بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله

٤١٠٨٣

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحویل مدارک

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده نساجی

۱۳۸۱ /۴/ ۲۶

مطالعه روی تاثیرات عملیات دباغی بر خواص الیاف پشم و خامه قالی

پایان نامه کارشناسی ارشد

جعفر حسن پور

استاد راهنما

دکتر علی اکبر قره آغاجی

۱۳۸۰

۴۱۰۸۲

۱۳۸۱ /۴/ ۴۶

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحت پوشش مرکز

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی نساجی وعلوم الیاف جعفر حسن پور

تحت عنـوان

مطالعه روی تاثیرات عملیات دباغی بر خواص الیاف پشم و خامه قالی

در تاریخ۸۰/۸/۱۳ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه — دکتر علی اکبر قره آغاجی

۲- استاد مشاور پایان نامه — دکتر سید مجید مرتضوی

٤- استاد داور — دکتر سید محمد عترتی

٥- استاد داور — دکتر محمد مرشد

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده — دکتر علی اکبر قره آغاجی

تقدیر وتشکر

در اینجا لازم میدانم از جناب آقای دکتر قره‌آغاجی که برای انجام این پایان نامه زحمات فراوانی کشیده اند تشکر کنم همچنین از جناب آقای دکتر مرتضوی ودکتر امیر شاهی دکتر عترتی ، دکتر مرشد، سرکار خانم مهندس برهانی ،علی‌حسینی،خلیلی ودیگر پرسنل محترم دانشکده نساجی تقدیر و تشکر نمایم.

از دوستانم مهندس قدبنان ،مهندس الیاسی،مهندس گلمکانی،مهندس کریمی ،مهندس انور حسینی ،مهندس رجبی،خانم مهندس نصیری ودیگر عزیزان که در طی انجام این پایان نامه مددرسان من بودند تقدیر و تشکر میکنم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات ،

ابتکارات و نو آوریهای ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی

اصفهان است.

تقدیم به :

پدر و مادر مهربانم

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
چکیده	۱
فصل اول:مرور منابع	
۱-۱-مقدمه	۲
۱-۲: ساختمان پروتئینها	٤
۱-۲-۱: ساختمان نوع اول پروتئینها	٥
۱-۲-۲: دومین نوع ساختمان پروتئینها	٦
۱-۲-۳- سومین نوع ساختمان پروتئینها	۷
۱-۲-٤: چهارمین نوع ساختمان پروتئینها	۷
۱-۳-ساختمان پشم	۷
۱-۳-۱- انواع پروتئین موجود در الیاف پشم	۱۳
۱-۳-۲-ساختمان مورفولوژیک لیف پشم	۱۳
۱-٤ خواص مکانیکی الیاف	۲۱
۱-٤-۱- منحنی نیرو – ازدیاد طول	۲۲
۱-٤-۲ -موج و فر	۲۳
۱-٤-۳- ساختمان فیزیکی پشم	۲۳
۱-٥- واکنشهای شیمیایی الیاف پشم	۲۷
۱-٥-۱ واکنش الیاف پشم با اسیدها	۲۷
۱-٥-۲- واکنش الیاف پشم با قلیا	۲۸
۱-٥-۳- واکنش الیاف پشم با اکسید کننده‌ها	۳۲
۱-٥-٤- واکنش الیاف پشم با احیاء کننده‌ها	۳۳
۱-٦- تأثیر عوامل شیمیایی بر خواص مکانیکی الیاف پشم	۳٥
۱-۷- بررسی ساختارشمیایی الیاف پشم با تکنیکهای IR و FT-IR	۳۹
۱-۸- عملیات دباغی	٤۱
۱-۸-۱ -روش سوئیت	٤۱
۱-۸-۲- روش پینت	٤۱
۱-۹- رنگرزی الیاف پشم	٤۲
۱-۹-۱- رنگرزی الیاف آسیب دیده	٤٤
۱-۱۰- ریسندگی نخ قالی (نخ پشمی)	٤٥
فصل دوم: آزمایشات و تجربیات	

عنوان | صفحه

۲-۱-مقدمه ٤٨
۲-۲- مواد مورد استفاده ٤٩
۲-۳- وسایل و تجهیزات مورد استفاده ٤٩
۲-٤- روش نمونه برداری برای پشم چیده ٥٠
۲-٥- عملیات دباغی ٥٢
۲-٦- بررسی استحکام الیاف چیده و دباغی شده ٥٣
۲-۷- بررسی تاثیر دباغی بر خواص استحکامی الیاف در ۱/۳ پائینی الیاف ٥٣
۲-۸-بررسی تورم ایجاد شده در الیاف بر اثر دباغی ٥٦
۲-۹- بررسی حلالیت پشم دباغی و چیده در اسید کلریدریک ٥٦
۲-۱۰- بررسی جذب رطوبت پشم دباغی و چیده ٥٧
۲-۱۱- بررسی پشم دباغی و چیده توسط FT-IR ٥٨
۲-۱۲- تصویر برداری توسط میکروسکوپ الکترونی ٦٢
۲-۱۳- رنگرزی الیاف دباغی و چیده ٧٣
۲-۱٤- ریسندگی خامه قالی ٧٤
۲-۱٥- بررسی استحکام خامه های تولید شده ٧٦
۲-۱٦- بررسی نایکنواجتی در نخها توسط اوستر ٧٦
۲-۱۷ بررسی موئینگی خامه ها ٧٦

فصل سوم: بحث پیرامون نتایج

۳-۱- مقدمه ۷۸
۳-۲-بررسی خواص استحکامی الیاف چیده ودباغی ۷۹
۳-۳- استحکام الیاف پشم در ۱/۳ پائین طولی الیاف ۸۳
۳-٤-تورم درالیاف پشم براثر دباغی ۸٥
۳-٥ —حلالیت پشم دباغی وچیده در اسید کلریدریک ۸٦
۳-٦- جذب رطوبت الیاف چیده و دباغی ۸٦
۳-۷-بررسی پشم دباغی وچیده توسط طیف گیری FT-IR ۸۷
۳-۸-تصویر برداری توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM)از سطح الیاف ۸۹
۳-۹- رنگرزی الیاف پشم ۹۱
۳-۱۰-مطالعه خواص خامه قالی ۹٤
۳-۱۱-خواص استحکامی خامه های تولید شده ۹٥
۳-۲-بررسی یکنواختی نخها (U%) ۹٦

عنوان **صفحه**

فصل چهارم:نتیجه گیری و پیشنهادات

٤-١-آزمایشات انجام شده روی الیاف پشم ٩٧

٤-١-١-آزمایشات انجام شده برای بررسی خواص مکانیکی الیاف ٩٧

٤-١-٢- خواص رنگرزی الیاف پشم دباغی و چیده ٩٨

٤-٢-مطالعه روی خواص ریسندگی خامه قالی از الیاف پشم چیده و دباغی ٩٨

٤-٣- پیشنهادات ٩٩

منابع ١٠٠

پیوستها ١٠٣

چکیده :

قالی بافی و صنعت فرش دستباف از دیر باز معرف هنر وصنعت ایران در سطح جهان بوده و به عنوان یکی از صادرات بزرگ غیر نفتی ایران مطرح بوده است.در سالهای اخیر صادرات فرش دستباف ایران به شدت کاهش یافته است که یکی از دلایل آن را می‌توان افت کیفیت قالی ایران دانست ودراین میان الیاف پشم نقش تعیین کننده ای در کیفیت فرش دستباف دارند. الیاف پشم به طور سنتی به دو طریق چیدن از گوسفند زنده و دباغی از پوست بدست می آیند.با توجه به حجم نسبتا بالای مصرف الیاف دباغی در صنعت فرش دستباف ایران بررسی تاثیر دباغی بر کیفیت الیاف پشم و بررسی تاثیر حضور این الیاف بر خامه قالی و فرش دستباف ضروری می باشد.

در این تحقیق امکان آسیب دیدگی الیاف براثر عملیات دباغی بر الیاف پشم و نیز تاثیر حضور این الیاف بر خواص خامه قالی مورد بررسی قرار گرفت بدین منظور ابتدا استحکام و ازدیاد طول تاحدپارگی الیاف پشم چیده و دباغی اندازه گیری شد و با توجه به نتایج بدست آمده مطالعات تکمیلی از طریق بررسی امکان ایجاد تورم در الیاف براثر دباغی، اندازه گیری حلالیت در اسید و جذب رطوبت الیاف دباغی و چیده انجام گردید. در ادامه این بررسی‌ها ساختار داخلی الیاف از طریق روش طیف سنجی FTIR استفاده و همچنین خواص رنگ پذیری الیاف دباغی و چیده به عنوان یک خاصیت دیگر الیاف پشم در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی خواص مختلف الیاف برای مشخص شدن تاثیر الیاف آسیب دیده بر خواص قالی خامه هایی از الیاف ۱۰۰٪ چیده و مخلوط الیاف چیده و دباغی (با نسبتهای ۱۵٪،۲۰٪،۲۵٪،۳۰٪ از الیاف دباغی) تولید گردید و خواص استحکام وازدیاد طول تا حد پارگی نمونه های خامه و نیز یکنواختی و موئینگی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه آماری بین میانگین نتایج حاصل از رفتار استحکام ـازدیادطول الیاف نشان از کاهش استحکام وازدیاد طول تاحدپارگی الیاف بر اثر دباغی در ۱/۳ میانی طول الیاف دارد. استحکام وازدیادطول تاپارگی الیاف در ۱/۳ پایینی طول الیاف بر اثر دباغی به مقدار بسیار بیشتری کاهش یافته اند.بررسی قطر الیاف دباغی وچیده نشان از تورم در قطر پشم بر اثر دباغی دارد و طیف های FTIR نشان دهنده کاهش تعداد پیوندهای پپتیدی در الیاف پشم دراثر دباغی میباشند.تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده آسیب ایجاد شده در سطح و ساختمان داخلی الیاف بر اثر دباغی می باشند همچنین نتایج بدست آمده از بررسی خواص رنگ پذیری الیاف دباغی و چیده شده نشان از کاهش جذب رنگ الیاف پشم دباغی در رنگرزی با رنگهای لولینگ دارد.مطالعه روی خواص استحکام وازدیاد طول تاحد پارگی خامه‌های قالی تولید شده از درصدهای مختلف الیاف دباغی نشانگر کاهش استحکام آنها دراثرحضور الیاف پشم دباغی شده نسبت به خامه تولید شده ازالیاف پشم ۱۰۰٪ چیده می‌باشد. که مقایسه آماری بین میانگین استحکام وازدیاد طول تا حد پارگی این نمونه ها آنترا تایید می‌نماید.همچنین این مطالعات نشان میدهد که با افزایش درصدالیاف پشم دباغی کاهش استحکام شدت بیشتری دارد وحضور این الیاف باعث افزایش نایکنواختی خامه قالی وافزایش موئینگی آنها میگردد.

فصل اول
مرور منابع

۱-۱-مقدمه:

تولید و صادرات جهانی فرش دستباف در سالهای اخیر دچار تغییر و تحولات بسیاری شده است. و به نظر می‌رسد که این دگرگونی‌ها صنعت فرش دستباف درایران را که از دیرباز جزء مهمترین تولیدات وصادرات بوده است، تحت تأثیر خود قرار داده است.

قالیبافی در ایران حوزهٔ فعالیت و ارتزاق گروه عظیمی از مردم ایران بخصوص روستاییان است و به طور کلی ۸٪ از اشتغال در ایران مربوط به صنعت فرش است [۱].

صنعت فرش علاوه بر اشتغال زایی از گذشته دور یکی از منابع مهم درآمدهای ارزی ایران بوده است. به طوری که در سالهای اخیر فرش دستباف بزرگترین صادرات غیرنفتی ایران بوده است وبه طور کلی کمتر کالایی مثل فرش در میان صادرات غیرنفتی ایران قادر به رقابت نسبی و یا مطلق در بازارهای جهانی است.

با توجه به این مسئله که صنعت قالی‌بافی عمدتاً با اقشار مستضعف و روستایی که غالباً با کمبود درآمدهای کشاورزی و بیکاریهای فصلی مواجه هستند، پیوند دارد تغییرات حاصله در این صنعت علاوه بر اثرات گستردهٔ اقتصادی دارای اثرات اجتماعی مثل مهاجرت نیز می‌باشد.

با نگاهی به تاریخ فرش معلوم می‌شود به احتمال زیاد قالی‌بافی بعد از فنونی نظیر سبدبافی، پارچه‌بافی به وجود آمده و تکامل یافته است . انسانهای اولیه ابتدا از پوست درختان و حیوانات و حصیر به عنوان فرش استفاده می‌کرده‌اند. که قدمت آنرا به ۲۵ تا ۳۰ هزار سال پیش نسبت داده‌اند[۲].

پس از اهلی شدن گوسفندان از پشم آنها برای بافت فرشهای پرزدار استفاده شد. این فرشها علاوه بر زیرانداز به عنوان روانداز، روپوش حیوانات، کیسه‌های حمل مواد و ....استفاده می‌شده‌اند.

بدرستی معلوم نیست که اولین قالی در جهان از آن ایرانیان، چینی‌ها و یا دیگر ملتها بوده است. ولی از قدیمی‌ترین فرشهای بدست آمده می‌توان به قالیچهٔ پازیریک[1] اشاره کرد این قالیچه اکنون در موزهٔ آرمیتاژ روسیه نگهداری می‌شود و به مادها یا هخامنشیان نسبت داده می‌شود[۲].

این کشف نشان از قدمتی بیش از ۲۵۰۰ سال برای صنعت فرش ایران دارد. با گذشت زمان صنعت فرش ایران شکوفاترشده و در قرون ۷و٦ میلادی (دورهٔ ساسانیان) به اهمیت و شهرت بالایی رسید. چنانچه سالنامهٔ سوئی‌سو[2] از فرش ایران بعنوان کالائی وارداتی به چین نام می‌برد. فرش بهارستان یکی از معروفترین فرشهای باستانی ایران بوده است[۲].

در دوران صفویه صنعت فرش ایران به شکوفایی و رشد بالایی رسید و در این سالها (١٦ تا ١٨ میلادی) چندین مرکز قالیبافی در تبریز، اصفهان و دیگر شهرهای ایران ایجاد شد. در کارگاههای منتسب به دربار فرشهای مخصوص دربار و نیز صادرات بافته میشد و مأموران حکومت نیز موظف بودند با بازرسی اصالت و کیفیت فرشها را حفظ کنند. در این سالها تجارت فرش به صورت امری عادی درآمد و صدور قالی از اصفهان و تبریز به ترکیه و از آنجا به اروپا و از طریق خلیج فارس توسط پرتغالی‌ها به اروپا آغاز شد در قرن شانزدهم میلادی قالی ایران در اروپا کالایی پرشکوه و اعجاب‌آور بوده است. با تمرکز تدریجی ثروت در اروپا تقاضای فرش بالا رفت به طور مثال می‌توان به سفارش دربار لهستان به کارگاههای کاشان واصفهان نام برد، که به علت ناشناخته بودن فرش ایران در اروپا این فرشها به نام فرشهای لهستانی معروف گردید[۲].

در دورهٔ معاصر نیز ایران همواره به عنوان بزرگترین تولید کنندهٔ فرش مطرح بوده به طوری که در سال ۱۹۷۰ میلادی ایران نیمی از بازار جهانی فرش را در اختیار داشت [۲]. در طی سالهای بعد صادرات فرش در نوسان بود و در سالهای ٧٤-٧٢ هجری به اوج خود رسید و پس از آن شروع به کاهش کرد. در سالهای ۷۲ و ۷۳ ارزش صادرات ایران به ترتیب ١/٦٤ و ١/٦ میلیارد دلار بود [۳].

با توجه به مطالب بالا بررسی دلایل این کاهش از اهمیت بالایی برخوردار است. می‌توان افت کیفیت فرش را به عنوان یکی از مهمترین دلایل دانست.

الیاف پشم مادهٔ اولیهٔ فرش می‌باشد و تأثیر مستقیم بر کیفیت فرش دارد. عواملی نظیر نژاد، تغذیه و ... به کیفیت الیاف پشم تأثیر دارند.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

1-Pazyrek 2-Sui-Su

الیاف پشم به دو صورت عمده بدست می‌آید. اولین روش، چیدن پشم از گوسفند زنده می‌باشد. روش دیگر بدست آوردن آن از پوست گوسفند ذبح شده می‌باشد که به آن پشم دباغی می‌گویند. طی سالهای ۱۳۷٦ و ۱۳۷۷ به ترتیب ۱۲۱۸۰۰۰۰ و ۱۱۲٤٦۰۰۰ رأس گوسفند در ایران ذبح شده است [٤]. با توجه به قیمت بالاتر گوشت نسبت به پشم، پشم این گوسفندان قبلاً چیده نشده و توسط دباغی از پوست جدا می‌شوند و تقریباًتمامی این الیاف وارد صنعت فرش می‌شوند.

دباغی به طور سنتی به دو روش سوئیت[1] و پینت[2] انجام می‌گیرد. در روش سوئیت پوست خیس در محیط مرطوب نگه‌داری می‌شود تا پشم از پوست جدا شود. این روش زمان‌بر بوده و به پوست آسیب می‌رساند. از طرفی روش پینت سریعتر بوده و به پوست آسیب نمی‌رساند در حالی که به الیاف پشم آسیب می‌رساند [٥] . در ایران دباغی به روش پینت انجام می‌گیرد. مواد مصرفی در تولید پینت، سولفور سدیم و آهک می‌باشند که به ترتیب احیاء کنندهٔ قوی و قلیایی قوی هستند این عوامل در تماس مستقیم با پشم باعث تخریب کامل پشم می‌شوند ولی در دباغی بین الیاف پشم و ماده دباغی تماس مستقیم وجود ندارد [٦]. همانطور که در بالا ذکرشد مقدار پشم دباغی بسیار زیادی در صنعت قالی و فرش استفاده می‌شود که ضرورت بررسی دقیق تأثیرات عملیات دباغی برالیاف پشم وتاثیر حضور ابن الباف بر خواص خامه قالی را روشن می‌کنند وهدف این تحقیق، بررسی این اثرات می‌باشد.

۱-۲: ساختمان پروتئینها

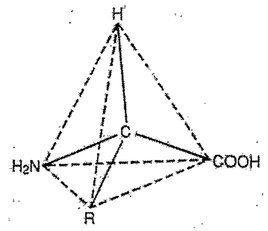
پروتئینها از اسید آمینه[3] تشکیل شده‌اند و در طبیعت حدود ۲۲ اسید آمینه وجود دارد [۷]. این اسیدآمینه‌ها، α – آمینواسید می‌باشند که فرمول عمومی اسیدآمینه‌های α به صورت زیر است.

HOOC-CH-R
NH2

به علت اینکه چهارگروه متفاوت به کربن α متصل هستند، این کربن فعالیت نوری دارد. به طور کلی یک اسیدآمینه از نظرفضایی چون شکل ۱-۱- می‌باشد[۱۰].

اسیدهای آمینه خاصیت آمفوتریک دارند و در نقطهٔ ایزوالکتریکیشان از نظر بار الکتریکی خنثی بوده. در PH بالاتر دارای بار منفی بوده و در pH کمتر ازنقطهٔ ایزوالکتریکشان دارای بار مثبت می‌باشند. برای پشم این نقطه pH = ٤/٥ می‌باشد.اسیدهای آمینه با هم ترکیب شده و زنجیرهای پلی پپتیدی (پروتئینها) را تشکیل می‌دهند [۸].

1-Sweet 2-Paint 3-Amino Acid



شکل ۱-۱- شکل فضایی اسید آمینهٔ $\alpha - [\lambda]$

$$NH_2CHRCOOH + NH_2CHRCOOH \xrightarrow{-H_2O} NH_2CHR-[CONHCH]-RCOOH$$

$$NH_2CHR-[CONHCH]-RCOOH + n(NH_2CHRCOOH) \xrightarrow{-nH_2O}$$

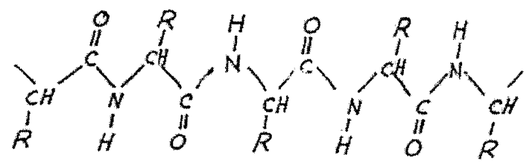
پلیمریزاسیون پلی کنداسه

$$\rightarrow NH_2CHR-[CONHCHR]_n-COOH$$

وزن ملکولی پروتئینها بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰۰ دالتون می‌باشد. امکان تغییرات و ترکیبات حاصله از مجموع این ۲۲ اسیدآمینه که در ساختمان پروتئینها شرکت دارند بسیار گسترده بوده در نتیجه انواع پروتئینهای بدست آمده بسیار متنوع و گوناگون خواهند بود.تنوع حالات ممکن به علت وجود وظایف مختلف برای پروتئینها می‌باشد. در مقایسه با سایر پلیمرهای طبیعی، پروتئینها از وظایف گسترده‌ای مثل، آنزیم، هرمون، آنتی‌بادی، حمل‌کننده، ملکولهای ذخیره کننده، واحدهای ساختمانی ودیگر وظایف مهم برخوردارند.اختلاف بین پروتئینها را نباید تنها ناشی از طرز قرار گرفتن واحدهای اسید آمینه (که ساختمان نوع اول پروتئین می‌باشد) در زنجیر پلیمر دانست، بلکه نکات دیگری مثل ساختمان سه بعدی پلیمر نیز در این مورد تأثیر دارد [۷].

۱-۲-۱: ساختمان نوع اول پروتئینها :

ساختمان نوع اول به ترتیب قرارگرفتن اسیدهای آمینه در زنجیر پروتئین گفته می‌شود. اسیدهای آمینه توسط پیوند کووالانسی پپتیدی که از طریق کندانسیون ایجاد شده‌اند بیکدیگر مرتبط گشته و پلی‌پپتیدها را بوجود می‌آورند.



شکل ۱-۲- فرمول گسترده یک زنجیر پروتئین[۷]

تفاوت در R باعث بوجود آمدن ساختمانهای مختلف می‌شود [۷].

۱-۲-۲: دومین نوع ساختمان پروتئینها:

ساختمان نوع دوم پروتئینها به تمامی حالتها و شکلهای فضایی گفته می‌شود که پلی پپتیدها می‌توانند به خود بگیرند . شکل یک پروتئین نتیجهٔ تمامی قسمتهای متصل به هم و اثرات حاصله از نیروهای متقابل ملکولی به یکدیگر می‌باشد. براثر این نیروهای متقابل انواع تابها بوجود می‌آیند [۷].این تابها عبارتند از :

تاب α[۱]

صفحات β[۲]

تاب سه لایه، حلقه و یا تاب مختلط.

مهمترین حالت تابی شکل در پروتئینها تاب یا پیچ $-\alpha$ می‌باشد. الگوی این تاب نتیجه تجارب و اطلاعات زیادی است که از طریق اشعهٔ X بدست آمده است. در این ساختمان ۱۸ اسیدآمینه در پنج گردش و یا ۳/٦ اسیدآمینه در هر تاب زنجیر پروتئین وجود دارد. این تابها پایداری خود را توسط پیوندهای هیدروژنی حاصل از گروههای ایمینی و کربونیل، پیوندهای نمکی مابین گروههای جنبی یونی بازی و اسید و اسید آمینه فنل دار و نیروهای واندروالس بدست می‌آورند. شکل ۱-۳ نیروهای الکترواستاتیک و نیروهای واندروالس را نشان می‌دهد [۷].

صفحات β را می‌توان به شکل حاصل از قرار گرفتن ورقه‌های موازی زنجیرهای پلی‌پپتیدی تشبیه نمود.نیروهای نگهدارنده و پایدارکنندهٔ این ساختمان حاصل از ارتباطی است که بین دو زنجیر و یا داخل یک زنجیر بوجود خواهد آمد.

فرم α و β قابل تبدیل به هم هستند، با کشش مارپیچ‌های $-\alpha$، این ساختمان تبدیل به صفحات موازی β می‌شوند و در فرم β نیز به تدریج پروتئینها بدور یکدیگر چرخیده و پیچ $-\alpha$ را بوجود می‌آورند و در این حالت در ساختمان موجودات زنده شرکت و فعالیت می کنند [۷].

برای ساختمان با تاب سه لایه می‌توان کلاژن[۳] را مثال زد. ساختمان کلاژن از به هم تابیده شدن سه زنجیر پلی پپتیدی بوجود آمده که هر زنجیر نیز برخوردار از پیچ $-\alpha$ می‌باشد. این ساختمان پایداری خود را از طریق پیوندهای هیدروژنی بوجود آمده بین زنجیرهای مختلف در کلاژن بدست می‌آورد [۷].

ساختمان مختلط متعلق به نوعی از زنجیرهای پلی‌پپتیدی می‌باشد که بتوان آنها را با کشیدن به نهایت درجه از هم باز و گسترده نمود. البته چنین ساختمانی بندرت در طبیعت یافت می‌شود. اسیدآمینه‌های موجود در زنجیر آماده تغییر شکل و گسترده شدن رشتهٔ پلیمر بوده و در حقیقت پروتئینهایی از این خاصیت برخوردارند که اسیدهای آمینه آنها از زنجیرهای جانبی کوچکی برخوردار باشند و هیچگونه ممانعت فضایی

1-α-Helix 2-β-Pleat 3-Colagen