

خواص فیزیکی الیاف

ابقاء آب در منسوجات

Retention of Liquid Water in the Textiles

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی نساجی

صدیقه برهانی

Retention of Liquid Water in the Textiles

روش های خروج آب از توده الیاف (Removal of Water)

- ❖ خشک کردن (Drying)
- ❖ فشردن (Squeezing)
- ❖ سانتریفیوژ (Centrifuging)
- ❖ مکش (Suction)

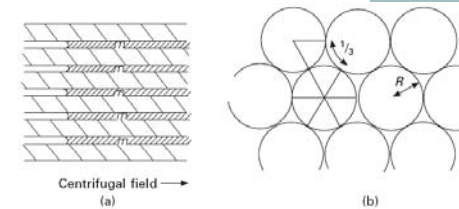
Centrifuging of Wet Water

Theoretical Estimate of Water Retention

- ❖ The spaces between fibers depend on the way in which the fiber are packed.

For a simple case

- ❖ Circular fibers
- ❖ Closed pack
- ❖ Parallel smooth fibers
- ❖ The fibers are aligned parallel to centrifugal forces
- ❖ For equilibrium condition



10.1 (a) Capillary spaces between fibres filled with water, in centrifugal field.
(b) Plan of close-packed fibres, showing spaces between them.

نیروی کشش سطحی → نیروی سانتریفیوژ

$$m.g = \sigma.p.\cos\theta$$

$$c = \pi.R^2\rho$$

$$p = 3\left(\frac{2.\pi.R}{6}\right) = \pi.R = \sqrt{\frac{\pi.c}{\rho}}$$

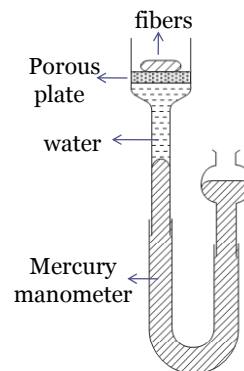
$$M = \frac{1}{2}ch$$

$$r = \frac{\text{mass of water}}{\text{mass of fiber}} = \frac{m}{M} \Rightarrow r = \frac{2.\sigma.\cos\theta.\sqrt{\pi}}{gh\sqrt{c.\rho}}$$

$$r \propto \frac{\sigma.\cos\theta}{g.h\sqrt{c.\rho}}$$

- =P محیط فضاهای موئینه بین الیاف
- =σ کشش سطحی
- =θ زاویه تماس
- =m جرم آب باقیمانده
- =R شعاع لیف
- =M جرم لیف به ازای یک فضای موئینه
- =h طول الیاف
- =ρ چگالی حجمی الیاف

Suction



- خروج آب بر اساس نیروی کشش هیدروستاتیک است.
- وجود مسیر پیوسته ای از آب بین جیوه و آب اطراف نمونه ضروری است.
- پایین آمدن بازوی سمت راست منجر به اعمال نیروی کشش هیدروستاتیک توسط آب می شود.
- نیروی کشش هیدروستاتیک که با نیروی کشش سطحی مقابله میکند، منجر به خروج آب میشود.

- نیروی کشش سطحی به شعاع انحنای آب بستگی دارد:
- ❖ اگر انحنا زیاد باشد، نیروی موئینگی زیاد خواهد بود، و خروج آب توسط نیروی هیدروستاتیکی میسر نمی باشد.
- ❖ اگر انحنا کم باشد، نیروی موئینگی کم خواهد بود و لذا کشش هیدروستاتیکی قادر به خروج آب از فضای موئینه می باشد.

نتایج

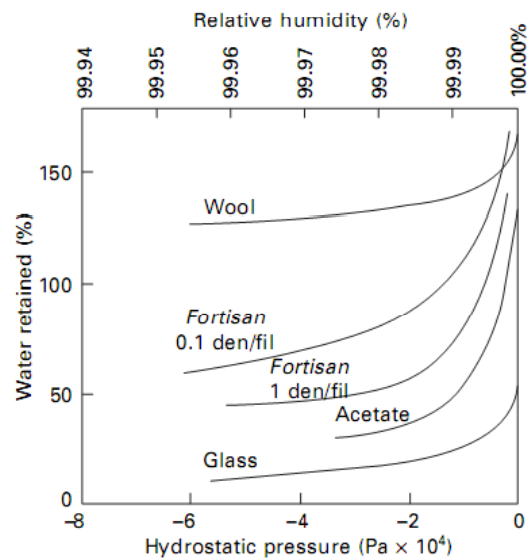
$$r = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta \sqrt{\pi}}{gh \sqrt{c \cdot \rho}}$$

- با افزایش ظرفیت جذب آب میزان آب باقیمانده افزایش می یابد.
- با افزایش ظرافت الیاف مقدار آب باقیمانده افزایش می یابد.
- روش سانتریفیوژ هرگز قادر به خروج تمام آب موجود نمی باشد.

Table 10.1 Water retained in centrifuging and suction. After Preston and Nimkar [4]

Material	Regain (%)	
	Suction - 30 cm Hg, 40 kpa	Centrifuging 1000g, 5 min
Cotton yarn	52	48
Viscose rayon yarn	106	103
Fortisan yarn*		
0.11 dtex per filament	70	63
1.1 dtex per filament	48	48
Acetate yarn	31	31
Loose wool	133	45
Silk yarn	55	52
Nylon yarn	14	16

- تمرین: نمودار $r.h - c$ را برای الیاف نایلون رسم کنید.



10.3 Removal of water from fibres by suction.

- در تعادل: نیروی کشش سطحی (موئینگی) = نیروی کشش هیدروستاتیکی
- لذا مطابق با رابطه لاپلاس:

$$P = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

- برای فضای موئینه دایره ای و زاویه تماس صفر:

$$P = \frac{2\sigma}{r}$$

- برای فضای موئینه با دیواره های موازی با فاصله $2w$:

$$P = \frac{\sigma}{w}$$

- با استفاده از رابطه کلوین (Kelvine's equation)، رطوبت نسبی مطابق با فشار هیدروستاتیکی اعمالی را میتوان محاسبه کرد:

$$\log_e H = \frac{P \cdot M}{\rho \cdot R \cdot T}$$

- H = کسر رطوبت نسبی

- M = وزن ملکولی آب

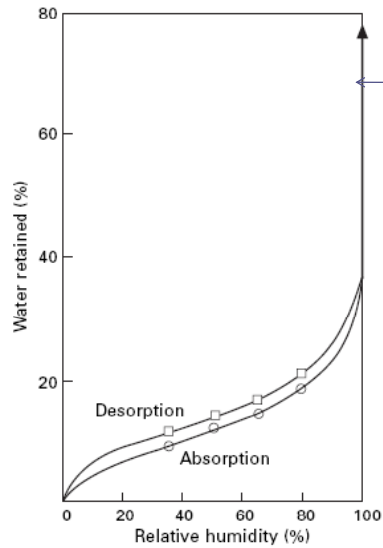
- R = ثابت گازها

- T = دمای مطلق

- ρ = دانسیته آب

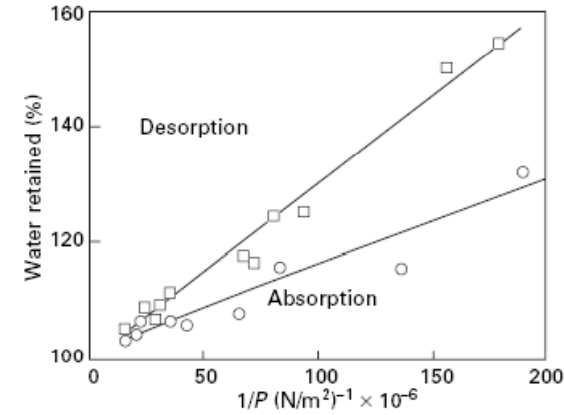
$$\log_e H = - \frac{2\sigma \cdot M}{r \cdot \rho \cdot R \cdot T}$$

- بنابراین نتایج حاصل از مکش با نتایج جذب رطوبت در شرایط تعادل در رطوبت نسبی خاص مرتبط است.



Very rapid rise is due to water held in capillary spaces becomes important

10.4 Combination of suction data with normal sorption isotherms of viscose rayon. After Preston and Nimkar [4].



10.5 Hysteresis in removal of water by suction: viscose rayon. After Preston and Nimkar [4].

مقایسه نتایج حاصل از دو روش مکش و سانتریفیوژ

Table 10.1 Water retained in centrifuging and suction. After Preston and Nimkar [4]

Material	Regain (%)	
	Suction - 30 cm Hg, 40 kpa	Centrifuging 1000g, 5 min
Cotton yarn	52	48
Viscose rayon yarn	106	103
Fortisan yarn*		
0.11 dtex per filament	70	63
1.1 dtex per filament	48	48
Acetate yarn	31	31
Loose wool	133	45
Silk yarn	55	52
Nylon yarn	14	16

Table 10.2 Force of adhesion between fibres due to surface tension of water. After Preston and Nimkar [4]

Fibre	Radius (μm)	r.h. (%)	Force (μN)	
			Calculated	Measured
Viscose rayon	16	93	15	1
Cuprammonium rayon	158	93	145	6
Glass	41	0	0	0
		31	37	34
		64	37	26
		93	37	32
		Wet	0	0
Glass	54	31	49	48
		64	49	34
		93	49	37