئیات مرزهای تولید نخ پنبه

داده‌های مربوط به بخش کشاورزی در مناطق مختلف کشور متفاوت و متنوع هستند. کامل نبودن داده‌ها و عدم شناخت منابع مورد استفاده در مرحله کشاورزی ایجاب می‌کند که این تنوع داده به صورت منطقه‌ای کمی‌سازی شود. از منابع مختلف برای داده‌های این

[۴] **Cradle to Gate**

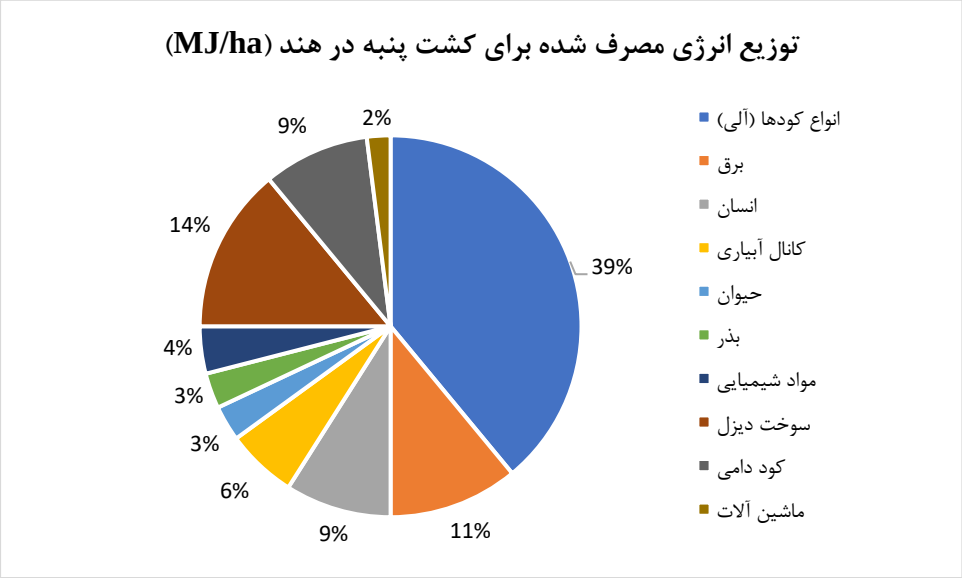
تحقیق کمک گرفته شـده و مقادیر میانگین، مد، میانه، کرانه بالا و پایین برای هر نهاده و محصـول محاسـبه شـده‌اند. از آنجایی که پنبه‌دانه محصـول جانبی فرآیند پنبه‌پاک‌کنی اسـت، از عصـاره آن روغن خوراکی بدسـت می‌آید و باقیمانده آن در مراحل بعد نیز به عنوان خوراک دام مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد، میزان نهاده‌های انرژی باید برای الیاف پنبه و پنبه دانه تفکیک شـود. در نبود داده های دست اول، اطلاعات ثانویه از مقالات و مطالعات پیشین، و گزارش‌های آژانس‌ها و سازمان‌های بازرسی به دست آمده است. نتایج حاصل از برخی مطالعات خارجی نیز در غیاب داده‌های مربوط به هند با این فرضیه استفاده شدند که مصرف انرژی بین هند و کشوری که داده‌های مربوط به آن از آن گرفته شده، یکسان است.

روش‌های اختصاص مورد استفاده به معنی تقسیم‌بندی جریان‌های نهاده/ورودی و خروجی یک فرآیند یا سیستم تولید محصول مورد مطالعه و یک یا بیش از یک سیستم محصول است. ورودی و خروجی‌ها باید براساس رویه‌های شفافی که مستندسازی و در کنارهم شرح داده شده‌اند به محصولات مختلف اختصاص یابند [۱۴]. تولید پنبه به تولید دو محصول ارزشمند منجر می‌شود: الیاف پنبه و پنبه‌دانه. روش‌های اختصاص متفاوتی برای مطالعات چرخه عمر مانند ۱-مبتنی بر جرم ۲- جایگزینی ۳- مبتنی بر اقتصاد در دسترس هستند. بنابراین، بار زیست محیطی را می‌توان به محصولات مربوطه در مراحل مختلف اختصاص داد ولی در مطالعه حاضر اثر این اختصاص محاسبه نشده است.

پارامترهای محاسـبه شـده در این پژوهش که در ادامه این بخش شـرح داده خواهند شـد، نهاده‌های انرژی و میزان انتشـار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید نخ پنبه هستند. این پارامتر در ارزیابی و مقایسه چرخه عمر انتشار گازهای گلخانه‌ای سیستم‌های مختلف تولید نخ پنبه به کار می‌آیند. در این مطالعه تمامی مراحل تولید نخ پنبه که در آن گازهای گلخانه‌ای منتشـر می‌شـوند در نظر گرفته شـده‌اند، اینگونه می‌توان بر نهاده‌های خاص،با هدف بهبود پایداری کلی از طریق کاهش نهاده‌های انرژی یا آزمودن نهاده‌ها یا فرآیندهای جایگزین، متمرکز شد.

بررسی میزان انرژی و انتشار در مرحله کشت پنبه

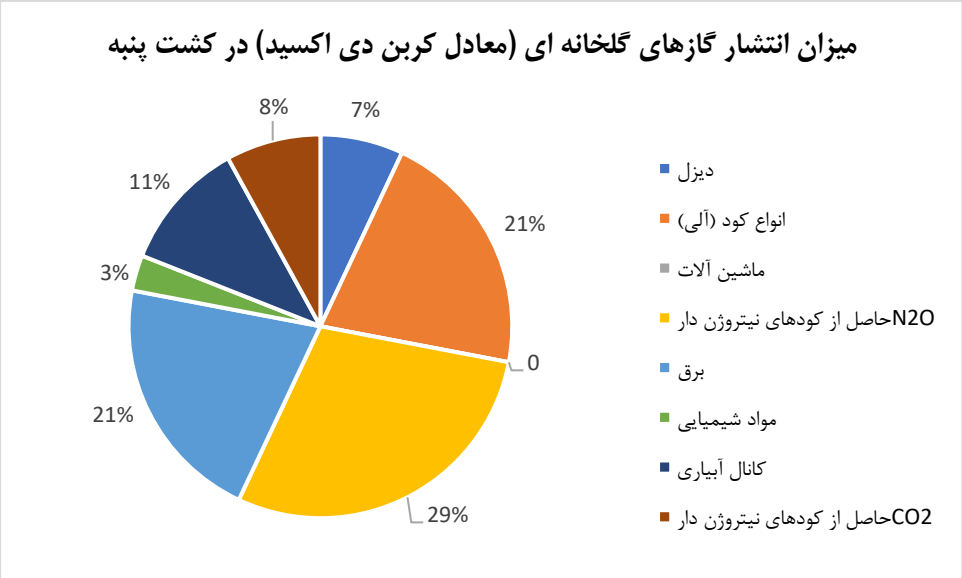
در این بخش میزان انرژی و انتشـار کربن در کشـت، به منظور یافتن نهاده‌ای که سـهم بیشـتری در مصرف انرژی و انتشـار در مرحله کشت دارد، بررسی شد. با این کار، می‌توان بر روی نهاده‌های خاصی برای ارتقای پایداری فرآیند کشت متمرکز شد. شکل ۲، درصد توزیع انرژی در مرحله کشـت برای مقادیر میانگین نهاده‌ها را نشـان می‌دهد. همانطور که در شـکل مشـخص اسـت، کود در کنار دیزل مورد استفاده برای عملیات کشاورزی و برق برای آبیاری بیشترین سهم نهاده انرژی را مصرف می‌کنند.



شکل ۲- میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشت پنبه

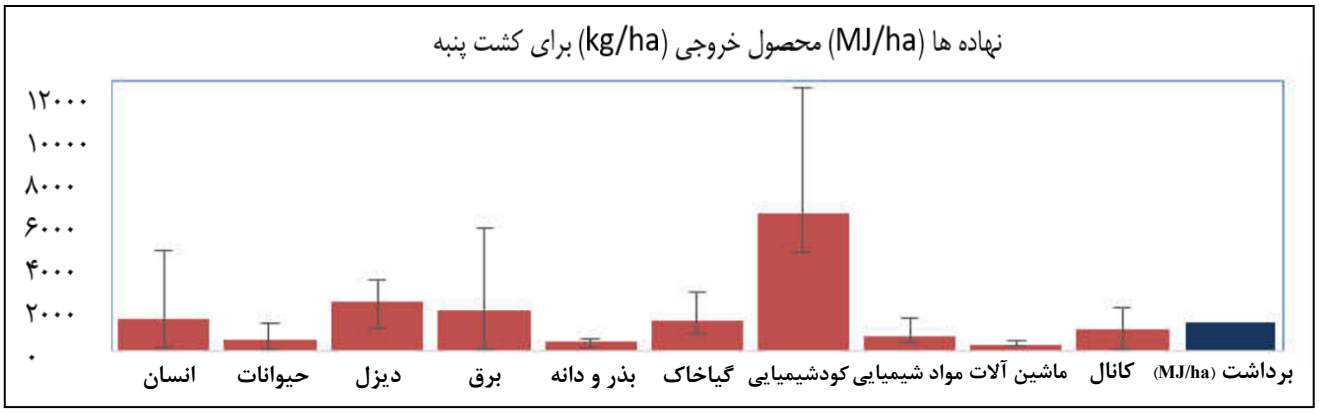
تحلیل میزان انتشار در مرحله کشت نشان می‌دهد که این بخش میزان انتشاری برابر با ۲،۱۰۷۶ kg CO_2 eq/kg (کیلوگرم دی اکسید کربن برای هر کیلوگرم نخ پنبه) بدون اختصاص و ۰.۸۴۳۰ kg CO_2 eq/kg برای هر کیلوگرم نخ پنبه با استفاده از روش

اختصاص مبتنی بر جرم و ۱٫۸۳۳۶ kg CO_2 eq/kg برای هر کیلوگرم نخ پنبه در روش اختصاص مبتنی بر اقتصاد دارد. بررسی سهم گازهای منتشر شده از نهاده‌های مختلف، نشان داده است که برای تولید پنبه، بیشترین سهم در انتشار گازهای گلخانه‌ای را دی نیتروژن مونو اکسید (N_2O) موجود در کودهای مورد استفاده است. در کنار کود، سوخت دیزل مورد استفاده و برق نیز سهم به سزایی در میزان انتشار دارند که نیاز به بهبود شیوه‌های آبیاری و نیز به حداقل رساندن مصرف کودهای آلی را طرح می‌کند.



شکل ۳- میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشت پنبه

از آنجایی‌که داده‌ها از منابع و مناطق مختلف هند جمع آوری شده‌اند تا تنوعشان در مرحله کشت پنبه را به تصویر بکشند، میانگین کرانه بالا و پایین نهاده‌ها و خروجی‌ها که در محاسبات بعدی برای گنجاندن حساسیت تغییرات مورد استفاده قرار گرفته‌اند، محاسبه شده است.



شکل ۴- نهاده‌ها و خروجی‌های کشت پنبه

بررسی میزان انرژی و انتشار مرحله حمل و نقل از زمین کشاورزی تا کارخانه پنبه پاک‌کنی

میزان مسافت رفت و برگشت طی شده برای حمل پنبه برداشت شده از زمین کشاورزی تا کارخانجات پنبه پاک کنی چیزی در حدود ۲۰۰ کیلومتر تخمین زده شده است. میزان نهاده‌های انرژی برای حمل و نقل ۰٫۲۱۹۳۳ MJ/kg بدون اختصاص محاسبه شده است. این عدد با محاسبه اختصاص مبتنی بر جرم ۰٫۰۸۷۷۳۳ MJ/kg و با اختصاص مبتنی بر اقتصاد ۰٫۱۹۰۷۲۵ MJ/kg است که منجر به انتشار معادل ۱ کیلوگرم دی اکسید کربن برای هر یک کیلوگرم نخ پنبه (kgCO_2eq/kg) می‌شود.

بررسی داده‌ها در این بخش نشان می‌دهد که میزان انتشار در بخش حمل و نقل از زمین کشاورزی تا کارخانه، معادل انتشار ۰٫۰۱۵۰۸۳ کیلوگرم بدون اختصاص، ۰٫۰۰۶۰ کیلوگرم با استفاده از روش اختصاص مبتنی بر جرم و ۰٫۰۱۳۱۱۵ کیلوگرم با روش اختصاص مبتنی بر اقتصاد، دی اکسید کربن برای هرکیلوگرم نخ پنبه (kgCO_2eq/kg) است.

بررسی میزان انرژی و انتشار کربن در بخش پنبه پاک‌کنی

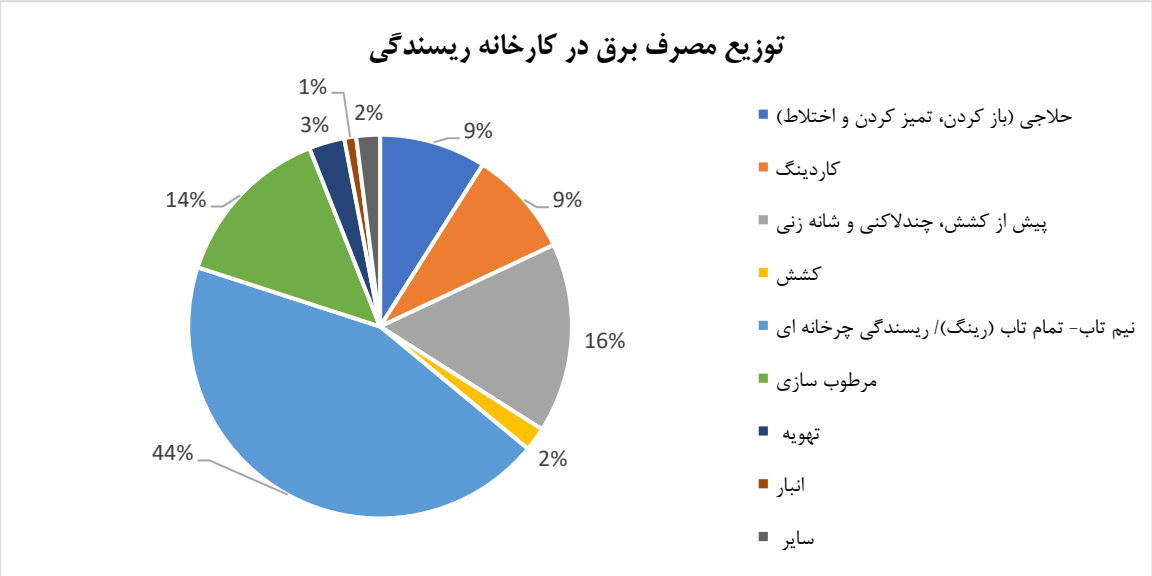
می‌دانیم که تا ۶۰ تا ۷۰ ٪ دانه پنبه حین پنبه پاک‌کنی از پنبه‌دانه قابل استحصال است. میانگین نهاده‌های انرژی مورد نیاز در مرحله پنبه پاک‌کنی برای هر واحد عملیاتی محاسبه شده است. مطابق این محاسبات، میزان نیروی انسانی مورد نیاز برای انجام فرآیند **man h/kg** ۰،۰۰۲ (نفر ساعت بر کیلوگرم) است. میزان انرژی الکتریکی مورد نیاز برای انجام فرآیند برای یک کیلوگرم نخ **MJ/kg** ۰،۵۸۶۳ است. میزان گازهای گلخانه‌ای منتشر شده برمبنای انرژی الکتریکی مصرفی در بخش پنبه پاک‌کنی، **CO_2eq/kg** ۰،۱۳۱۰۲۵ (کیلوگرم کربن دی‌اکسید برای یک کیلوگرم نخ پنبه) به دست آمده است [۱۵]. فاکتورهای ملی هند برای انتشار در این بررسی لحاظ شده‌اند.

بررسی انرژی و میزان انتشار بخش انتقال به کارخانه ریسندگی

داده‌های مربوط به بخش حمل و نقل از طریق ارتباط با کارکنان شرکت در ناحیه اوتاراکند[۵] در بازه‌های زمانی سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۵ به دست آمده است. برای این مرحله، حمل و نقل پنبه پاک شده، دوک‌های پلاستیکی و مقوایی و بسته بندی مواد مانند کیسه‌های پلی اتیلنی سبک[۶]، کیسه‌های پلی اتیلنی سنگین[۷] و کارتن‌های مقوایی لحاظ شده است. حمل و نقل کاری و محلی کارکنان نیز در محاسبات لحاظ شده است. میزان نهاده‌های انرژی در مرحله حمل و نقل **MJ/kg** ۱،۷۸۹۴ به دست آمد که بخش عمده آن، **MJ/kg**۱،۷۰۹ مربوط به حمل و نقل مواد اولیه است. بررسی میزان انتشار نشان میدهد که میزان انتشار در بخش حمل و نقل مواد اولیه و کارکنان کارخانه ریسندگی **CO_2eq/kg** ۰،۱۴۲۵ است. در این محاسبات حمل و نقل هوایی و ریلی لحاظ نشده است.

بررسی انرژی و میزان انتشار بخش ریسندگی

برای محاسبه مقادیر مربوط به ارزیابی چرخه عمر در فرآیند ریسندگی پنبه، تنها انرژی الکتریکی در نظر گرفته شده و می‌توان از انرژی لازم برای تعمیر و نگه‌داری ماشین و نیز تولید آن چشم‌پوشی کرد [۱۶]. کل میزان مصرف انرژی الکتریکی **MJ/kg** ۸،۸۴ است که ۹۷،۷٪ آن از شبکه برق و ۲،۳٪ آن از ژنراتور دیزلی تامین می‌شود. شکل ۵، توزیع درصد مصرف برق را در مراحل مختلف ریسندگی در داخل کارخانه نشان می‌دهد. ۴۴٪ از این انرژی در مرحله ریسندگی، شامل ریسندگی رینگ (حلقه‌ای) و ریسندگی روتور (چرخشی) و ۱۶٪ از آن در مرحله پیش از کشش (آماده‌سازی)، چندلاکنی و شانه‌زنی مصرف می‌شود. این اعداد نشان می‌دهند که بیشترین میزان برق در مرحله ریسندگی مصرف می‌شود. مرطوب سازی و تهویه نیز ۱۶٪ از انرژی را مصرف می‌کند.



شکل۵- توزیع میزان انتشار (مصرف) برق در مراحل مختلف ریسندگی

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، ناشی از مصرف برق شبکه برق و ژانراتور دیزلی است. بررسی داده‌های این بخش نشان می‌دهد که سهم برق مصرفی از شبکه برق در میان انتشار **kgCO_2eq/kg** ۲.۱۳۷ و سهم انتشار احتراق دیزل برای تولید برق،

[۵] **Uttarakhand**
[۶] **L.D.P.E**
[۷] **H.D.P.E**

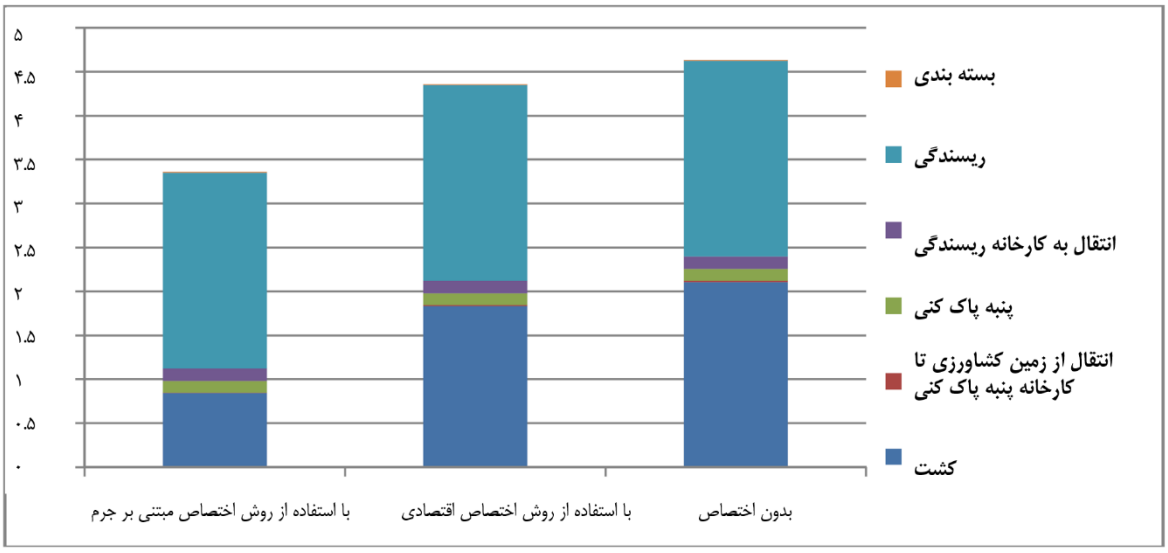
۰.۰۹۰kgCO۲eq/kg برای هر کیلوگرم نخ پنبه است. بررسی میزان انتشار مشخص می‌کند که در مرحله ریسندگی معادل ۲.۲۲۷۲ kg CO۲eq/kg برای هر کیلو نخ پنبه گازهای گلخانه‌ای منتشر می‌شوند.

بررسی انرژی و میزان انتشار مرحله بسته‌بندی

میزان کل نهاده‌های انرژی در بخش بسته‌بندی ۰٫۱۵۴۹ MJ/kg برای هر کیلوگرم نخ پنبه تولیدی به دست آمده است. بیشترین سهم به ترتیب مربوط به کارتن‌های مقوایی ۰٫۱۴۳۲MJ/kg، کیسه‌های پلی‌اتیلن سنگین ۰٫۰۰۷۵MJ/kg، دوک‌های مقوایی ۰٫۰۰۳۸ MJ/kg و مواد بسته‌بندی از جنس پلی اتیلن سبک ۰٫۰۰۰۲ MJ/kg است.

بررسی میزان انرژی و انتشار برای مواد مورد استفاده برای بسته‌بندی مشخص می‌کند که این مرحله سهمی به میزان ۰٫۰۰۷۵ CO۲ eq/kg تولید کربن برای هرکیلو نخ پنبه و کارتن‌های مقوایی بالاترین سهم را در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند. استفاده دوباره و بازیافت موارد مورد استفاده در بسته بندی در این محاسبه در نظر گرفته نشده‌اند [۱۷].

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در بررسی چرخه عمر تولید نخ پنبه بر مبنای روش اختصاص مبتنی بر جرم، بیشترین مقدار چرخه عمر انتشار گازهای گلخانه‌ای برای نخ پنبه در مرحله ریسندگی است، پس از آن بیشترین مقدار مربوط به بخش کشت پنبه و سپس به ترتیب مراحل پنبه‌پاک‌کنی، حمل و نقل به کارخانه ریسندگی مراحل موثرتر هستند.



شکل ۶- توزیع برق در بخش‌های مختلف مراحل چرخه عمر فرآیند تولید نخ پنبه

بررسی چرخه عمر تولید نخ پنبه نشان می‌دهد که تولیدکنندگان برای کاهش میزان کلی انتشار برای تولید نخ پنبه باید تمرکز بیشتری بر روی مراحل ریسندگی و کشت بگذارند. آن‌ها می‌توانند رد پای کربن در مرحله ریسندگی از طریق اقدامات زیر کاهش دهند:

- استفاده از کنتورهای الکتریکی برای تعیین میزان بهینه مصرف برق براساس خروجی دستگاه
- بهره‌برداری از گرمای اتلافی ژنراتورهای دیزلی به منظور کاهش آلودگی هوا و آلودگی حرارتی (گرمای تولید شده) با کاهش آزادسازی/خروج گازهای دودکش در دمای بالا
- نصب سیستم برق خورشیدی برای تأمین بخشی از بار مصرفی حین ساعات اوج مصرف یا در طول روز
- بهبود شاخص کارایی کلی تجهیزات[۸] ماشین‌آلات بر مبنای زمان چرخه ایده‌آل
- اصلاح عملکرد ماشین‌آلات یا به‌روزرسانی فناوری
- بهبود عملکرد موتور دستگاه‌ها به عنوان عامل اصلی ذخیره انرژی
- استفاده از دمنده‌های کارآمدتر برای افزایش ظرفیت هوادهی[۹]

[۸] Overall equipment effectiveness
[۹] cubic feet per minute (CFM)

در مطالعات انجام شده مشخص شد که پایداری مرحله کشت می‌تواند با استفاده از شیوه‌های بهتر و بروزتر مدیریت کشت مانند آبیاری قطره‌ای و استفاده از کشاورزی زیستی برای کم کردن اثرات کلی بهبود یابد. کاهش استفاده از کودهای آلی می‌تواند به طرز چشمگیری میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را کنترل کند. چشم‌انداز بازیابی انرژی از ضایعات پنبه پاک‌کنی می‌تواند کاهش قابل توجه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در پی داشته باشد. تقریبا نیمی از نیازهای حرارتی کارخانه‌ها می‌تواند توسط یک واحد زیست انرژی در داخل آن کارخانه تأمین شود. می‌توان با تأمین مواد اولیه از تأمین‌کنندگان مجاور و استفاده از وسایل نقلیه بزرگتر برای کاهش دفعات حمل، از سهم مرحله حمل و نقل در میزان انتشار کاست.

اتفاق نظری کلی در جامعه علمی وجود دارد که به دلیل طبیعی بودن الیاف پنبه، این الیاف گزینه بهتری برای استفاده در منسوجات هستند. از این رو نیاز به اطلاعات دقیق‌تر و جزئیات بیشتر در مورد انرژی و میزان انتشار نخ پنبه حس می‌شود. اولین مطالعه انجام شده در زمینه چرخه عمر مسیرهای محصولات/ فرآیندهای نساجی هند است. انتظار می رود تا یافته‌های به دست آمده از این مطالعه از طریق تمرکز بر مراحلی که تاثیر بیشتری بر روی میزان انتشار در فرآیند تولید نخ پنبه دارند، زنجیره تأمین را بهبود بخشند و به بهبود تصمیم‌گیری در فرآیندهای تولید منسوجات کمک کنند. افزون بر این، این پژوهش می‌تولندبه ارائه معیار و نمونه‌ای نیز برای مقایسه نخ پنبه با دیگر نخ‌ها کمک کند.

منابع:

۱. R. Velavan, R. Rudramoorthy, and S. Balachandran, (۲۰۰۹). "CO۲ Emission Reduction Opportunities for Small and Medium Scale Textile Sector in India," J. Sci. Ind. Res., vol. ٦٨, no. July, pp. ٦٣٠–٦٣٣. ٠ ٠,٥ ١ ١,٥ ٢ ٢,٥ ٣ ٣,٥ ٤ ٤,٥ ٥ Mass Economic Without allocation Packaging Spinning Transportation to spinning Ginning Transportation from farming to ginning Farming Nigam et al IAAST Vol ٧[١] March ٢٠١٦ ١٢ | P a g e ©٢٠١٦ Society of Education, India

۲. C.Prakash, T.Maruthavanan, and C. Parvathi, (۲۰۰۹)."Environmental impacts of textile industries," Indian Text. journal., vol. CXVII, no. ٢, pp. ٢٢–٢٦.

۳. T. Publication and H. a S. B. Published, (۲۰۱۱)."Cotton Market and Sustainability in India."

۴. B. Jeffries, (۲۰۱۳)."Cutting cotton carbon emissions ~ Findings from Warangal , India,".

۵. P. Ton, A. Asterine, and M. Knappa, "Cotton and Climate Change- Impacts and Options to Adapt," ۲۰۱۱.

۶. E. M. Kalliala and P. Nousiainen, "Life Cycle Assessment Environmental profile of cotton and polyster-cotton fabrics," AUTEX Res. J., vol. ١, no. ١, pp. ٨–٢٠, ١٩٩٩.

۷. M. S. Bhaskar, P. Verma, A. Kumar, and N. Delhi, "Bureau of Energy Efficiency , Ministry of Power , New Delhi," vol. ٤, no. ٢٢٣١, pp. ٣٦–٣٩, ٢٠١٣.

۸. Y. Dhayaneswaran and L. Ashokkumar, "A Study on Energy Conservation in Textile Industry," J. Inst. Eng. Ser. B, vol. ٩٤, no. ١, pp. ٥٣–٦٠, Aug. ٢٠١٣.

۹. A. Agha and D. P. Jenkins, "Energy analysis of a case-study textile mill by using real-time energy data," pp. ٢٢٣– ٢٣١.

۱۰. S. Virginia, N. Carolina, and S. Carolina, "EPA - Ginning Regulations," October, pp. ١–٩, ١٩٩٥.

۱۱. S. H. Pishgar-Komleh, P. Sefeedpari, and M. Ghahderijani, "Exploring energy consumption and CO۲ emission of cotton production in Iran," J. Renew. Sustain. Energy, vol. ٤, no. ٣, ٢٠١٢.

۱۲. P. A. Funk, R. G. H. Iv, S. E. Hughs, and J. C. Boykin, "Changes in Cotton Gin Energy Consumption Apportioned by ١٠ Functions," vol. ١٨٣, pp. ١٧٤–١٨٣, ٢

۱۳. ٠١٣. ١٣. T.-M. Choi, "Supply Chain Management in Textiles and Apparel," J. Text. Sci. Eng., vol. ٠٢, no. ٠٢, ٢٠١٢.

۱۴. ISO/TC/٢٠٧, "Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework," Int. Organ. Stand., vol. ١٩٩٧, ٢٠٠٦.

۱۵. P. A. Funk, R. G. H. Iv, S. E. Hughs, and J. C. Boykin, (۲۰۱۳). "Changes in Cotton Gin Energy Consumption Apportioned by ١٠ Functions," vol. ١٨٣, pp. ١٧٤–١٨٣.

۱۶. N. M. Van Der Velden, M. K. Patel, and J. G. Vogtländer, (۲۰۱٤)."LCA benchmarking study on textiles made of cotton, polyester, nylon, acryl, or elastane," Int. J. Life Cycle Assess., vol. ١٩, no. ٢, pp. ٣٣١–٣٥٦.

۱۷. D. C. Edwards and J. M. Fry, (۲۰۰٦). "Life Cycle Assessment of Supermarket Carrier Bags: A review of the bags available in ٢٠٠٦," Environmental Agency Bristol.