دانشکده مهندسی نساجی – دانشگاه صنعتی اصفهان

ساختمان فیزیکی الیاف

دکتر مصطفی یوسفی

FIBER STRUCTURE
ساختار فیزیکی الیاف

- ساختار = چگونگی قرار گرفتن اجزاء
- فیزیکی= ...
- الیاف = واحد سازنده نخ پارچه و کالای مشابه

- مراجع:

- 1. J. W. S. Hearle and R. H. Peters, Editors, ***Fiber Structure,*** Butterworth&Co, U.K. 1968
- 2. M. Harris, Editor, ***Handbook of Textile Fibers***, Textile Book Publisher, INC, USA, 1954.
- 3. W. E. Morton and J. W. S. Hearle, ***Physical Properties of Textile Fibers,*** Textile Institute, UK, 1993, P: 1-74, 564-584.

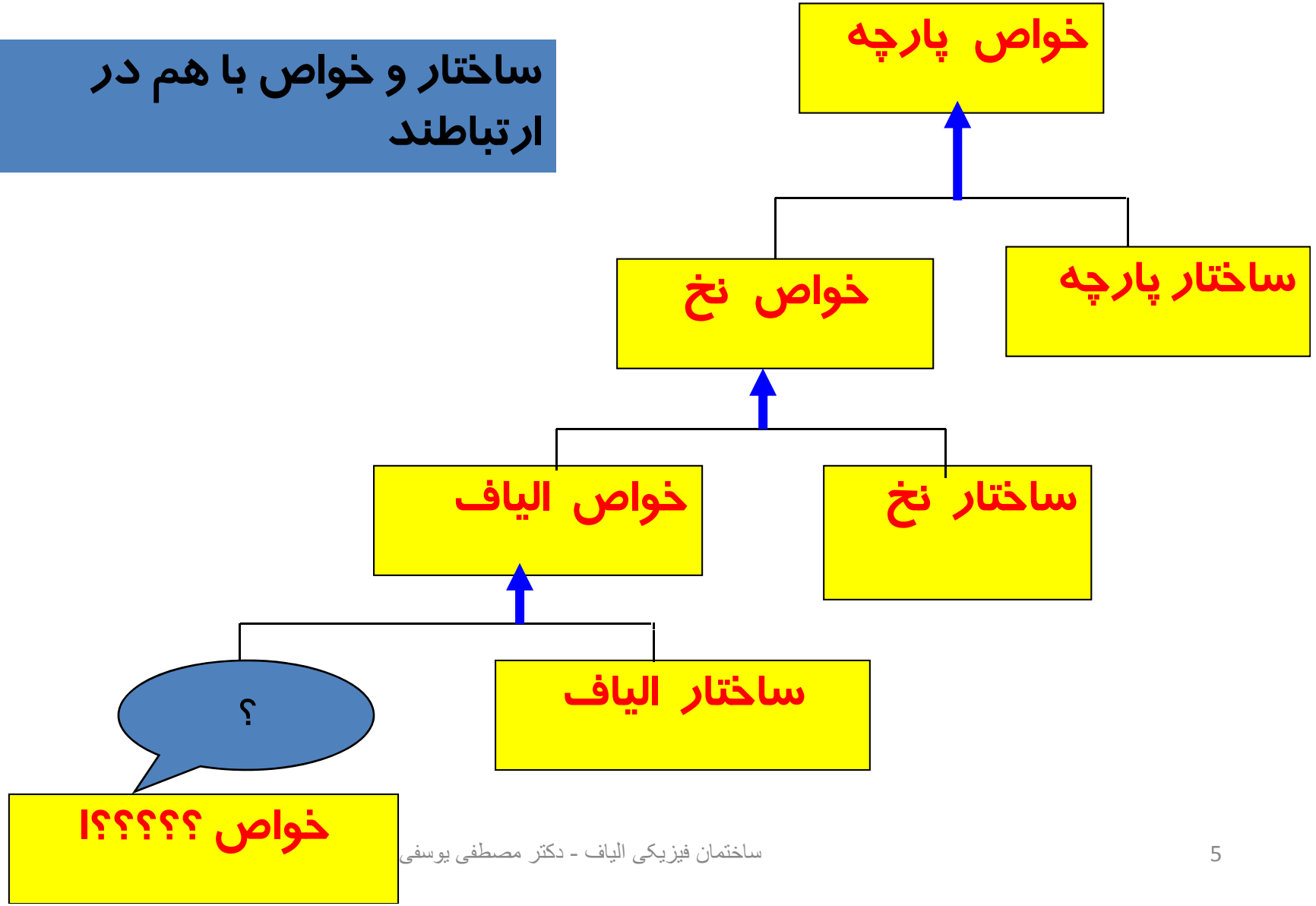
ادامه مراجع

- 4. Cullity, X-Ray Diffraction,1975.
- 5. J. W. S. Hearle, J. T. Sparrow, and P. M. Cross, The Use of the Scanning Electron Microscope, ? , 1992..
- ۶- یوسفی، برهانی، ساختمان فیزیکی الیاف، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی نساجی، اصفهان، ۱۳۷۵.

- تولید کل الیاف مصنوعی در جهان در سال ۲۰۰۳ : ۳۰/۸ میلیون تن
- تولید کل الیاف پلی استر در جهان: ۲۲/۱ میلیون تن
- تولید کل الیاف PA : ۳/۹۳ میلیون تن
- تولید کل الیاف اکریلیک: ۲/۵۷ میلیون تن

ارتباط بین خواص وساختار اجزاء

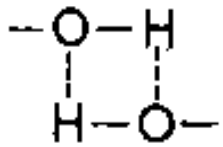
ساختار و خواص با هم در ارتباطند



ساختار ملکولها

- چگونگی قرار گرفتن عناصر در ملکولها
- پیوندهای درون ملکولها ....**کووالانسCOVALANT BONDS...**
- **`پیوند های بین ملکولها:**
- **هیدرژنی**
- **پیوندهای ثانویه**
- **واندروالسVAN DER WAALS FORCES**
- **INTERMOLECULAR FORCES**

پیوندهیدروژنی



- پیوند هیدرژنی

پشم و پنبه و ویسکوز....

توزیع الکترنها

O-H…O 2.7 A 3-6 KCAL/MOL

O-H…N 2.8 A

N-H…O 2.9 A 3-5 KCAL/MOL

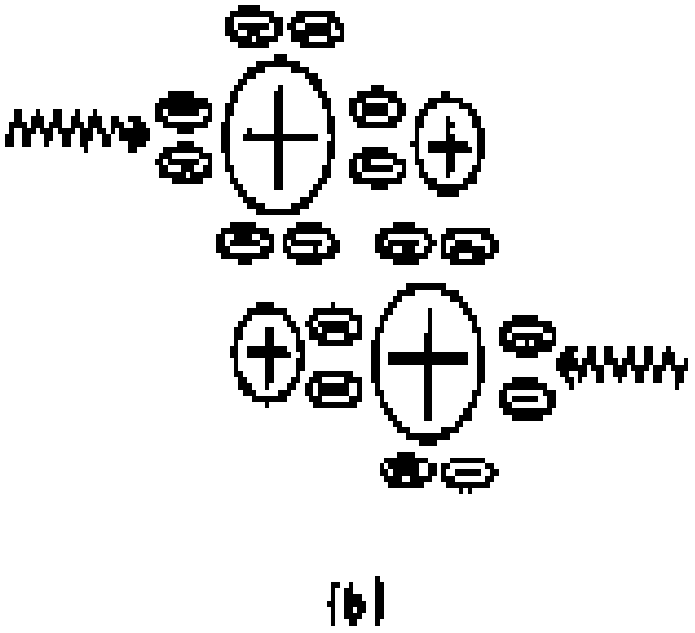
N-H…N 3.1 A

O-H…Cl 3.1 A

N-H…F 2.8 A

N-H…Cl 3.2 A

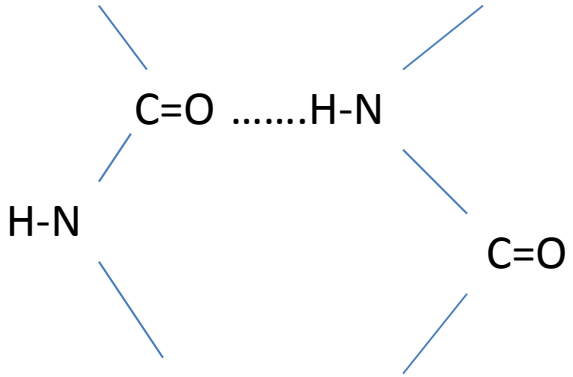
F-H…F 2.4 A 7 KCAL/MOL



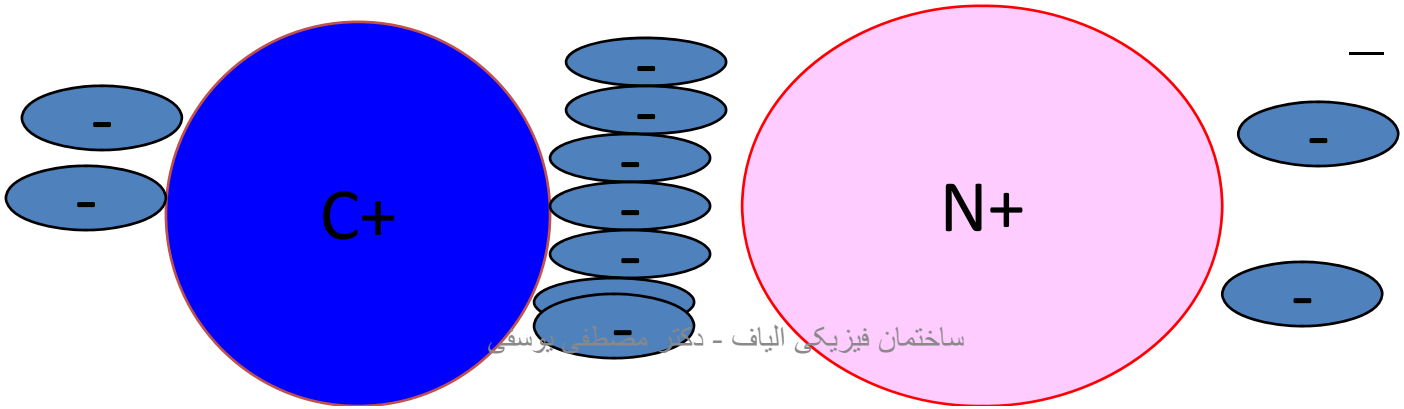
(b)

پیوندهای بین ملکولی

پیوند هیدروژنی در نایلون:



دی پول الکتریکی در الیاف اکریلیک در اثر -C=N-



پیدایش نظریه های ساختاری

- اولین نظریه بوسیله Nageli در ۱٤۰ سال پیش ارائه شد .نشاسته گندم و اجزاءِ گیاهی از ذرات متراکم بلوری بسیار ریز بنام میسل ساخته شده اند .میان میسلها مواد میانی قرار دارد .
- Mayer and Mark 1928
- فرمول شیمیایی سلولز در سال ۱۹۲۰ شناخته شد.
- ابعاد میسلها در رامی ۶۰۰× ۵۰ آنگسترم در ریون 40×300آنگسترم طول ملکولها بیش از این مقادیر.

نظریه میسلی

میسل

مواد میان میسلها

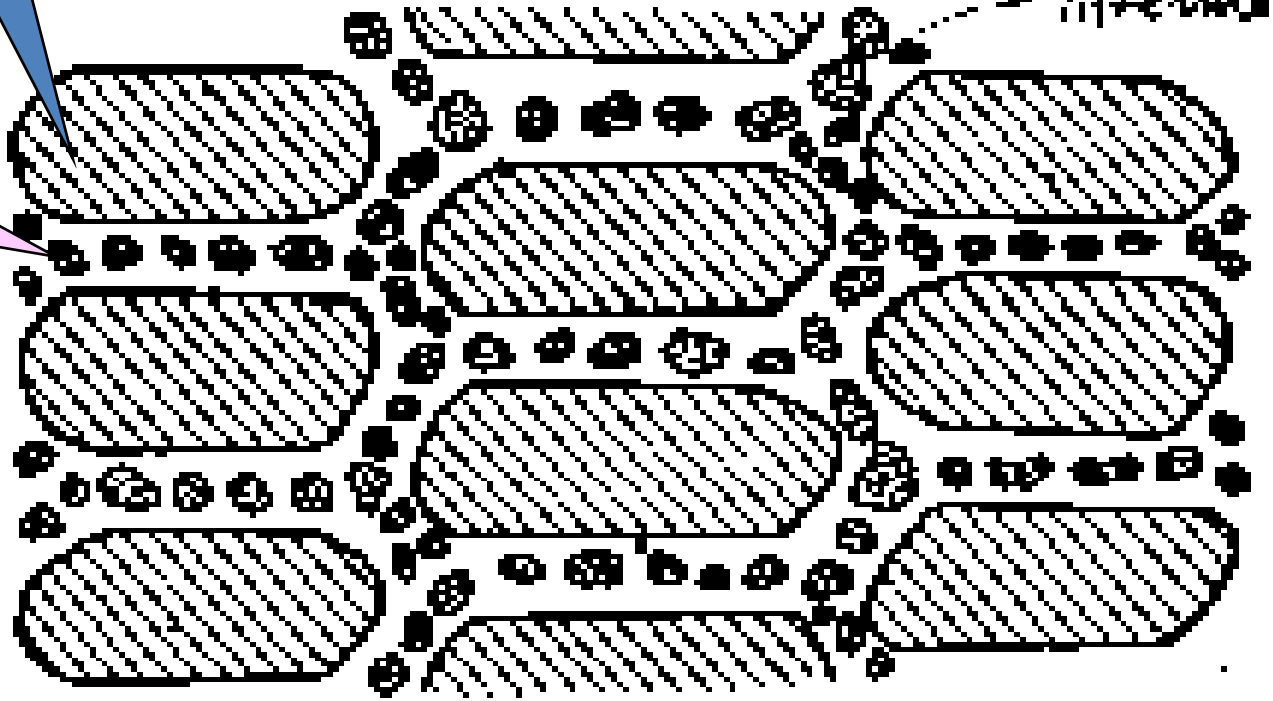


Figure 6.1. Micellar structure according to Nägeli (from Frey-Wyssling [1] after Nägeli [5])

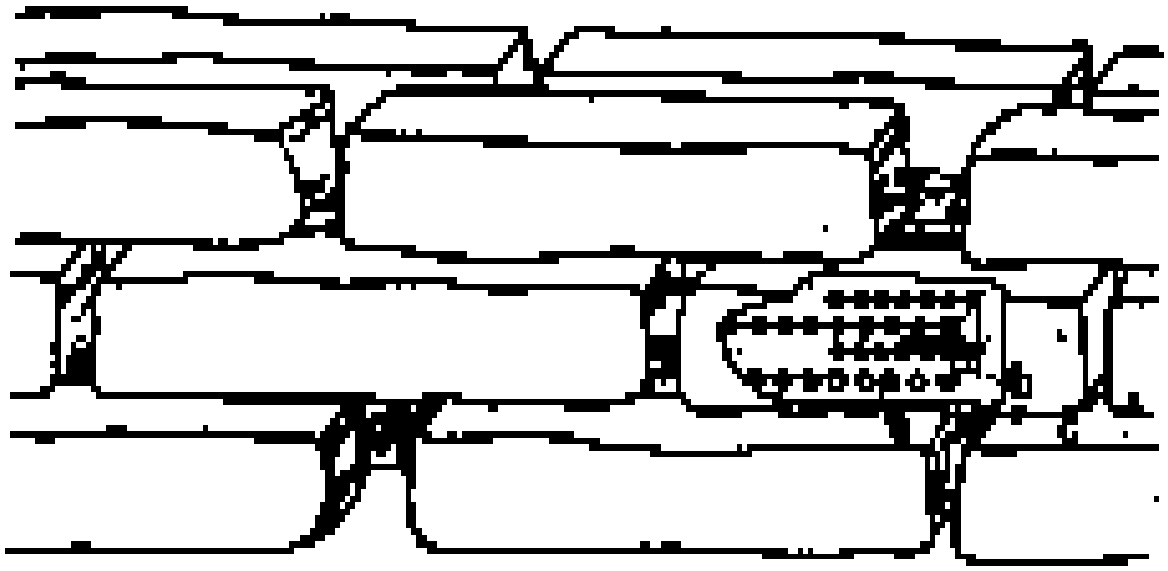
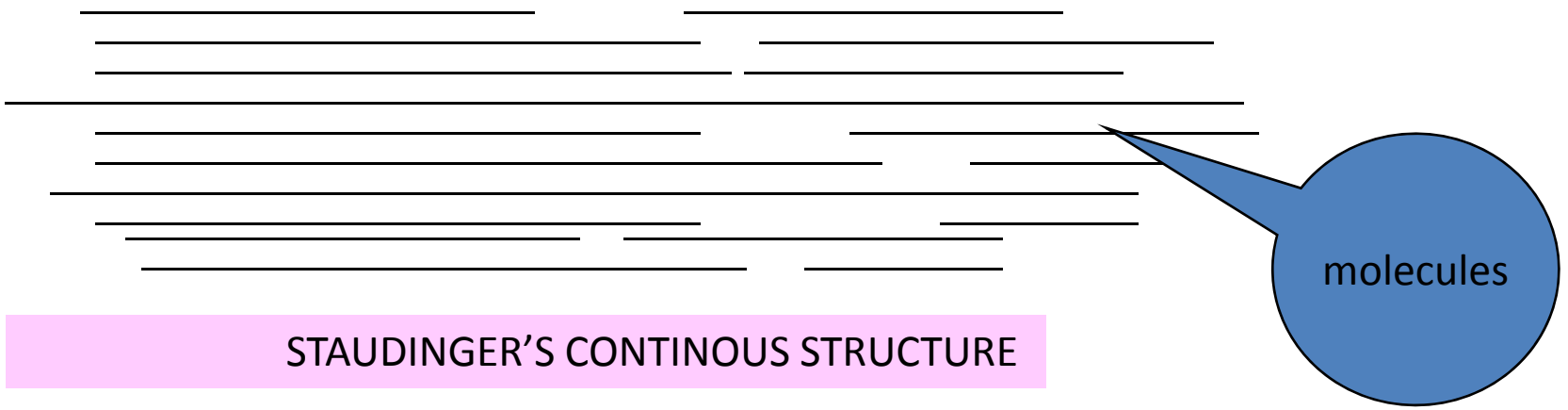


Figure 6.2. Micellar structure according to Seiffriz (5) and Meyer (6)

نظریه ساختار پیوسته ناکامل staudinger

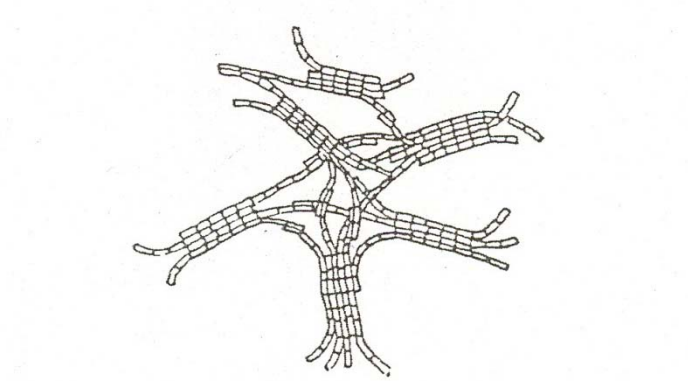


STAUDINGER’S CONTINOUS STRUCTURE

دو نظریه متفاوت

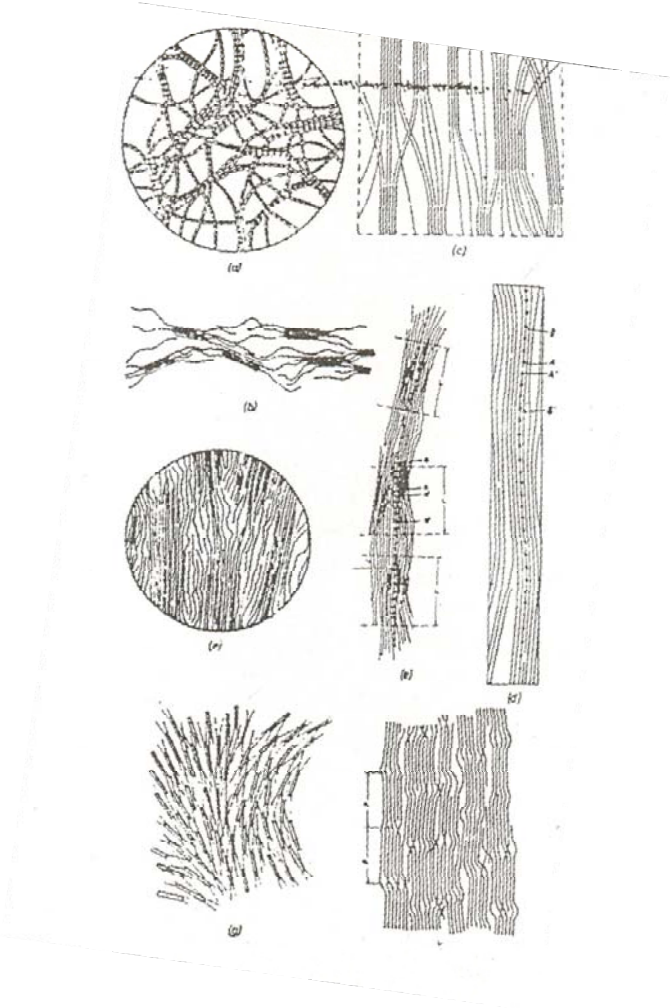
1. الیاف از ذرات بلوری مجزا ساخته شده اند و مواد میانی آنها را بهم پیوند داده اند.
2. ساختار الیاف تا اندازه ملکولها همگن و مداوم میباشند .

نظریه میسل های ریشکدار



شکل - نظریه مسیلهای ریشکدار برطبق نظریه Hermann, Gerngross, Abitz .

میسل های ریشکدار



فیبریل ریشکدار

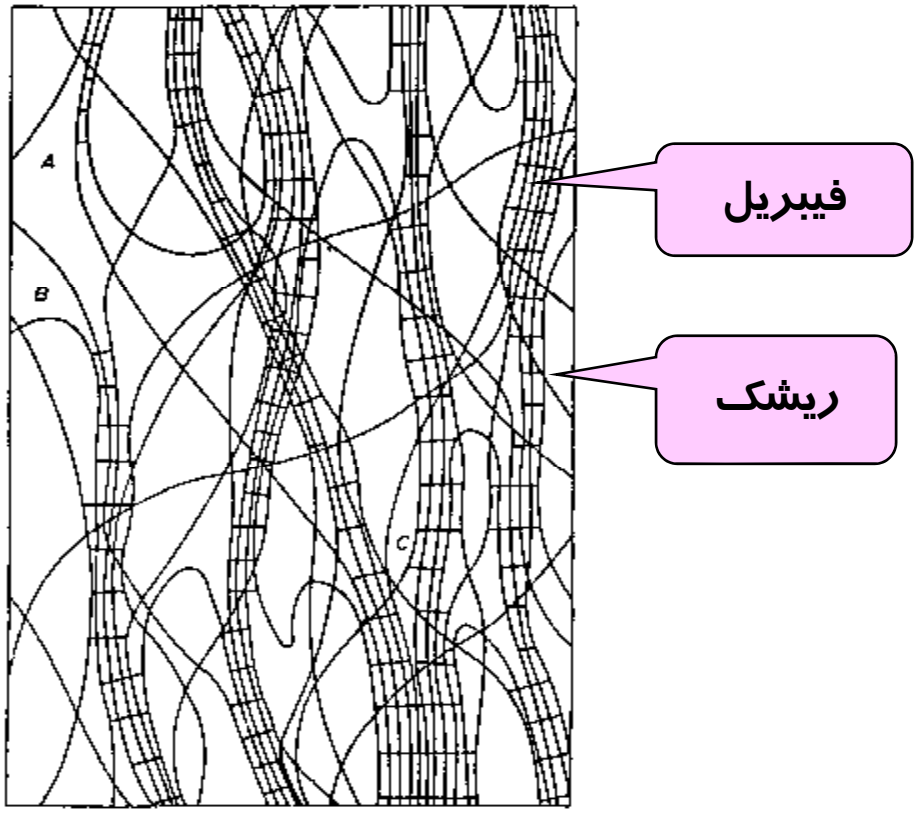
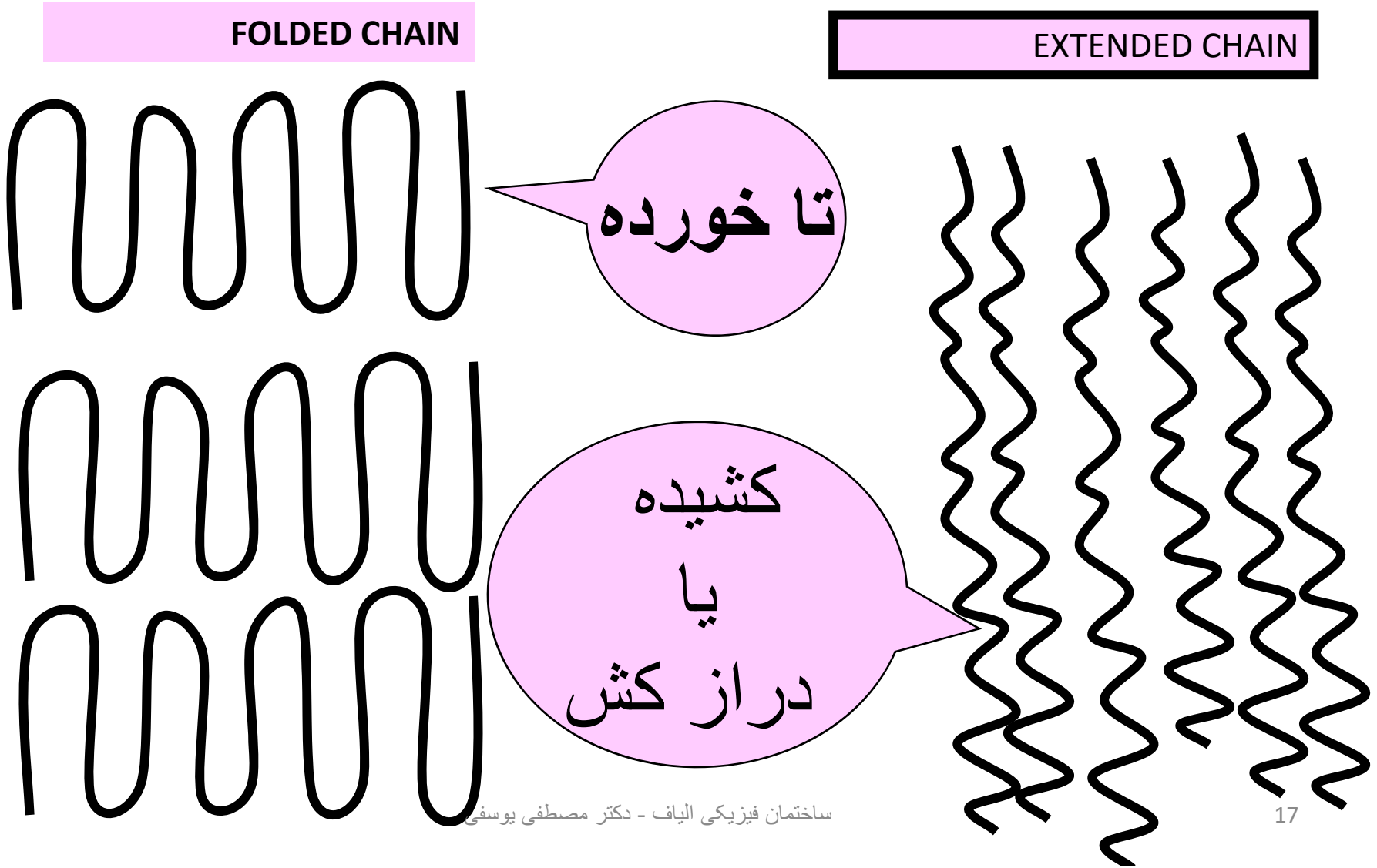
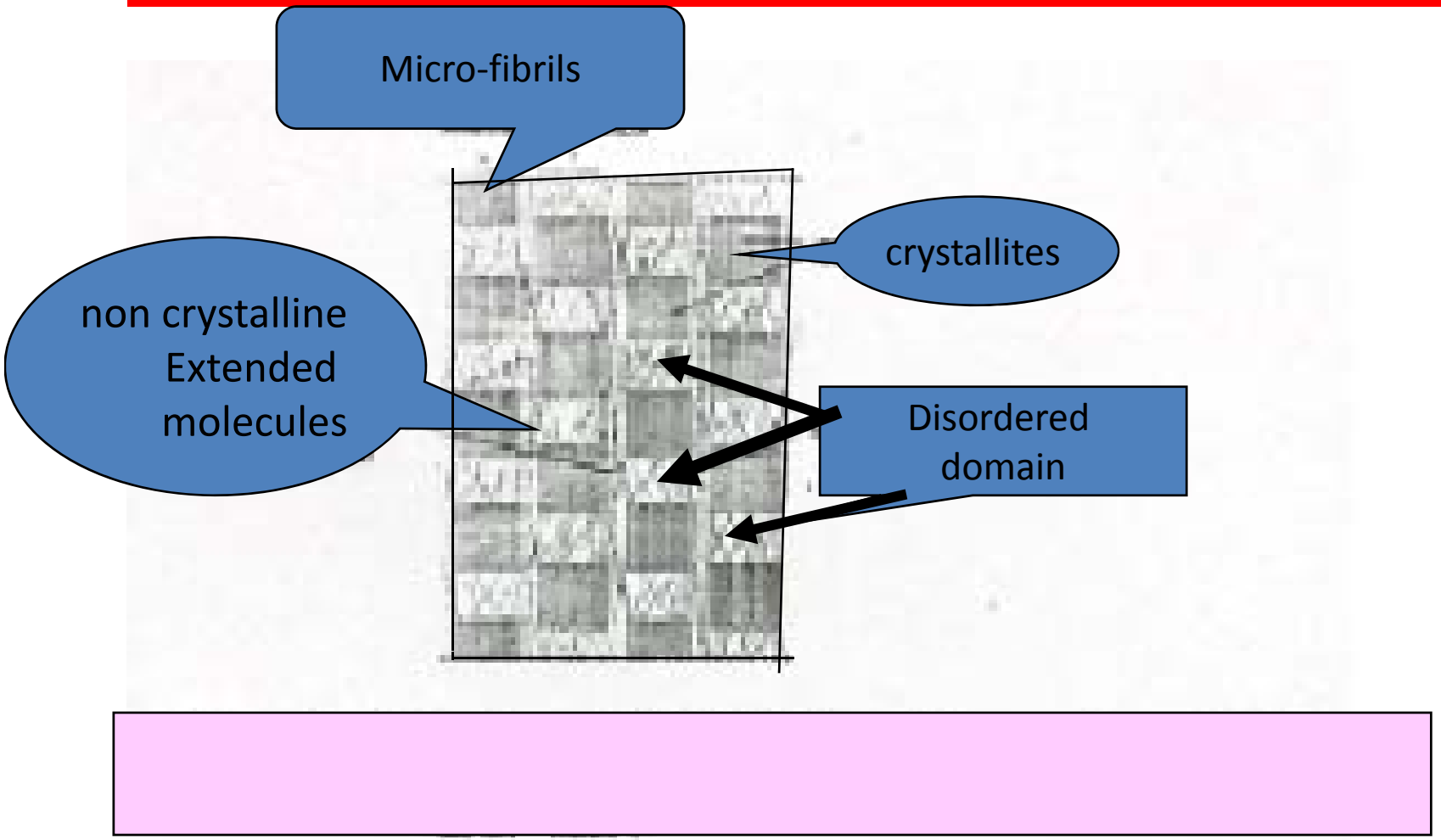


Figure 1.29. Fringed-fibril structure

ملکول کشیده و تا خورده

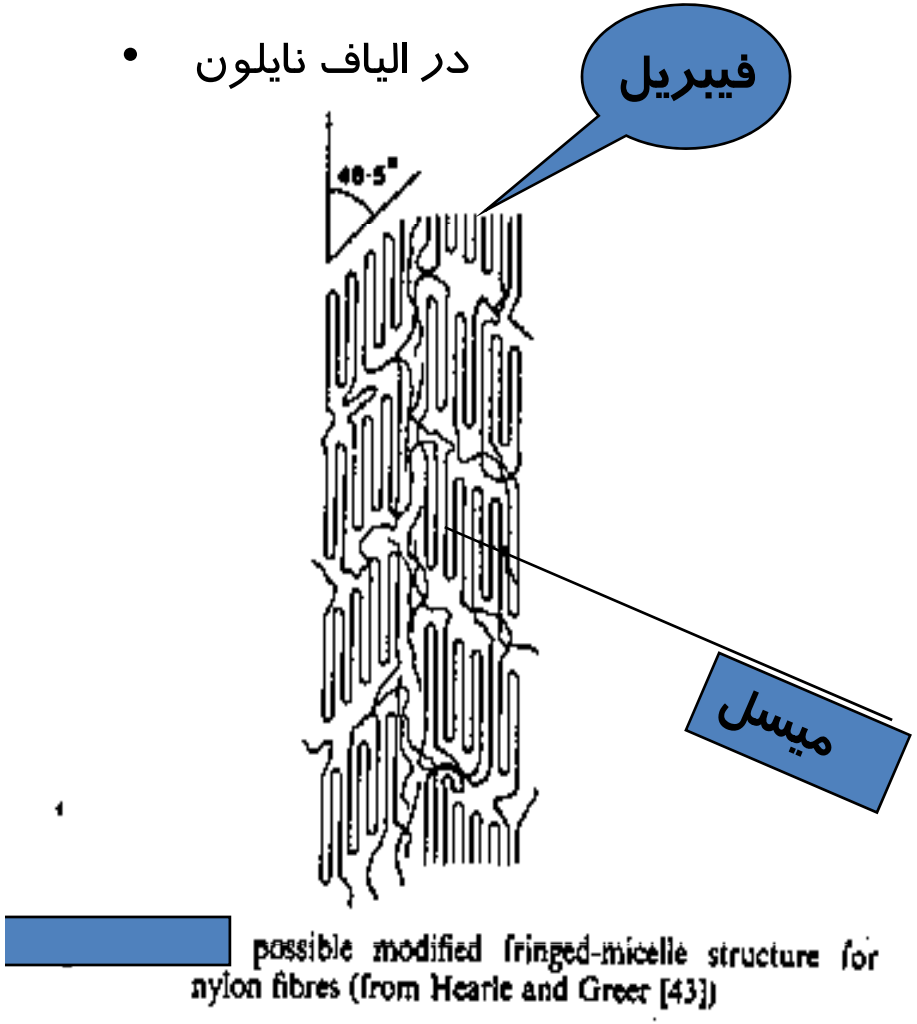


مدل سه فازی برای الیاف پلی استر
THREE PHASE MODEL (PREVORSEK)



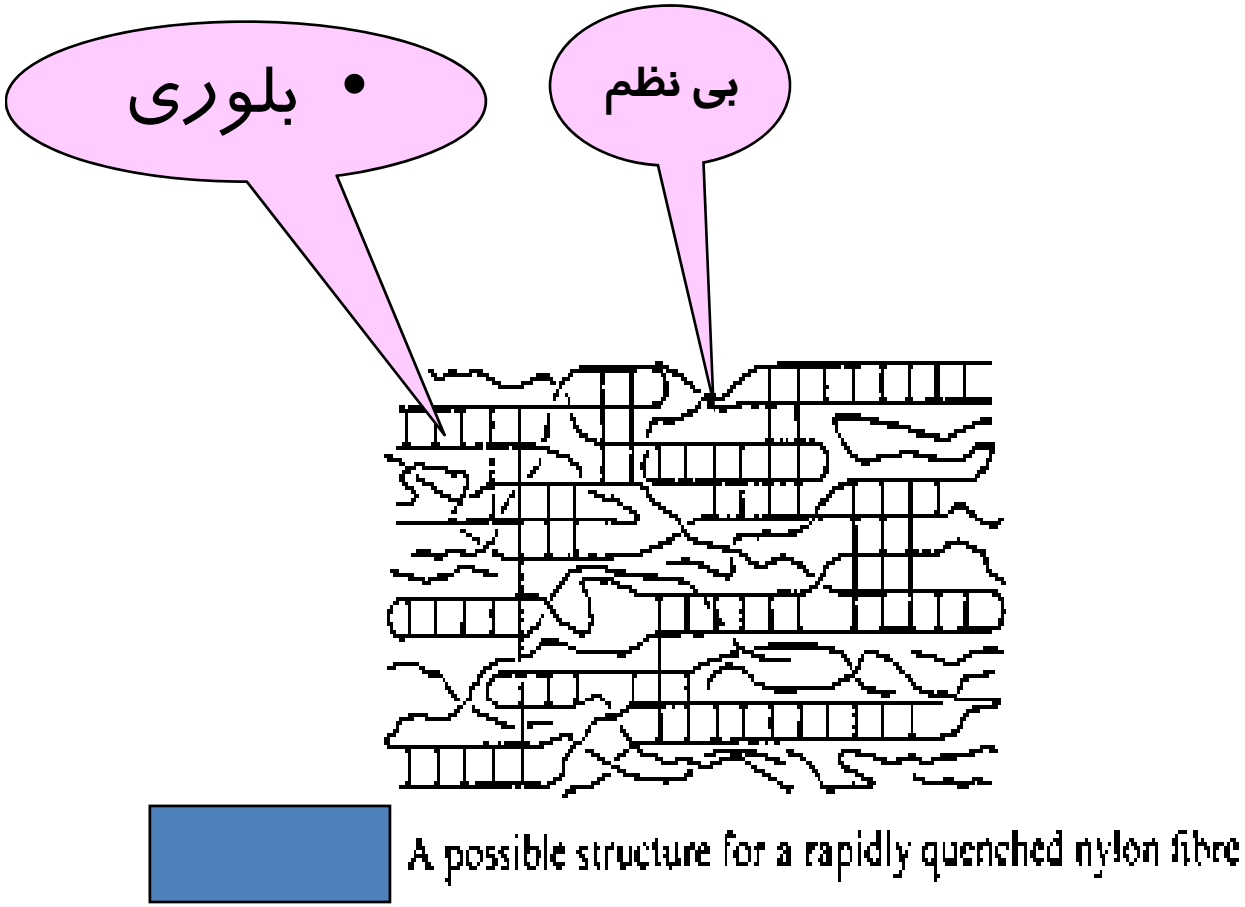
توسعه یاقته میسلهای ریشکدار

- در الیاف نایلون



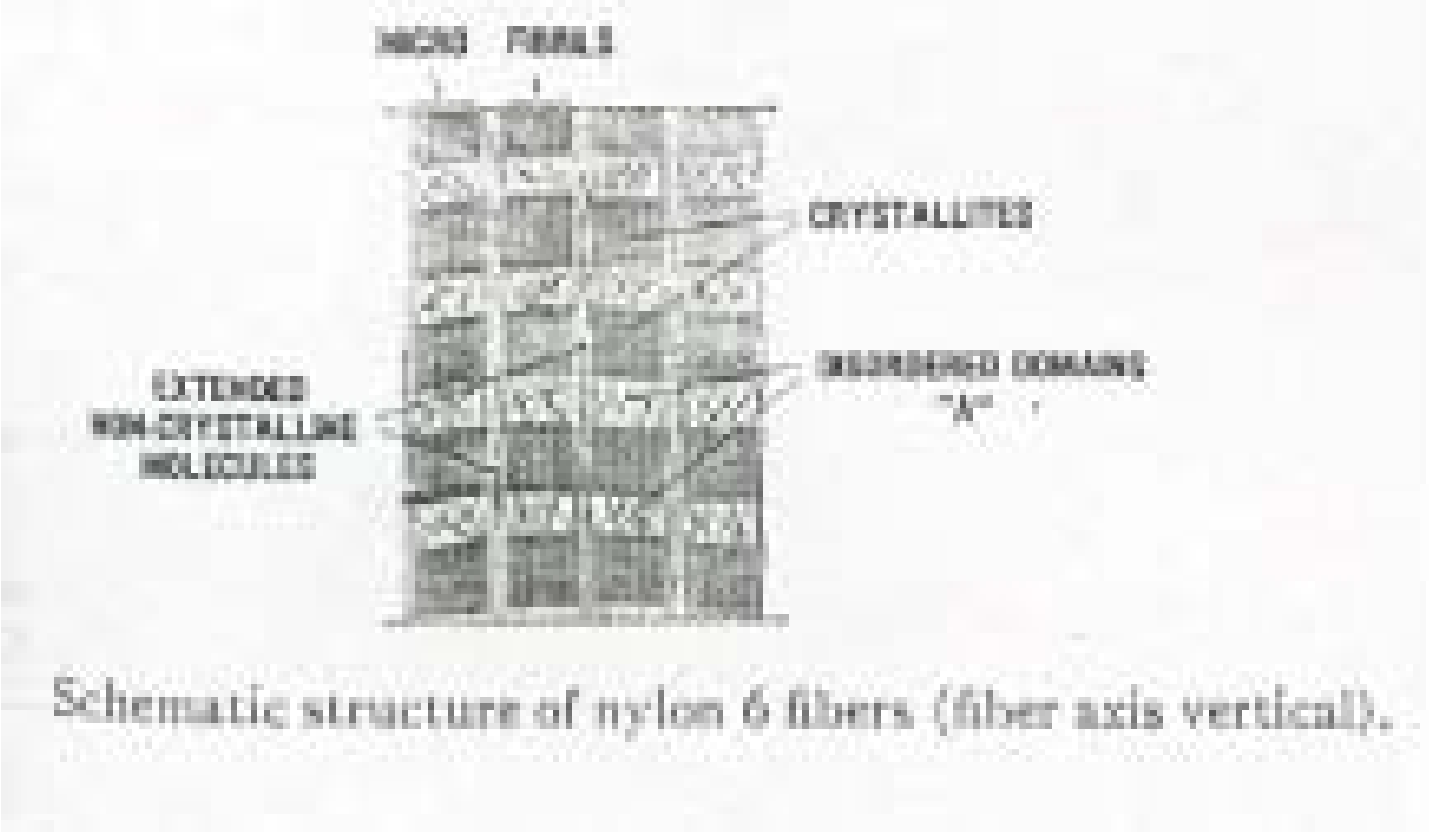
possible modified fringed-micelle structure for nylon fibres (from Hearle and Greer [43])

ساختار نایلون سریع سرد شده



A possible structure for a rapidly quenched nylon fibre

ساختار الیاف نایلون



Schematic structure of nylon 6 fibers (fiber axis vertical).

- اشکالات مدل های توصیفی و ترسیمی:
- وابستگی به برداشت شخص
- وابستگی به زمان

مدل ریاضی وابسته به شخص و زمان نیست.

اجزاءِ بزرگتر از ملکول

- ***FIBRILS***

  MACROFIBRIL

  MICROFIBRIL

  NANOFIBRIL
- LAMELLAE
- SPHERULITE
- SHISHKEBAB

- ***فیبریل ها***

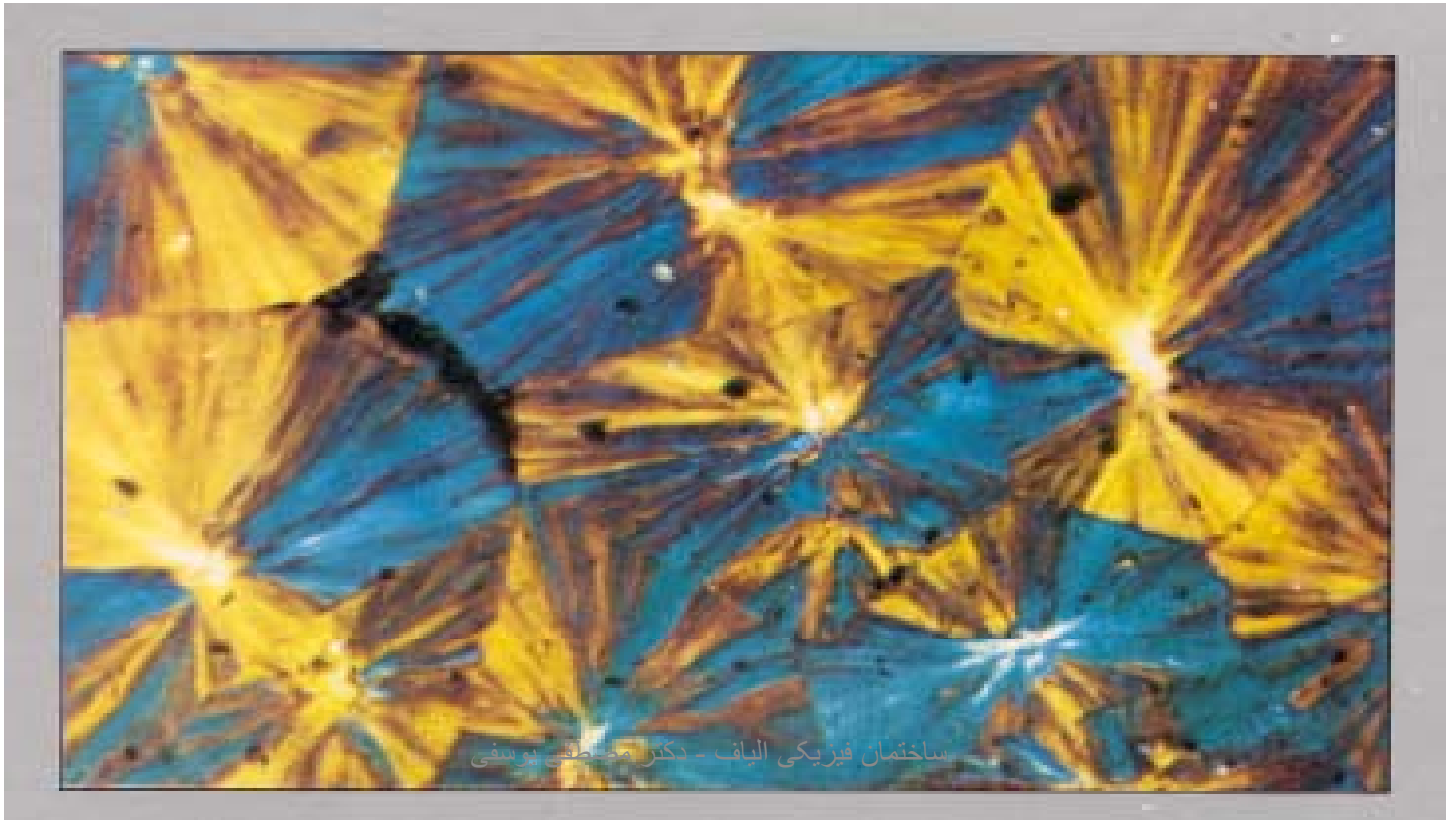
  بزرگ فیبریل

  کوچک فیبریل

  نانو فیبریل
- ***ورقه***
- ***گویچه***
- ***شیش کباب***

گویچه ها

- ذراتی کروی گوی مانند به قطر از .....تا چند صد میکرومتر. از سرد شدن پلی مر مذاب بدست می آیند. در نایلون – پلی پروپیلن و .... . قبل از اعمال کشش.



تشکیل گویچه

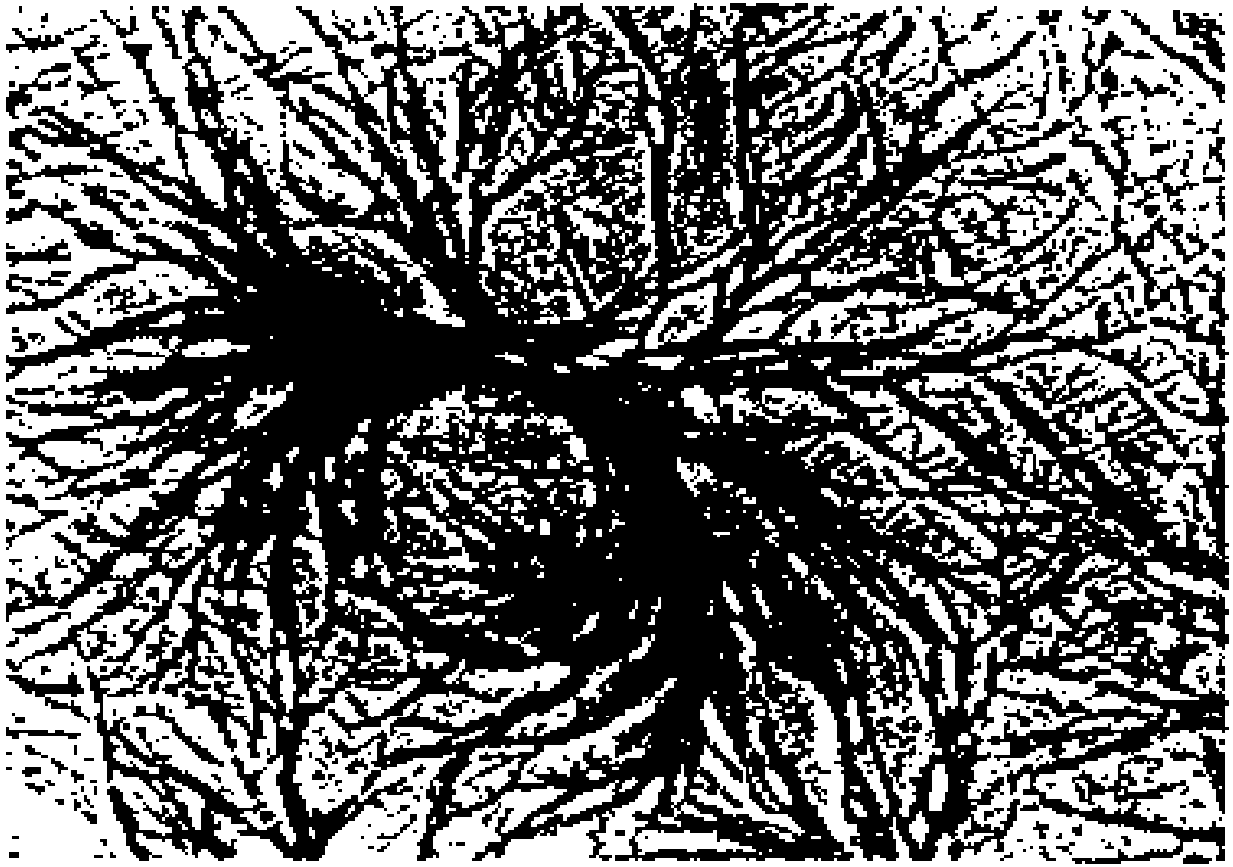
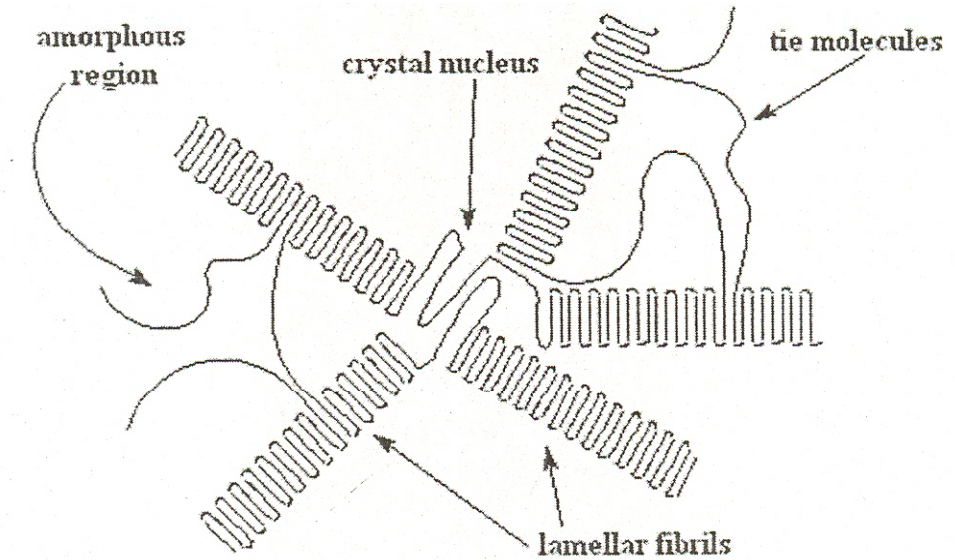


Figure 1.26. Sheaf-like forms, showing early branching into spherulitic forms, observed in crystallization of nylon (from Cooper, Keller, and Waring [16])



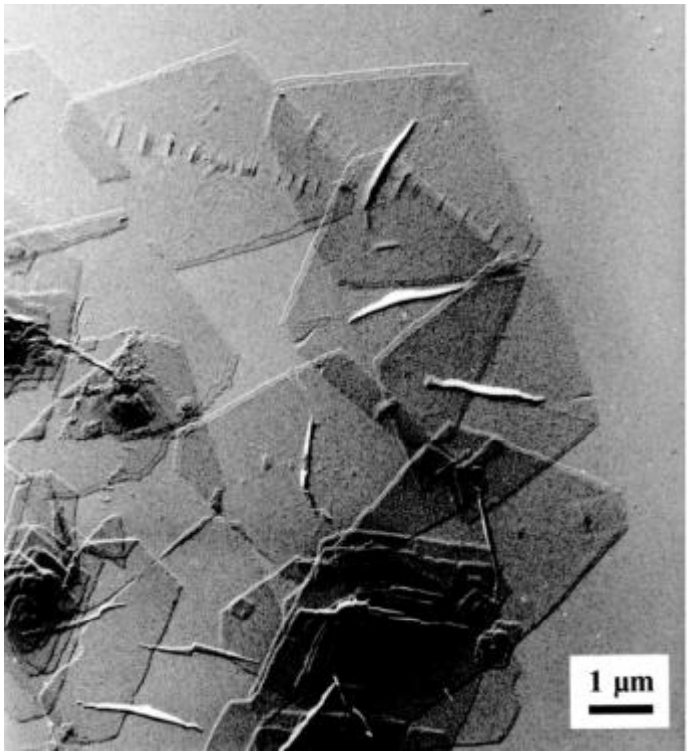
a polymer crystalline spherulite

شیش کباب

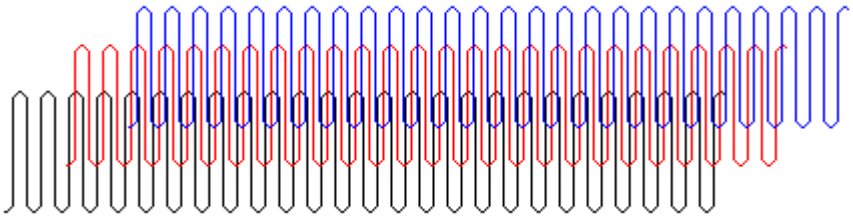
- ذراتی درازو ما نند سیخ کباب .ضخامت کمتر ازیک میکرومتر طولی چندین میکرومتر. از رسوب کردن پلی مر از محلول پلی مر که تنش برشی به آن وارد میشود بدست می آید. در الیاف پلی اتیلن با استحکام زیاد.

Figure 1.27. Shish-kebab fibrillar crystals of polyethylene due to overgrowth in crystallization from agitated xylene solution (from Pennings [17]).

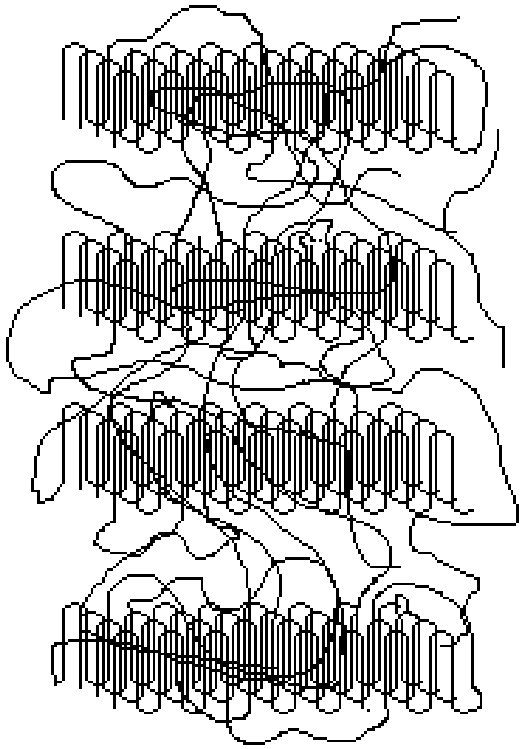
بلور کامل یا ورقه (لاملا)



بلورهای پلی اتیلن رشد یافته در محلول
این بلورها برای اولین بار توسط Keller در اواخر دهه ۱۹۵۰ تولید شدند.
مولکولهای زنجیری به صورت تا خورده قرار گرفته اند.

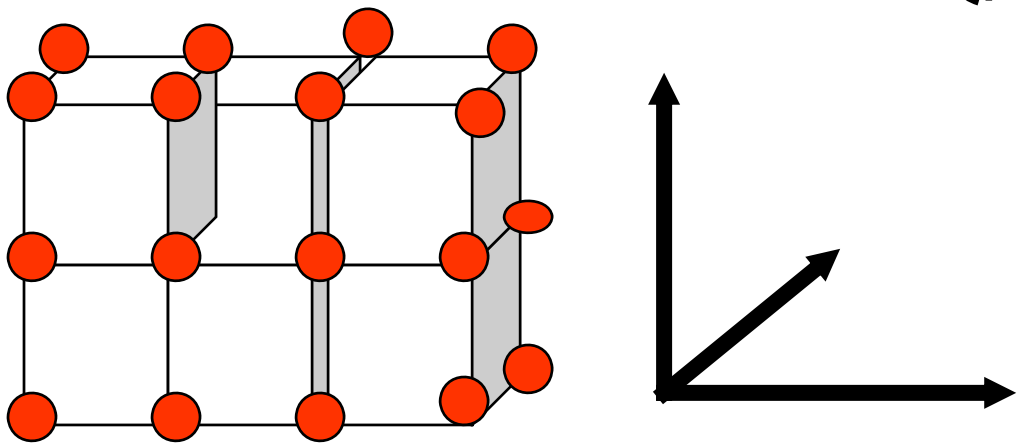


لاملای ریشکدار

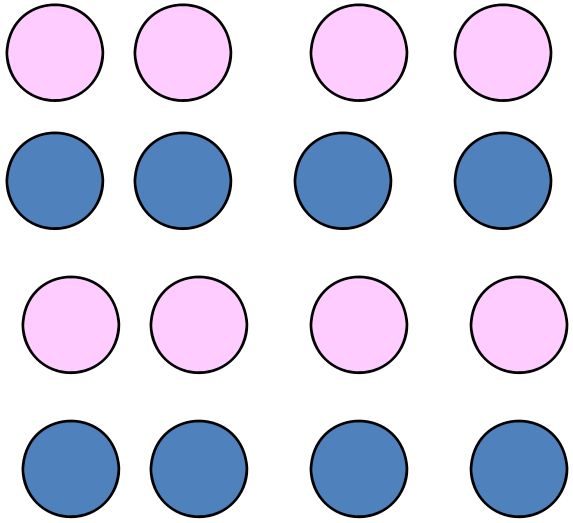


تبلور

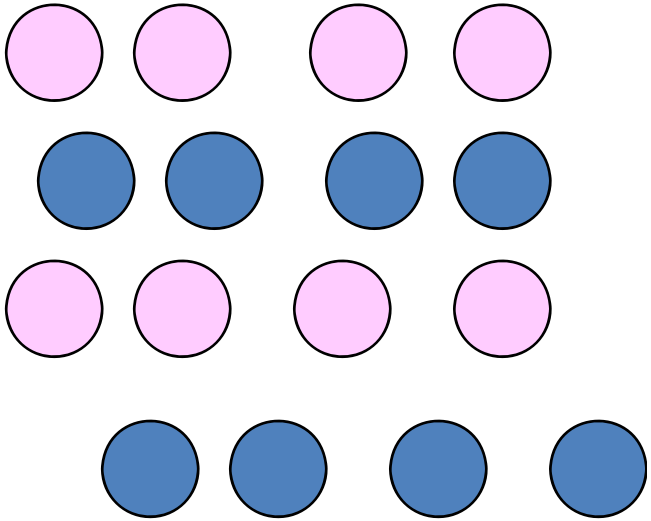
- CRYSTALINITY تبلور
- CRYSTALIZATION متبلور یا بلوری شدن
- منظم قرار گرفتن اتمها در فضا با نظم تکرار شونده در سه جهت.



بلوری و شبه بلوری
CRYSTALLINE AND PARACRYSTALLINE



بلوری



شبه بلوری

ساختار بی نظم AMORPHOUS

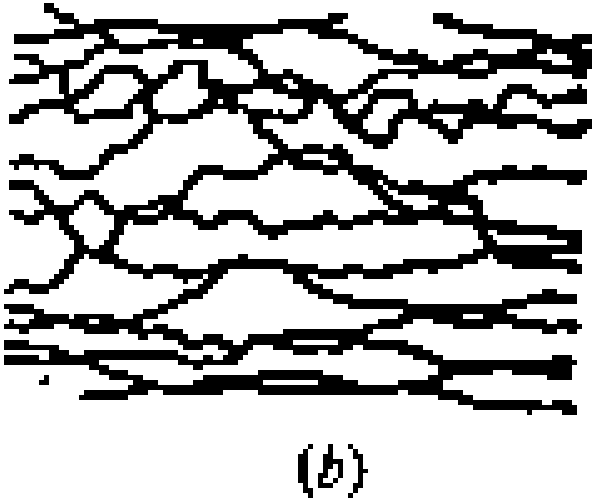
- تمام اجزاءِ شانس مساوی برای اشغال هر نقطه از فضا دارند.
- گازها
- مایعات
- پلیمرهاییکه بدون اعمال تنش به سرعت سرد شوند.

(a)

ساختار بی نظم و آرایش یافته

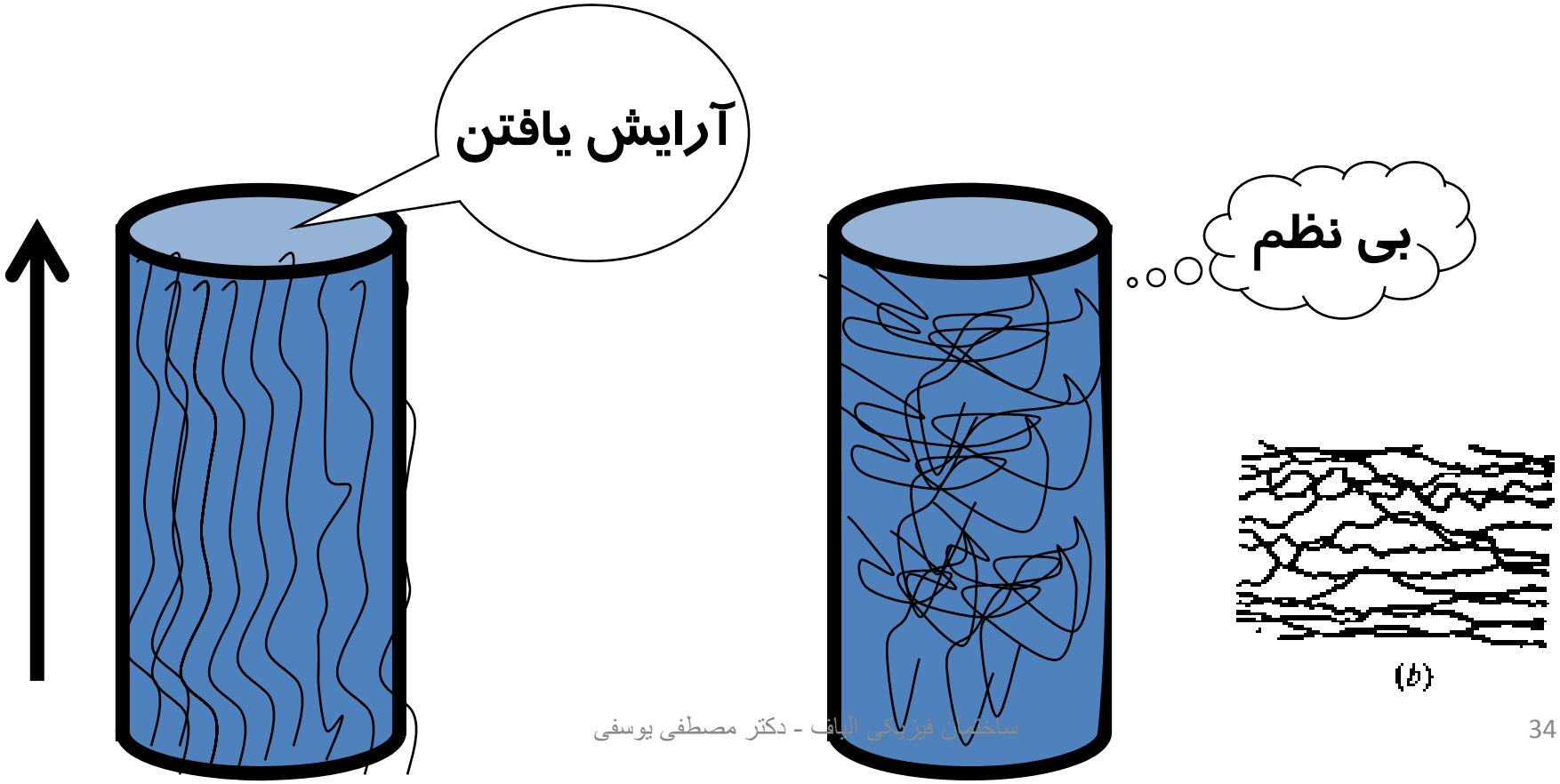
- بی نظم

آرایش یافته



آرایش ملکولها

- ORIENTATIONجهت گیری یا در یک راستای معین قرار گرفتن ملکولها .



سه حالت ممکن در پلیمرها و الیاف:

- ۱۰۰٪ بلوری
- نیمه بلوری
- ۱۰۰٪ بی نظم یا آمرف

چهار عاملی که بر ساختار پلیمرها (الیاف) اثر می گذارند:

- زمان
- حرارت
- کشش
- حلال ها

روشهای شناخت ساختار

- شیمی الیاف -تهیه - ترکیب --فرمول شیمیایی
- جذب اشعه مادون قرمز
- دیفراکسیون نور مریی و اشعه ایکس
- خواص نوری
- میکرسکوپ نوری
- میکرسکوپ الکترنی
- تجزیه حرارتی
- جرم مخصوص
- رزونانس مغناطیسی هسته
- خواص عمومی فیزیکی