

کاربرد تاریخی چوب و مقایسه آن با پلیمرهای مدرن در ارتوز و پروتز

چوب یکی از قدیمی‌ترین مواد مورد استفاده در ساخت ارتوزها و پروتزها به‌شمار می‌رود و در گذشته، به ویژه پیش از توسعه مواد مصنوعی پیشرفته، نقش مهمی در ساخت پروتزهای اندام تحتانی، فریم‌های ارتوزی و به ویژه سوکت‌های پروتزی ایفا کرده است. این ماده به‌دلیل در دسترس بودن، استحکام مناسب، قابلیت شکل‌دهی دستی و امکان اصلاح کارگاهی، امکان تطبیق نسبی با آناتومی بیمار را فراهم می‌کرد و به طور گسترده در ساخت پروتزهای کلاسیک مورد استفاده قرار می‌گرفت.

با وجود این مزایا، سوکت‌ها و اجزای چوبی با محدودیت‌هایی مانند وزن نسبتاً بالا، حساسیت به رطوبت و شرایط محیطی، تغییر شکل در طول زمان و نیاز به نگهداری منظم همراه بودند که می‌توانست بر راحتی و دوام وسیله تأثیر منفی بگذارد. با پیشرفت علم مواد، پلیمرهای مدرن و کامپوزیت‌های پلیمری به‌تدریج جایگزین چوب شدند. این مواد با وزن کمتر، امکان فیت دقیق‌تر، انعطاف‌پذیری کنترل‌شده، دوام بالاتر و سازگاری بهتر با پوست و بافت نرم، تحول چشمگیری در طراحی و عملکرد سوکت‌های پروتزی ایجاد کردند. همچنین استفاده از روش‌های نوین ساخت مانند ترموفرمینگ^۲ و لمینیشن^۳ موجب بهبود عملکرد بالینی و افزایش رضایت بیماران شد. در مجموع، گذار از چوب به پلیمرهای مدرن بیانگر نقش تعیین‌کننده پیشرفت علم مواد در ارتقای کیفیت، راحتی و کارایی ارتوزها و پروتزها است.

انواع چوب

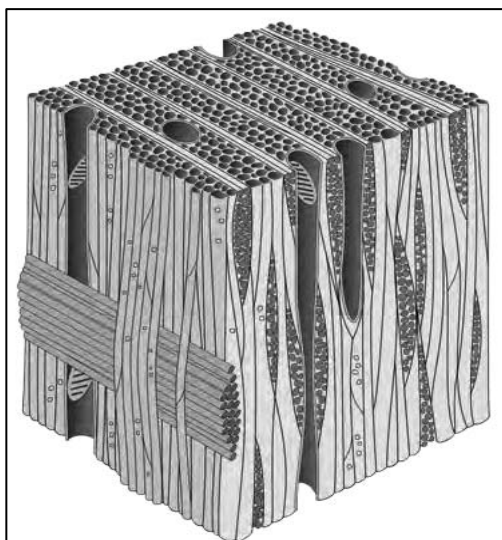
چوب‌های سخت: چوب‌های سخت از درختان برگ‌ریز مانند بلوط، افرا، گیلان و ماهون به‌دست می‌آیند و دارای ساختار متراکم و فشرده هستند که موجب دوام و استحکام مکانیکی مناسب آن‌ها می‌شود. نمونه‌ای از ساختار این نوع چوب در تصویر (۳-۱) نشان داده شده است.

چوب‌های سخت به‌دلیل استحکام بالا، پایداری نسبی و قابلیت شکل‌دهی دستی، در ساخت اجزای اصلی پروتزها، به ویژه بدنه و سوکت‌های پروتزی اولیه اندام تحتانی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این ویژگی‌ها امکان تحمل بار را فراهم می‌کرد. از جمله مزایای استفاده از چوب‌های سخت می‌توان به دوام و استحکام بالای

۲- **Thermoforming (ترموفرمینگ):** فرآیندی است که در آن ورق پلیمری با حرارت نرم شده و سپس بر روی قالب شکل داده می‌شود تا فرم نهایی مورد نظر به دست آید.

۳- **Lamination (لمینیشن):** روشی است که در آن چند لایه از مواد، معمولاً الیاف و رزین، روی یکدیگر قرار گرفته و به هم متصل می‌شوند تا قطعه‌ای مستحکم و یکپارچه ایجاد شود.

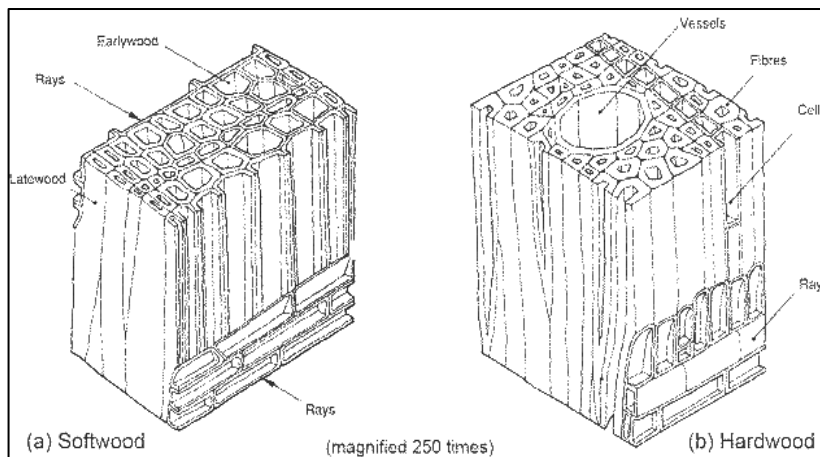
آنها اشاره کرد، در حالی که هزینه بیشتر و دشوار بودن برش و شکل دهی از مهم ترین محدودیت های آنها به شمار می رود.



شکل (۱-۳) / ساختار سلولی یک چوب سخت. به
ساختار لوله ای با منافذ (یا رگ ها) توجه کنید، این ساختار
در چوب های نرم رایج نیست و معمولاً دیده نمی شود.

چوب های نرم: چوب های نرم از درختان مخروطی مانند کاج، صنوبر، نراد و سرو به دست می آیند که اغلب همیشه سبز هستند و دارای ساختار ساده تر و تراکم کمتر نسبت به چوب های سخت می باشند. تفاوت ساختاری میان چوب های نرم و سخت در شکل (۲-۳) نمایش داده شده است.

چوب های نرم به دلیل وزن کمتر، سهولت در شکل دهی و دسترسی آسان، در ساخت برخی ارتوزهای ساده، بخش هایی که تنش های مکانیکی قابل توجهی را تحمل نمی کنند، قالب ها و قطعات موقتی یا کمکی مورد استفاده قرار می گرفتند. از این نوع چوب ها به ویژه در مواردی که نیاز به اصلاح سریع یا هزینه پایین تر وجود داشت، استفاده می شده است. از جمله مزایای چوب های نرم می توان به سهولت در کار کردن با آنها، مقرون به صرفه بودن و دسترسی گسترده اشاره کرد. در مقابل، این چوب ها به طور کلی نرم تر و کم دوام تر از چوب های سخت هستند و به همین دلیل، کاربرد آنها در ساخت اجزای تحمل کننده ی بارهای مکانیکی زیاد و کاربردهای بلندمدت محدود است.



شکل (۲-۳) / ساختار سلولی

یک چوب نرم در مقایسه با یک
چوب سخت

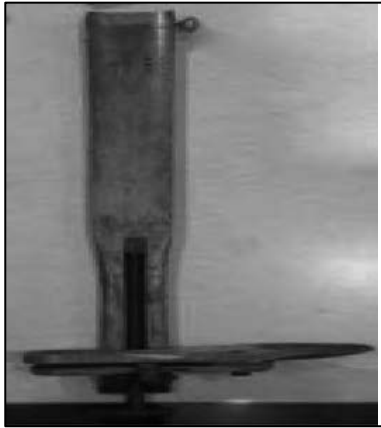
➤ به طور خلاصه، چوب‌های سخت به دلیل استحکام بیشتر برای ساخت اجزای تحمل‌کننده بارهای مکانیکی و چوب‌های نرم به علت وزن کمتر و سهولت در کار کردن با آن‌ها برای ساخت بخش‌هایی که تنش‌های مکانیکی قابل توجهی را تحمل نمی‌کنند، به کار می‌رفتند. امروزه استفاده از هر دو بیشتر جنبه تاریخی و آموزشی دارد و جای خود را به مواد مدرن داده‌اند.

چوب‌های مهندسی و فرآوری‌شده: چوب‌های مهندسی و فرآوری‌شده از چسباندن الیاف، رشته‌ها یا روکش‌های چوبی با استفاده از چسب‌ها تولید می‌شوند و شامل موادی مانند تخته چندلایه، نئوپان و تخته فیبر با چگالی متوسط (Medium-Density Fibreboard) هستند. این فرآیند منجر به تولید موادی با ساختار یکنواخت و پایداری ابعادی بهتر نسبت به چوب طبیعی می‌شود.

این نوع چوب‌ها به صورت محدود در ساخت قالب‌ها، بخش‌هایی که تنش‌های مکانیکی قابل توجهی را تحمل نمی‌کنند، قطعات موقتی یا بخش‌های غیرتماسی در برخی ارتوزها و پروتزها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از این نوع چوب‌ها به ویژه در شرایطی که ابعاد بزرگ، هزینه کمتر و سهولت ساخت مدنظر بوده است، استفاده می‌کردند. با این حال، به دلیل وجود چسب‌ها و مواد شیمیایی و محدودیت‌های زیست‌سازگاری، کاربرد آن‌ها در تماس مستقیم با بدن بسیار محدود بوده است. از جمله مزایای چوب‌های مهندسی‌شده می‌توان به کیفیت یکنواخت و امکان تولید در ابعاد بزرگ اشاره کرد، در حالی که تأثیر بالقوه بر کیفیت هوای محیط و ملاحظات زیستی، از مهم‌ترین محدودیت‌های آن‌ها محسوب می‌شود.

استفاده از چوب در ساخت ارتوزها و پروتزها

ساخت ارتوزها: در گذشته از چوب برای ساخت اجزای حمایتی ارتوزها (مانند AFO)، به ویژه در محیط‌های سنتی یا کمتر توسعه یافته استفاده می‌شده است. نمونه‌ای از ارتوزهای چوبی، در شکل (۳-۳) نشان داده شده است.



شکل (۳-۳) / نمونه‌ای از اولین AFO ساخته شده با چوب

ساخت اجزای پروتزها: همانطور که در شکل (۴-۳) نشان داده شده است، در گذشته از چوب برای ساخت اندام‌های مصنوعی و اجزایی مانند سوکت‌ها و پایلون‌ها استفاده می‌شده است.



شکل (۴-۳) / نمونه‌ای از پروتز بالای زانو ساخته شده با

چوب

استفاده از قالب‌های چوبی برای ساخت ارتوزها: استفاده از قالب‌های چوبی طراحی شده برای ساخت ارتوزها روشی مدرن و دقیق است که با کمک فناوری اسکن سه‌بعدی و CNC^۴، قالبی سبک، مقاوم و چند بار مصرف از چوب‌هایی با مقاومت حرارتی بالا تولید می‌شود. همانطور که در شکل (۳-۵) نشان داده شده است، این قالب‌ها امکان اصلاح فرم قالب بر اساس اصول بیومکانیکی را پیش از ساخت نهایی و از طریق نرم‌افزارهای طراحی مهندسی فراهم می‌کنند، که این امر موجب افزایش دقت و تطابق بیشتر ارتوز ساخته شده با نیازهای فردی بیمار می‌شود.



شکل (۳-۵) / تصویر تعدادی قالب چوبی

ساخت وسایل توان‌بخشی: از چوب در ساخت وسایل کمکی توان‌بخشی مانند عصا و واکر نیز استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این وسایل در شکل‌های (۳-۶) و (۳-۷) نشان داده شده است.



شکل (۳-۷) / تصویر یک نوع عصا از جنس چوب



شکل (۳-۶) / تصویر یک واکر چوبی

راه‌حل‌های موقت و اضطراری: در مواقع اضطراری و به صورت موقت، چوب می‌تواند برای ساخت سریع اسپلینت‌ها و ارتوزهای حمایت‌کننده استفاده شود.

۴- Computer Numerical Control (CNC)

سخن پایانی

چوب یک ماده چند وجهی و کاملاً سازگار با محیط زیست است که جزء جدایی ناپذیر صنایع مختلف به حساب می‌آید. درک ساختار، انواع و روش‌های پردازش آن امکان استفاده بهینه از آن را در مواردی همچون ساخت انواع ارتوزها و پروتزها فراهم می‌آورد. در پایان و برای مرور نکات کلیدی فصل، به جدول (۳-۱) توجه کنید.

نکات برجسته فصل	
ماهیت چوب	چوب ماده‌ای آلی متشکل از الیاف سلولزی در ماتریس لیگنین است که دارای ویژگی‌هایی همچون استحکام، انعطاف‌پذیری و عایق‌بودن می‌باشد.
ویژگی‌های عمومی چوب	استحکام مناسب، قابلیت شکل‌دهی دستی، زیبایی طبیعی، عایق حرارتی و صوتی و تجدیدپذیری زیست‌محیطی
کاربرد تاریخی در ارتوز و پروتز	یکی از قدیمی‌ترین مواد مورد استفاده در ساخت ارتوز و پروتز، به ویژه برای ساخت سوکت‌ها، پایلون‌ها و فریم‌های اولیه
محدودیت‌های چوب سنتی	وزن نسبتاً بالا، حساسیت به رطوبت، تغییر شکل در طول زمان و نیاز به نگهداری مداوم
چوب‌های سخت	ساختار متراکم، استحکام و دوام بالا؛ مناسب اجزای تحمل‌کننده بار
چوب‌های نرم	وزن کمتر و سهولت در کار کردن با آن و مناسب برای ساخت قطعاتی که بار زیادی تحمل نمی‌کنند، ساخت گزینه‌های موقت یا کم‌هزینه با دوام محدود
چوب‌های مهندسی‌شده	ساختار یکنواخت و پایداری ابعادی بهتر؛ کاربرد محدود به ساخت قالب‌ها
کاربرد در ساخت ارتوز	در گذشته مورد استفاده برای ساخت ارتوزهای حمایتی، به ویژه در محیط‌های کم‌برخوردار
کاربرد در ساخت پروتز	در گذشته مورد استفاده برای ساخت سوکت‌ها و پروتزهای کلاسیک اندام تحتانی
قالب‌های چوبی مدرن	استفاده از قالب‌های چوبی CNC با اسکن سه‌بعدی برای افزایش دقت و تطابق ارتوز با اندام
نقش امروزی چوب	بیشتر به عنوان گزینه موقت یا اقتصادی برای ساخت محسوب می‌شود.

جدول (۳-۱) / مرور نکات کلیدی فصل سوم



فصل چهارم: آشنایی با انواع چوب‌پنبه و کاربردهای آن



اهداف یادگیری فصل چهارم

با مطالعه این فصل، دانشجو می‌تواند:

- ۱- ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی چوب‌پنبه و انواع مختلف تجاری آن را بشناسد.
- ۲- کاربردهای متداول چوب‌پنبه در ساخت انواع پروتزها و ارتوزهای اندام تحتانی (مانند کفی‌ها) را توصیف کند.
- ۳- مزایا و محدودیت‌های استفاده از چوب‌پنبه در طراحی و ساخت انواع ارتوزها را توضیح دهد.

مقدمه

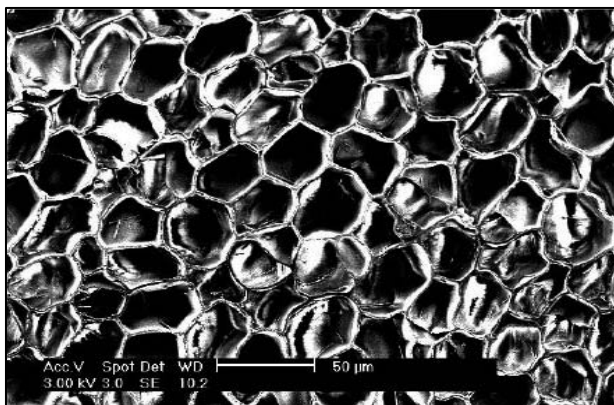
چوب‌پنبه^۱ یک ماده طبیعی و تجدیدپذیر است که از پوست درختان بلوط چوب‌پنبه‌ای که عمدتاً در جنوب غربی اروپا و شمال غربی آفریقا قرار دارند، برداشت می‌شود. درختان معمولاً در فرآیند برداشت چوب‌پنبه آسیبی نمی‌بینند. یکی از اجزای اصلی سازنده چوب‌پنبه سوبرین^۲ است که یک ماده ضد آب و مومی شکل است. وجود این ماده باعث می‌شود که چوب‌پنبه خواص منحصر بفردی همچون شناوری، الاستیک بودن و مقاومت در برابر آتش را داشته باشد.

ساختار چوب‌پنبه

چوب‌پنبه ساختاری لانه زنبوری دارد که عمدتاً از فضاهای خالی تشکیل شده است. علاوه بر آن، چگالی چوب‌پنبه معادل یک چهارم چگالی آب است. مجموعه این ویژگی‌ها چوب‌پنبه را به یک ماده بالشتکی بسیار موثر و کارآمد تبدیل می‌کند که خاصیت انعطاف‌پذیری خاصی را به آن می‌بخشد. در شکل (۴-۱) تصویری از ساختار سلولی چوب‌پنبه نشان داده شده است.

۱- Cork

۲- Suberin



شکل (۴-۱) / ساختار سلولی چوب پنبه

مزایا و معایب استفاده از چوب پنبه

چوب پنبه ماده‌ای طبیعی با ساختار سلولی حاوی هوا است که آن را به ماده‌ای سبک، فشرده‌پذیر و ارتجاعی تبدیل می‌کند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود چوب پنبه در کاربردهایی که نرمی، جذب فشار و راحتی اهمیت دارند، مورد توجه قرار گیرد. چوب پنبه دارای خواص عایق حرارتی و صوتی مطلوب بوده و به طور طبیعی در برابر کپک، قارچ و آفات مقاوم است، از این رو ماده‌ای غیر آلرژی‌زا محسوب می‌شود. همچنین این ماده تجزیه‌پذیر و تجدیدپذیر است و می‌توان آن را بدون آسیب به درخت، به صورت دوره‌ای برداشت کرد. دوام مناسب در برابر سایش و رطوبت، مقاومت نسبی در برابر آتش و نفوذناپذیری در برابر مایعات و گازها (به دلیل وجود ماده‌ای به نام سوبرین) از دیگر ویژگی‌های مهم چوب پنبه به شمار می‌رود.

در کنار این مزایا، استفاده از چوب پنبه با محدودیت‌هایی نیز همراه است. هزینه بالاتر نسبت به برخی مواد مصنوعی، آسیب‌پذیری در برابر اجسام تیز یا بارهای متمرکز سنگین و حساسیت به تماس طولانی مدت با آب که می‌تواند موجب تورم یا تغییر شکل شود، از جمله معایب آن هستند. علاوه بر این، دسترسی محدود به منابع تولید که عمدتاً در مناطق مدیترانه‌ای متمرکز است، می‌تواند بر قیمت و عرضه این ماده تأثیر بگذارد.

انواع چوب پنبه

چوب پنبه بیرکو^۳: این نوع چوب پنبه مخلوطی از گرانول چوب پنبه و نایلون است. از ویژگی‌های آن می‌توان به متخلخل بودن، سبک وزنی، انعطاف‌پذیری، ساختار قوی و حمایت‌کننده اشاره کرد. در ضخامت‌های مختلف و همچنین چگالی نرم و سخت موجود است و به راحتی آسیاب می‌شود. همچنین این نوع چوب پنبه بر اثر گرما شکل‌پذیر می‌باشد.

۳- Birko cork

کاربردهای متداول: این ماده برای استفاده در محل قوس طولی داخلی کفی و همچنین برای انجام اصلاحات و تعمیرات ارتوزهای پا کاربرد دارد.

چوب پنبه کورکس^۴: این نوع چوب پنبه از مخلوط کردن گرانول های چوب پنبه و لاستیک به دست می آید. این ماده علاوه بر انعطاف پذیر بودن، از دوام بالایی نیز برخوردار است.. قابل آسیاب کردن است و در برابر نیروهای فشاری مقاومت می کند. برخلاف Birko cork، این چوب پنبه بر اثر گرما شکل پذیر نیست.

کاربردهای متداول: قابل استفاده در مواردی که هدف از ساخت وسیله تطابق پذیر بودن آن با بدن بیمار است. همچنین می توان از این ماده در مواردی که ارتوزیست قصد ایجاد کردن Wedge را دارد، استفاده نمود.

چوب پنبه الاستی^۵: این نوع چوب پنبه از مخلوط کردن چوب پنبه و لاستیک (با مقادیر متفاوتی نسبت به چوب پنبه Korex) به دست می آید. این ماده هم قابل آسیاب کردن است و بر اثر گرما شکل پذیر است.

کاربردهای متداول: از این چوب پنبه برای ساخت لایه های زیرین و اساسی ارتوزهای پا می توان استفاده نمود.

چوب پنبه ترمو^۶: این نوع چوب پنبه از مخلوط کردن چوب پنبه خرد شده و لاستیک به دست می آید. این نوع چوب پنبه قوی و انعطاف پذیر است و جاذب خوبی برای ضربه های وارده می باشد. همچنین بر اثر گرما شکل پذیر است و با توجه به چگالی ویژه ای که دارد، به عنوان گزینه جایگزین برای بیمارانی که تحمل استفاده از وسایل ساخته شده با اجزای سفت و سخت را ندارند، در نظر گرفته می شود. به طور کلی در مواردی که وزن بیمار یک مسئله اساسی در تصمیم گیری به حساب می آید، استفاده از این نوع چوب پنبه توصیه می شود. یکی از زیر شاخه های این نوع چوب پنبه با نام **Thermo Cork Lite** شناخته می شود.

چوب پنبه کاشن^۷: این نوع چوب پنبه نیز از ترکیب چوب پنبه و لاستیک با مقادیر متفاوت ساخته می شود. ساختاری سفت و سخت دارد و بر اثر گرما شکل پذیر نیست، اما برای شکل دادن به راحتی آسیاب می شود (در لایه ها یا قطعات نازک بریده می شود).

۴- Korex

۵- Elasti-Cork

۶- Thermo Cork

۷- Cushion Cork

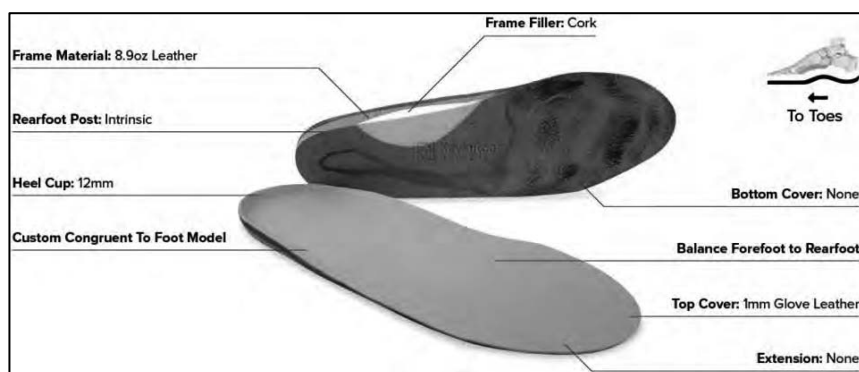
کاربردهای متداول: از این ماده می‌توان برای ساخت Lift و ایجاد Wedge در ارتوزهای پا استفاده نمود.

چوب‌پنبه مالتی^۸: این نوع چوب‌پنبه ترکیبی از چوب‌پنبه خرد شده و ایتیل وینیل استات (EVA) است. جنسی نسبتاً سخت دارد اما آسیاب کردن آن آسان است، از ویژگی‌های منحصر به فرد این نوع چوب‌پنبه می‌توان به ماندگاری طولانی و توانایی حفظ شکل خوب آن اشاره نمود.

کاربردهای متداول: از این چوب‌پنبه می‌توان برای ساخت لایه‌های زیرین و اساسی ارتوزهای پا و یا ایجاد Post در آن‌ها استفاده نمود. همچنین برای پر کردن قوس طولی داخلی و یا ایجاد لیفت در پاشنه پا مناسب می‌باشد.

استفاده از چوب‌پنبه در ساخت ارتوزها و پروتزها

ساخت کفی‌های طبی: از چوب‌پنبه برای ساخت کفی‌هایی استفاده می‌شود که حمایت خوبی را به همراه بالشتک‌گذاری مناسب برای قرارگیری در کف پا فراهم می‌کند. خاصیت ارتجاعی و انعطاف‌پذیری این ماده راحتی را فراهم می‌کند و به توزیع یکنواخت فشار در پا کمک می‌کند، که خستگی و درد را کاهش می‌دهد. نمونه‌ای از این کفی‌ها در تصاویر (۲-۴) و (۳-۴) نشان داده شده است.



شکل (۲-۴) / استفاده از

چوب‌پنبه در بخش قوس طولی داخلی کفی

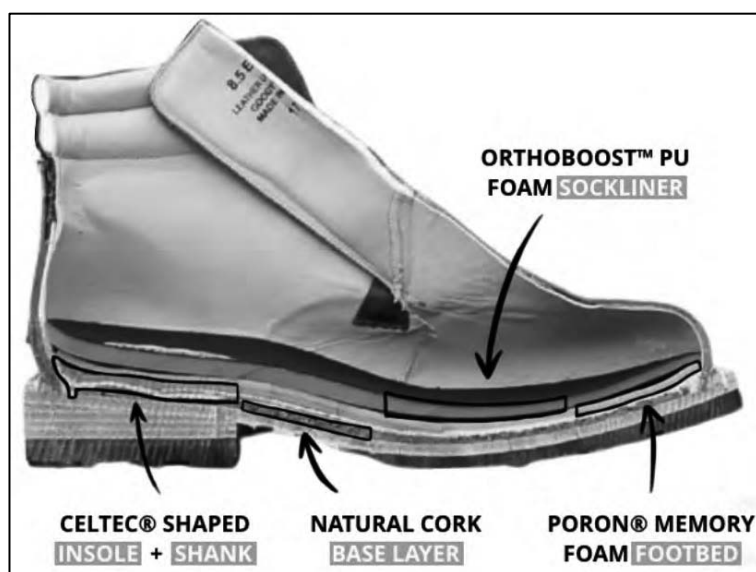


شکل (۳-۴) / استفاده از چوب‌پنبه در ساخت

کفی

ایجاد لایه‌های میانی در پروتزهای خاص: از ترکیبات خاص چوب‌پنبه می‌توان به عنوان لایه بینابینی در پروتزها برای افزایش راحتی و ایجاد فیت مناسب استفاده کرد. اثر بالشتکی انواعی از چوب‌پنبه موجب کاهش اصطکاک می‌شود و به برداشته شدن فشار از روی نقاط حساس کمک می‌کند.

کفش‌سازی: از چوب‌پنبه‌هایی که جاذب شوک و ضربه هستند، در ساخت لایه زیرین برخی از انواع کفی‌های کفش‌های طبی استفاده می‌شود. این موضوع استرس‌های ناشی از ضربه وارده بر روی مفاصل و عضلات را کاهش می‌دهد. نمونه‌ای از این کفش‌ها در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.



شکل (۴-۴) / استفاده از لایه

چوب‌پنبه در ساخت کفش

بالشتک‌گذاری و پدگذاری: از انواعی از چوب‌پنبه که توضیح داده شد، می‌توان برای پدگذاری در بریس‌ها و سوکت‌های پروتزی استفاده نمود. این نوع از بالشتک‌ها سبک هستند و علاوه بر آن که راحتی را افزایش می‌دهند، فشار را نیز از روی مناطق حساس بر میدارند.

سخن پایانی

چوب‌پنبه یک ماده طبیعی قابل توجه با تاریخچه غنی و طیف وسیعی از کاربردها به دلیل خواص منحصر به فرد آن است. پایداری، تطبیق‌پذیری و بی‌ضرر بودن برای محیط زیست، این ماده را به یک عنصر مصرفی مهم در صنایع مختلف تبدیل کرده است. با پیشرفت فناوری و افزایش آگاهی زیست محیطی، استفاده از چوب‌پنبه احتمالاً گسترش بیشتری خواهد یافت که به توسعه پایدار و نوآوری در ساخت وسایل کمک می‌کند. در پایان و برای مرور نکات کلیدی فصل، به جدول (۴-۱) توجه کنید.

نکات برجسته فصل	
ماهیت چوب پنبه	ماده‌ای طبیعی، تجدیدپذیر و سبک که از پوست درخت بلوط چوب پنبه به دست می‌آید و بدون آسیب به درخت برداشت می‌شود.
ترکیب و ساختار	دارای ساختار سلولی لانه زنبوری پر از هوا و حاوی سوبرین که این ماده عامل اصلی خاصیت ضدآب، ارتجاعی و عایق بودن آن است.
ویژگی‌های فیزیکی برجسته	چگالی بسیار کم، انعطاف پذیری، خاصیت بالشتکی، جذب فشار و شوک
مزایای عملکردی	عایق حرارتی و صوتی، مقاوم در برابر قارچ و کپک، غیرآلرژی‌زا، دوام مناسب در برابر سایش و رطوبت
محدودیت‌ها	هزینه بالاتر نسبت به برخی مواد مصنوعی، آسیب پذیری در برابر اجسام تیز، حساسیت به تماس طولانی با آب
چوب پنبه بیرکو (Birko)	سبک، متخلخل، شکل پذیر با گرما؛ مناسب برای استفاده در قوس طولی داخلی کفی و انجام اصلاحات در ارتوزهای پا
چوب پنبه کورکس (Korex)	متراکم‌تر، بادوام، غیرشکل پذیر با گرما؛ مناسب ایجاد Wedge و تطابق پذیری موضعی
چوب پنبه الاستی و ترمو	جذب ضربه بالا، شکل پذیر با گرما؛ مناسب ساخت لایه‌های زیرین در ارتوزهای پا و ساخت ارتوز برای بیماران حساس به مواد سخت
چوب پنبه کاشن و مالتی	سخت‌تر با پایداری شکل بالا؛ مناسب برای ساخت Lift، Post و لایه‌های ساختاری کفی‌ها
کاربرد در ارتوز و پروتز	ساخت کفی‌های طبی، لایه‌های میانی پروتز، پدگذاری بريس و سوکت‌ها
کاربرد در کفش‌های طبی	استفاده در کفی کفش‌های طبی برای کاهش استرس مفصلی و عضلانی
جایگاه امروزی چوب پنبه	ماده‌ای مکمل و تخصصی برای پدگذاری‌های خاص، توزیع فشار و افزایش راحتی بیمار

جدول (۴-۱) / مرور نکات کلیدی فصل چهارم