

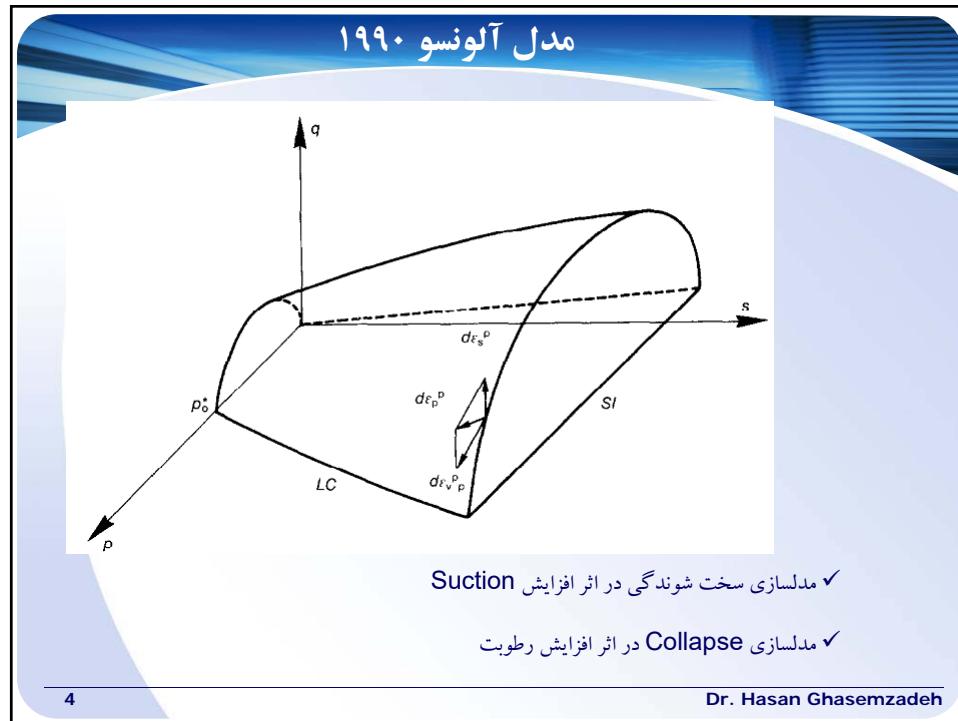


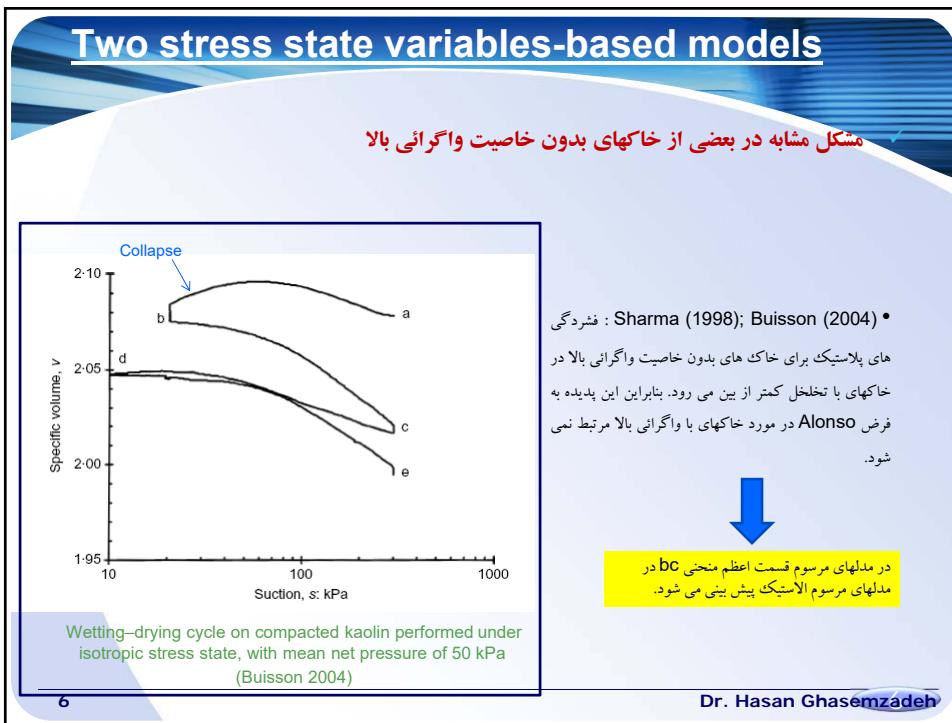
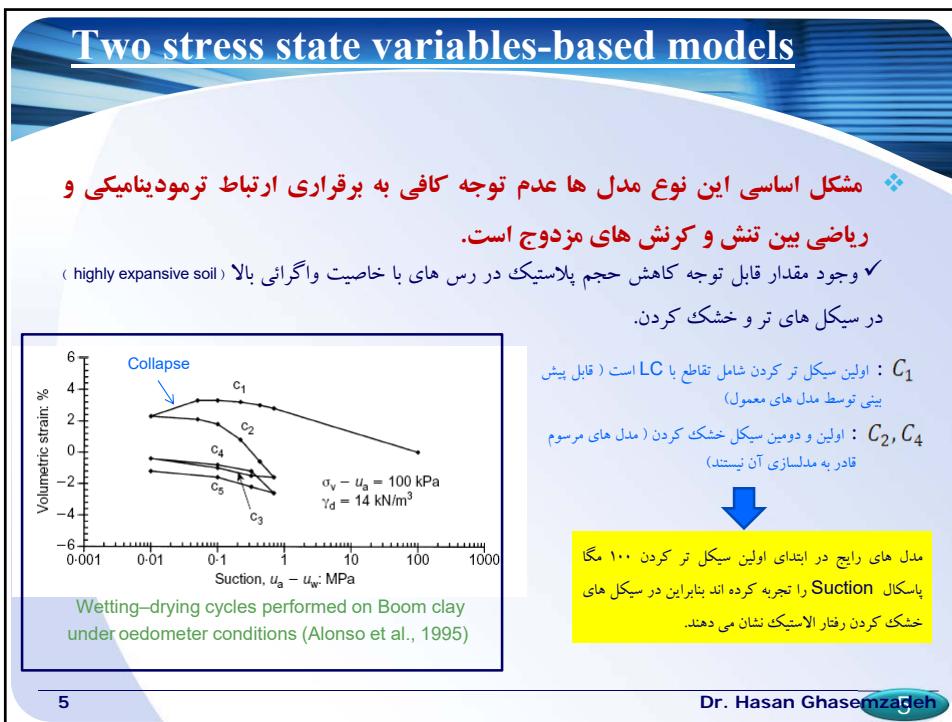
Effective stress-based models

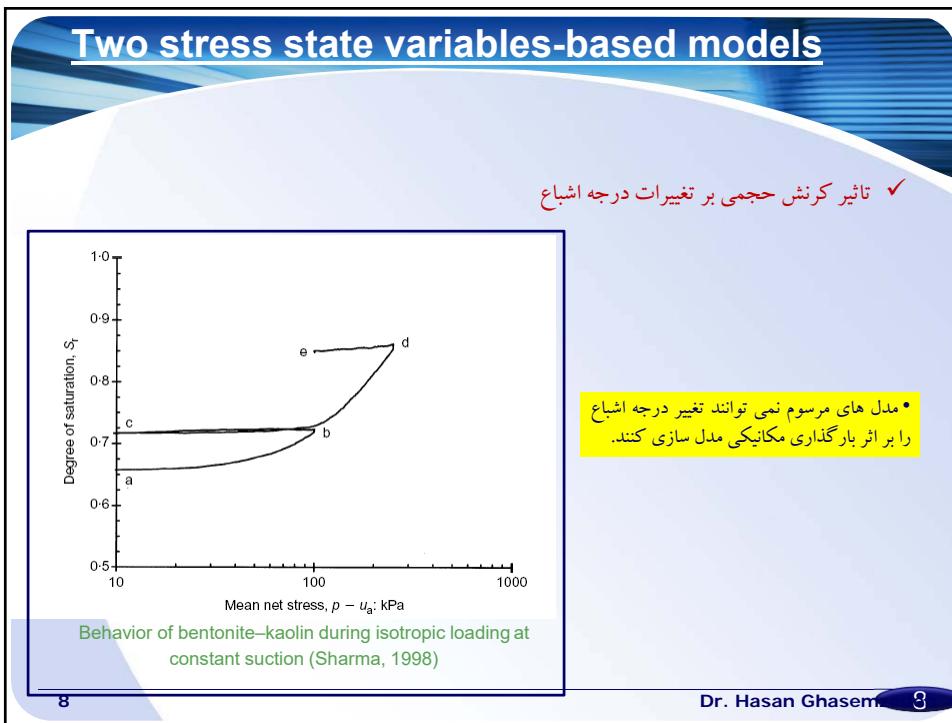
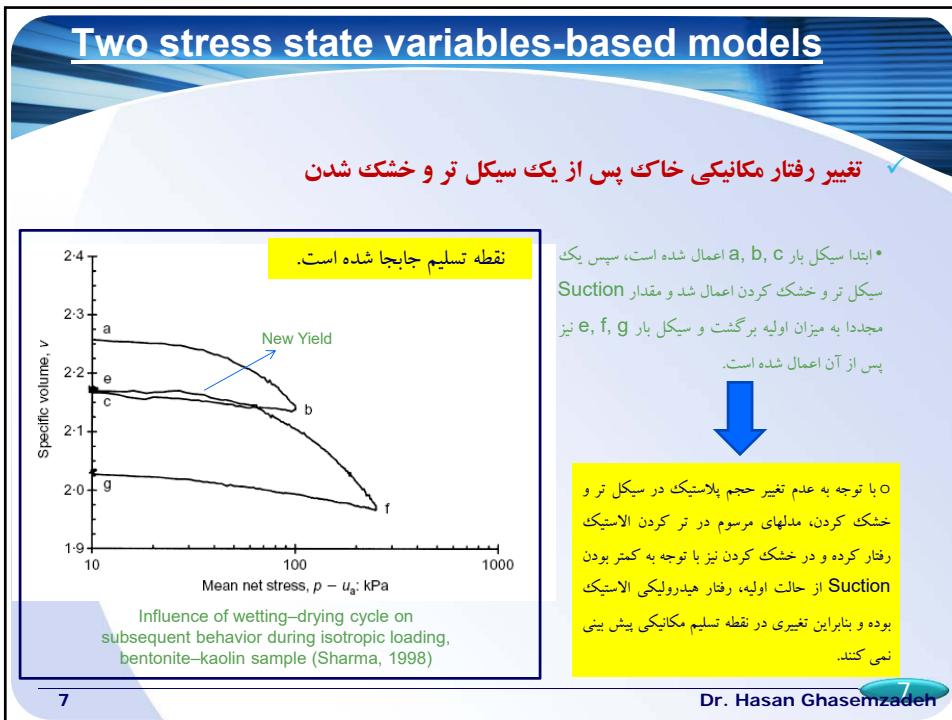
$(\sigma_{ij} - P_a \delta_{ij}) + \chi_w s \delta_{ij}$ ✓ مشکل اصلی در این روش یافتن χ است.

- Bolzon et al. (1996) : $\chi = S_r$
- Fredland et al. (1977); Muraleetaran & Wei (1999) :
به دو روش مکانیکی و ترمودینامیکی نشان دادند که این پارامتر یک پارامتر غیر خطی بوده و به مسیر تنش بستگی کامل دارد.
- Kohgo et al. (1993); Khalili & Khabbaz (1998) :
با استفاده از یک مدل خمیری این پارامتر را محاسبه کردند.
✓ در نتیجه پارامترهای مدل مذکور فاقد تعریف فیزیکی بوده و در آزمایشگاه قابل اندازه گیری نیست.

2 Dr. Hasan Ghasemzadeh







Coupled elastic-plastic framework

❖ **Vaunat et al. (2000) :**

تأثیر کرنش حجمی و حلقه های هیسترزیس ناشی از تر و خشک شدن خاک را بر روی تغییرات درجه اشباع مدل نمود.

❖ **Gallipoli et al. (2003) :**

اصلاحاتی را در روابط هیدرولیکی ارائه شده توسط Vaunat انجام داد.

✓ مدلهای فوق با مدلهای الاستوپلاستیک مرسوم (مانند مدل بارسلونا) ترکیب شدند، این مدلها:

- تأثیر کرنش حجمی پلاستیک را بر رفتار هیدرولیکی در نظر می گیرند.
- تأثیر تغییرات درجه اشباع را بر رفتار مکانیکی لحاظ نمی کنند.

9 Dr. Hasan Ghasemzadeh

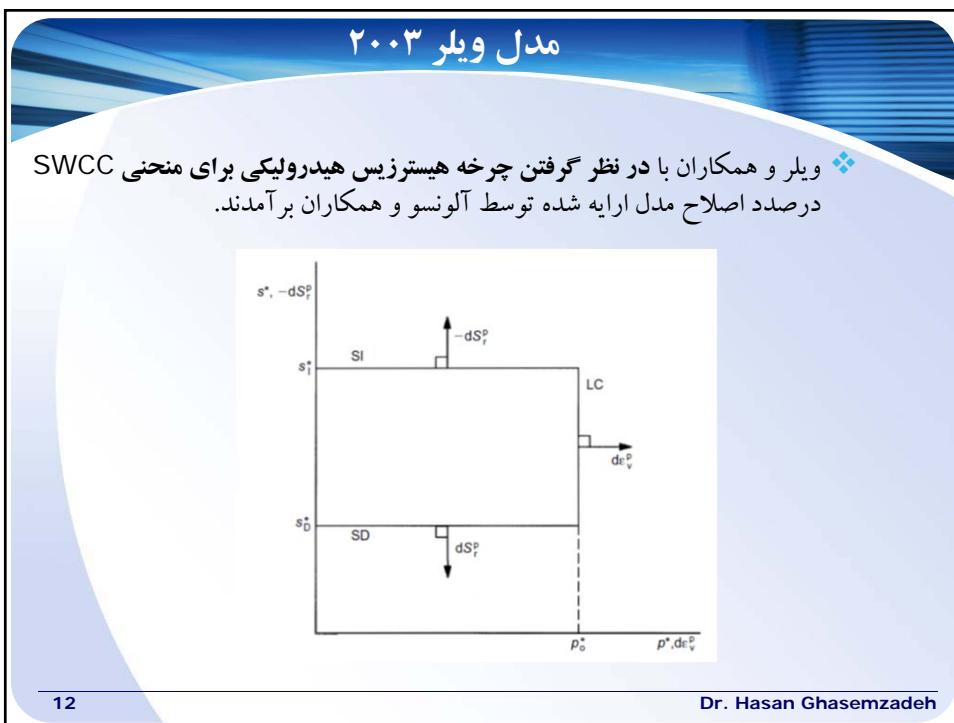
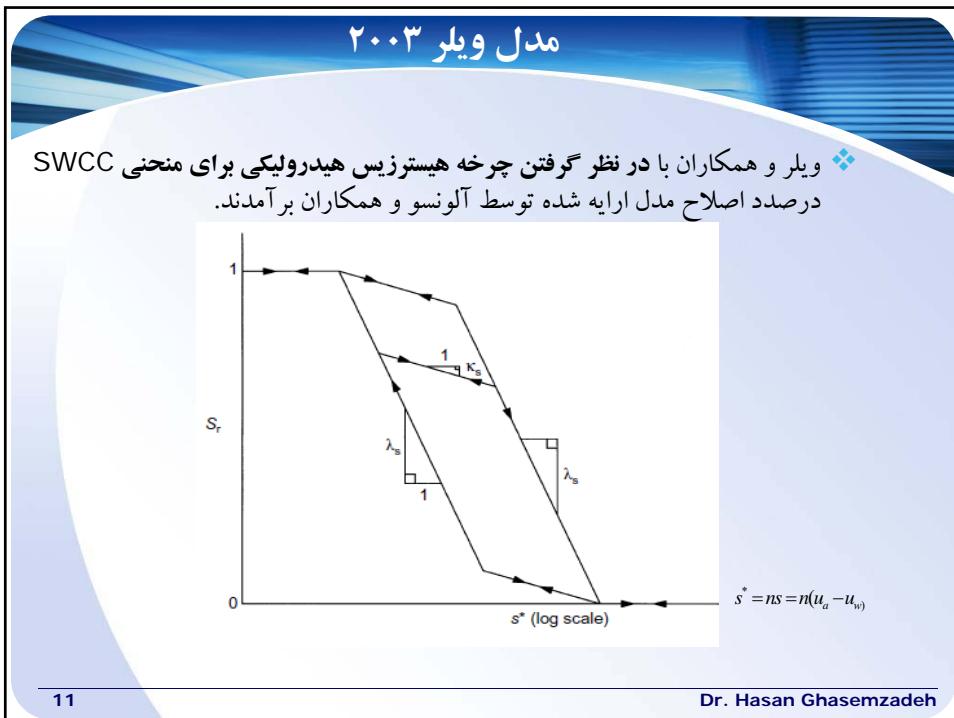
Coupled elastic-plastic framework (Wheeler 2003)

❖ **Wheeler et al. (1996, 2000, 2003)**

» انواع مکانیزم پروسه های الاستو پلاستیک در خاک نیمه اشباع:

- تغییر شکل الاستو پلاستیک (تغییر شکل دانه ها + لغزش دانه ها در سطوح تماس)
 - در اثر اعمال بار
 - ← در اثر این رفتن یا بوجود آمدن لتر های آب بین دانه ها
- تغییر درجه اشباع الاستو پلاستیک(بزرگ و کوچک شدن لتر آب + از بین رفتن یا بوجود آمدن لتر آب در حفرات)
 - در اثر تغییر مکش
 - ← در اثر اعمال بار

10 Dr. Hasan Ghasemzadeh



Coupled elastic-plastic framework (Wheeler 2003)

اگر با تغییر مکش لنز آب از یک حفره حذف یا تولید شود.
این لنز با همان سرعانی که از بین رفت بوجود نمی آید.

اگر حفره ای از آب خالی شود یا با آب پر شود تغییر درجه اشباع پلاستیک بوجود می آید.

حذف شدن و تولید لنز آب از یک حفره در اطراف یک دانه باعث تغییر وضعیت پایداری آن می شود.

با استفاده از درصد اشباع در تعریف σ^* در حقیقت از میانگین وزنی حفرات پر شده از آب و هوا به عنوان معیار تاثیر مکانیکی استفاده شده است.

Movement of air–water interfaces

راه حل دیگر تعریف دو نوع متغیر تشیی برای حفره های خالی از آب و پر از آب است. (Buisson & Wheeler 2000)

13 Dr. Hasan Ghasemzadeh

Coupled elastic-plastic framework (Wheeler 2003)

Result from analyzing of the contact between two idealized spherical particles of radius R:

ΔN : تنش بوجود آمده میان دانه ای در اثر مکش
A: اشباع - هنگامی که لنز(هلال) آب وجود ندارد.
بعد از بوجود آمدن لنز آب، ΔN با تغییر مکش حد اکثر ۵۰ درصد تغییر می کند.

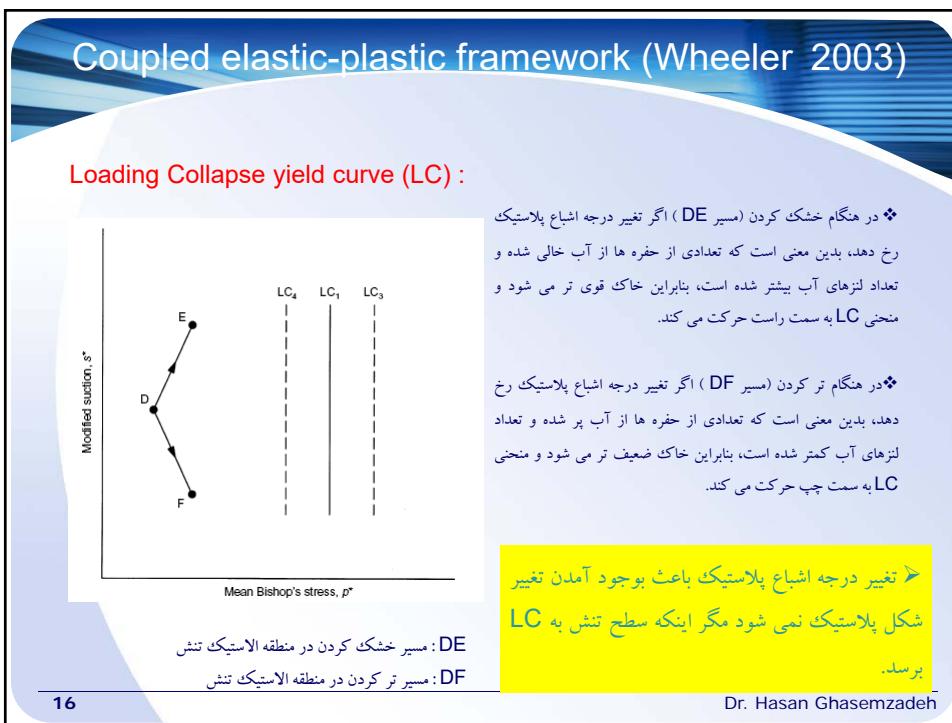
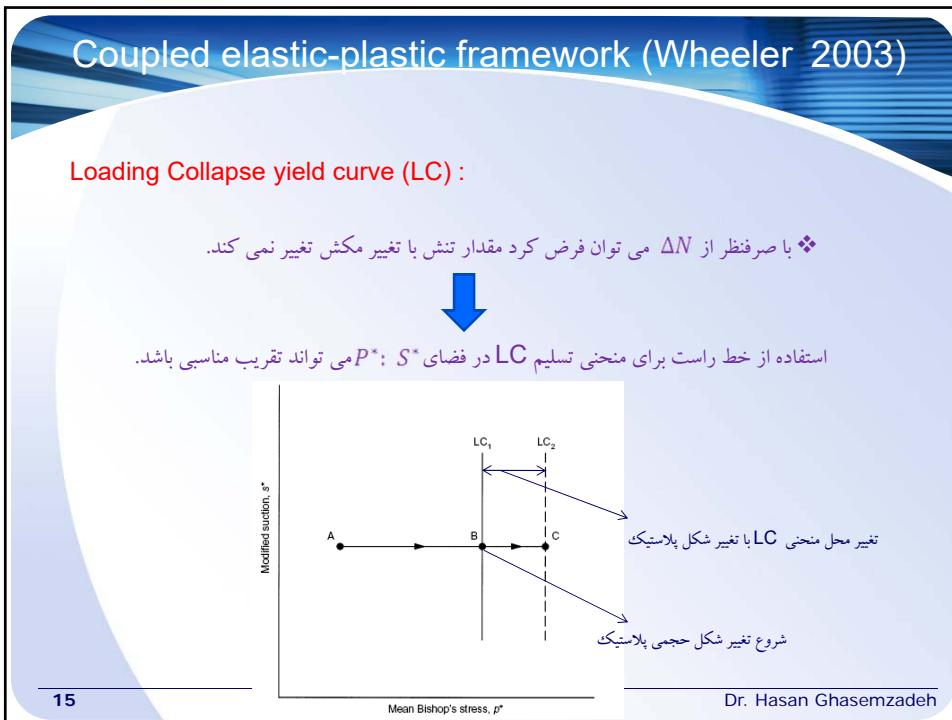
در عمل لنز آب در هنگام خشک شدن در مقدار غیر صفر S_1 بوجود می آید و مسیر ABCD را طی می کند. در هنگام ترشدن نیز در مقدار متناهی S_2 از بین می رود و مسیر DEFA را طی می کند.

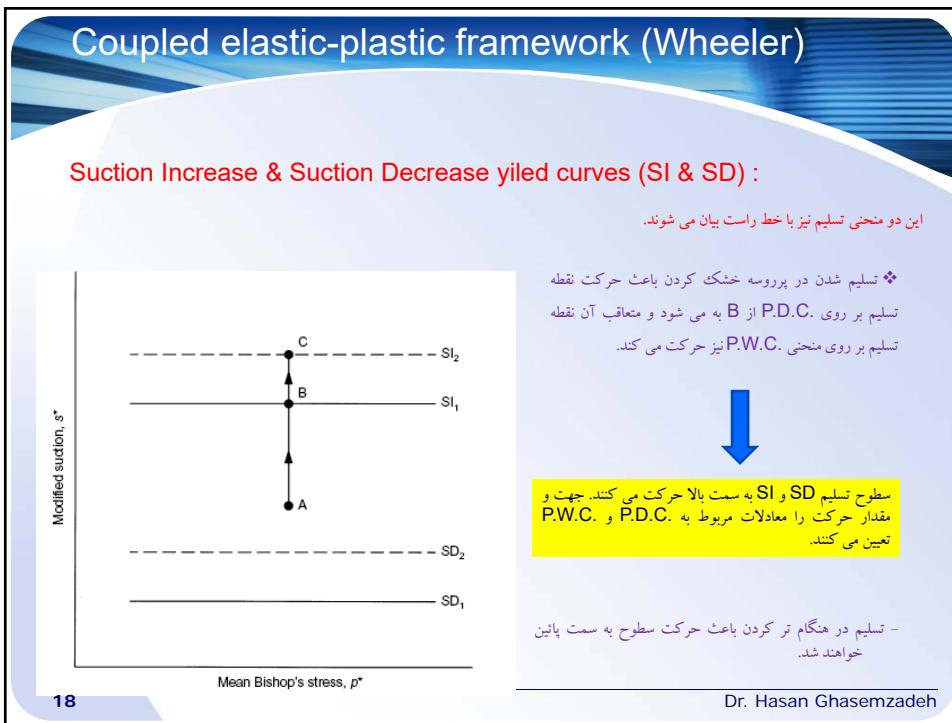
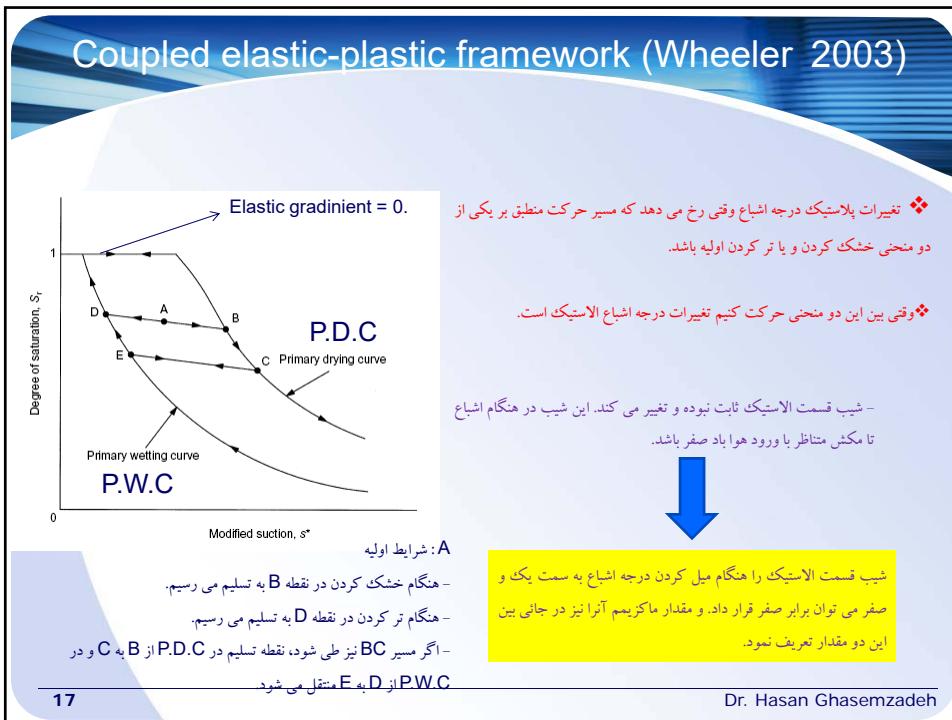
تعداد لزهای آب موجود در محیط مهمترین تاثیر نیمه اشباع بودن بر مقاومت محیط است که این عامل در حالت ماکروسکوپیک می تواند با درجه اشباع تعریف شود.

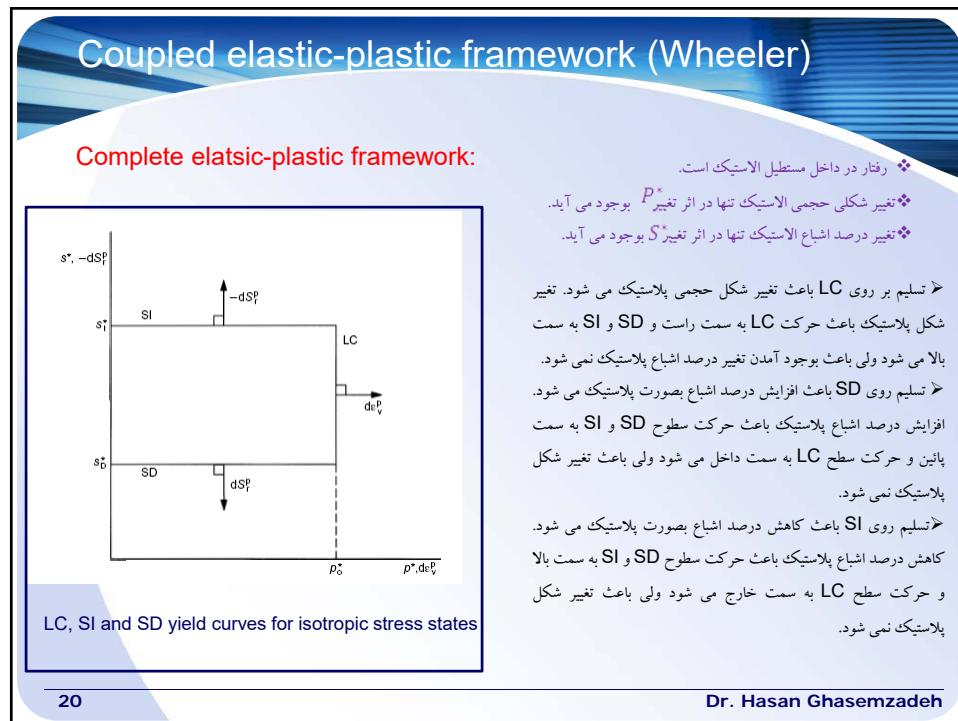
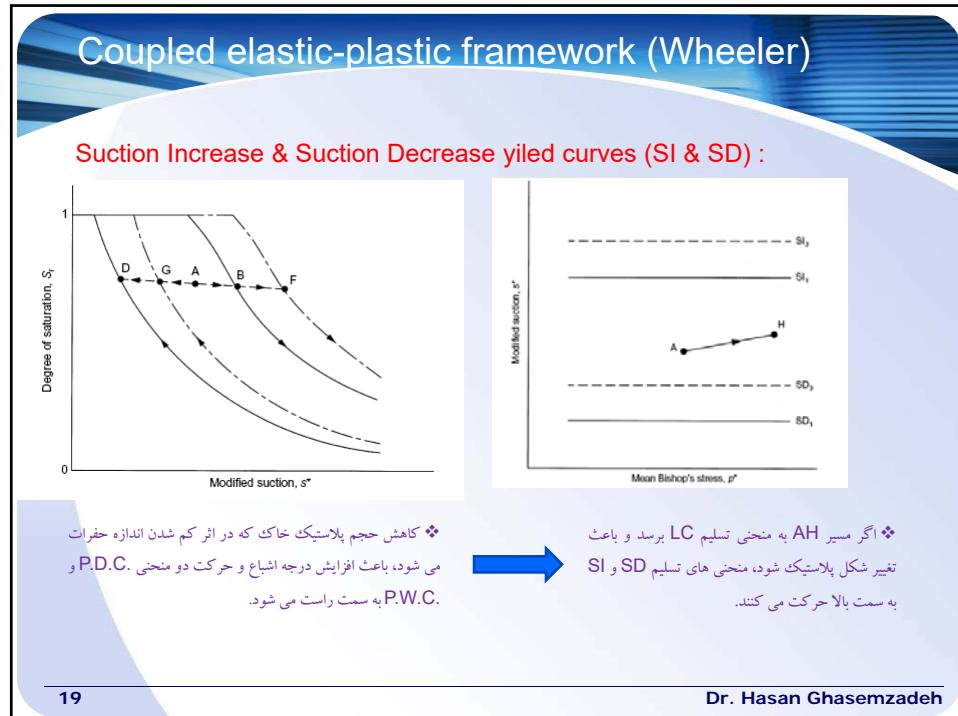
Additional inter-particle normal force due to varying size of meniscus water lens (Fisher 1926)

تغییر مکش تاثیر چندانی بر مقاومت محیط ندارد.

14 Dr. Hasan Ghasemzadeh







مدل های شنگ و سان

۲۰۰۴ مدل شنگ

شنگ و همکاران بر پایه‌ی مدل آلونسو و با استفاده از چرخه‌ی هیسترزیس هیدرولیکی ارایه شده در مدل ویلر، مدل کامل تری را جهت شبیه‌سازی رفتار هیدرومکانیک خاک‌های غیراشباع در شرایط بارگذاری سه‌محوری بیان نمودند.

۲۰۰۵ مدل سان

سان و همکاران نیز در صدد اصلاح مدل ارایه شده توسط شنگ برآمدند.

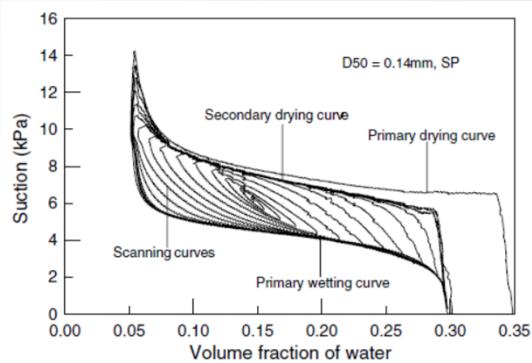
21

Dr. Hasan Ghasemzadeh

۲۰۰۸ مدل مورالیتاران

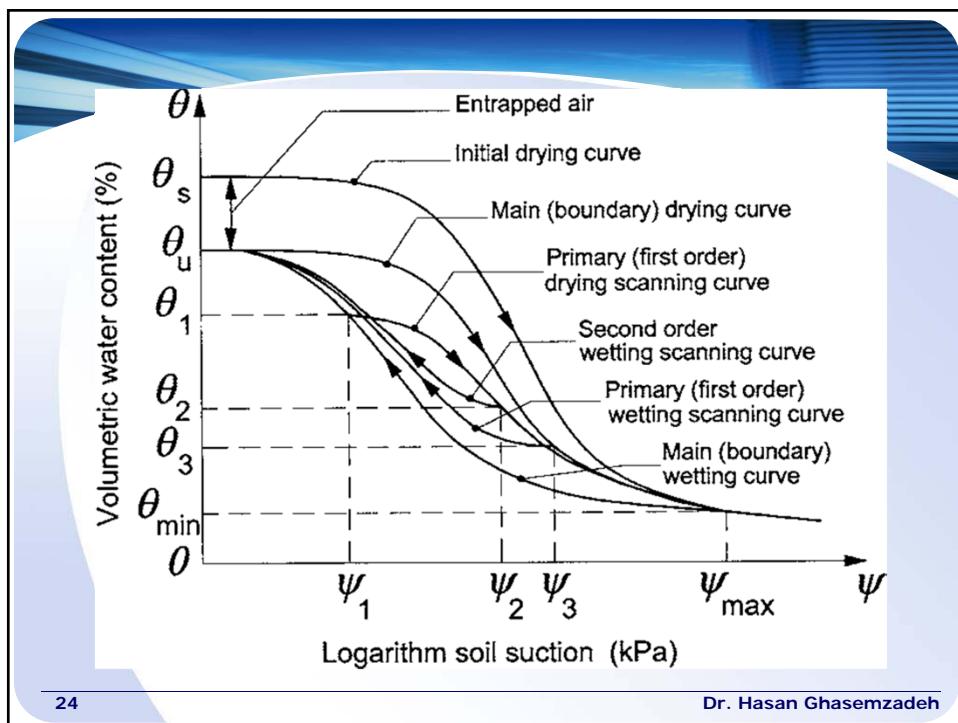
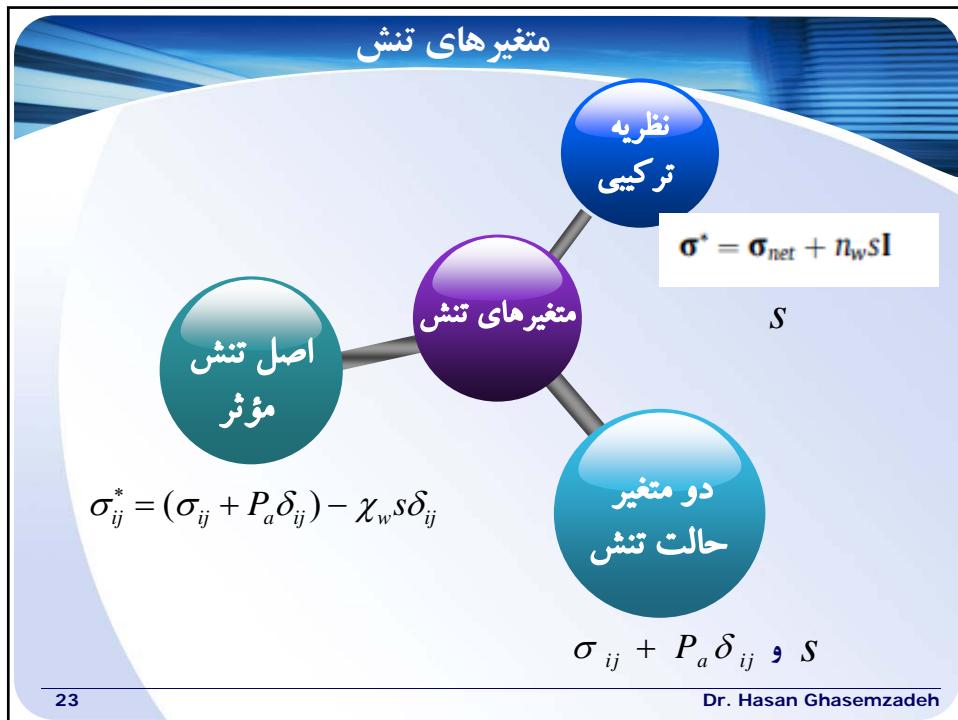
مورالیتاران و همکاران با استفاده از پلاستیسیته‌ی سطوح مرزی جهت شبیه‌سازی رفتار هیسترزیس در منحنی SWCC در صدد توسعه و اصلاح مدل ویلر

برآمدند.



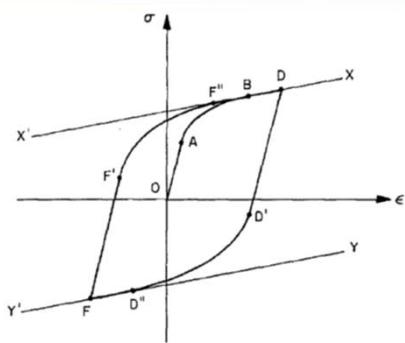
22

Dr. Hasan Ghasemzadeh



پلاستیسیته سطوح مرزی

دفالیاس و پوپوف (۱۹۷۵) با معرفی این پلاستیسیته رفتار ماده را تحت بارگذاری های سیکلیک بیان نمودند:



$$dn_w^p = \frac{ds}{\Gamma^p} \quad dn_w^e = \frac{ds}{\Gamma^e}$$

25

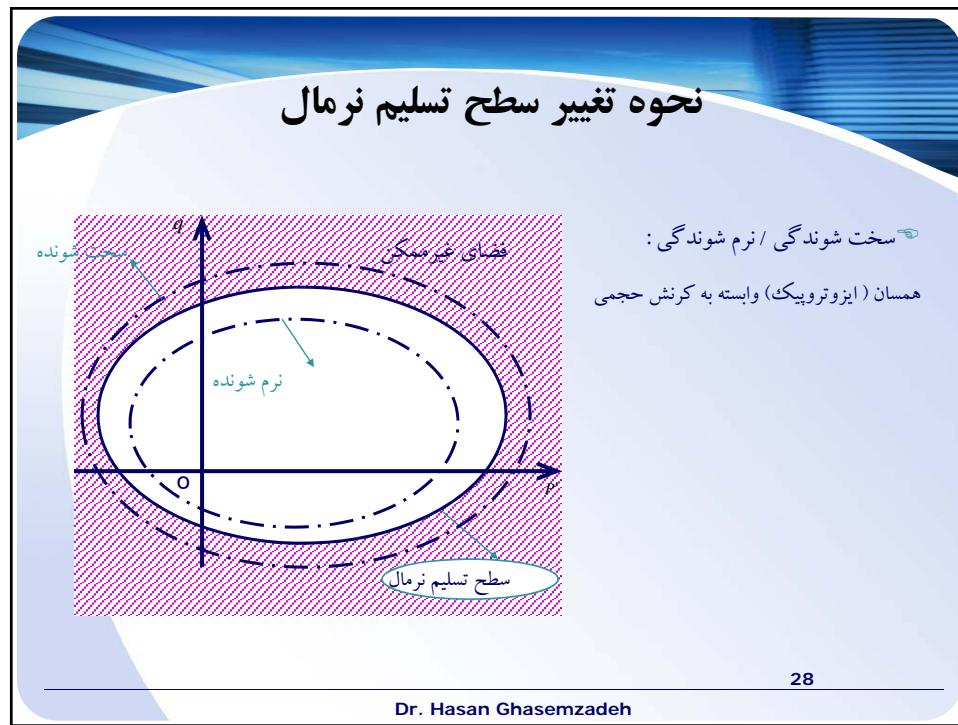
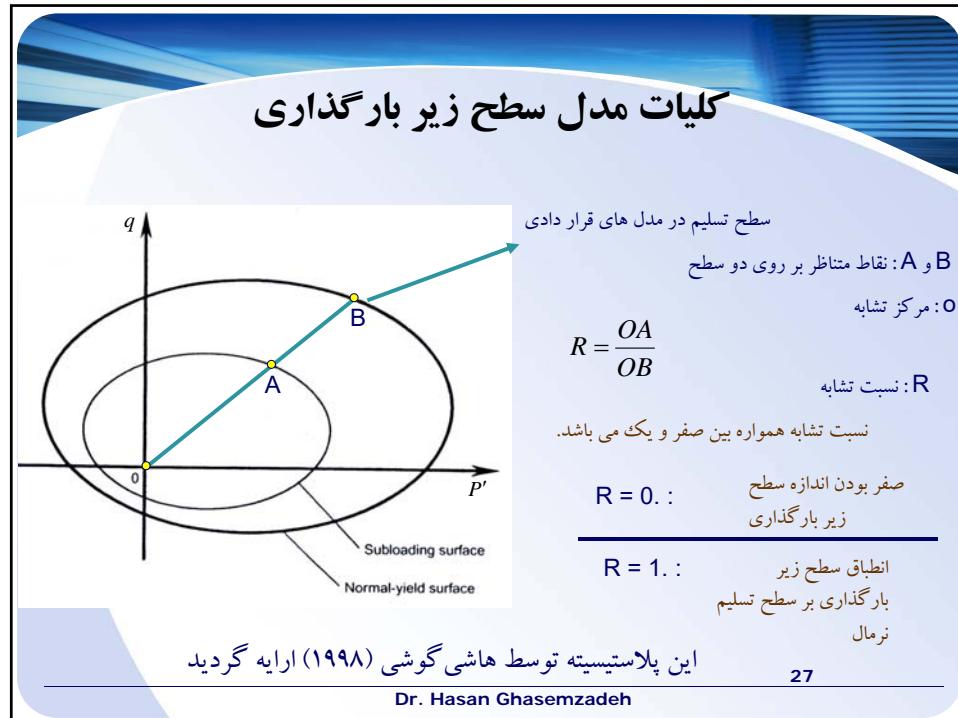
Dr. Hasan Ghasemzadeh

مدل قاسمزاده و قریشیان ۲۰۱۳

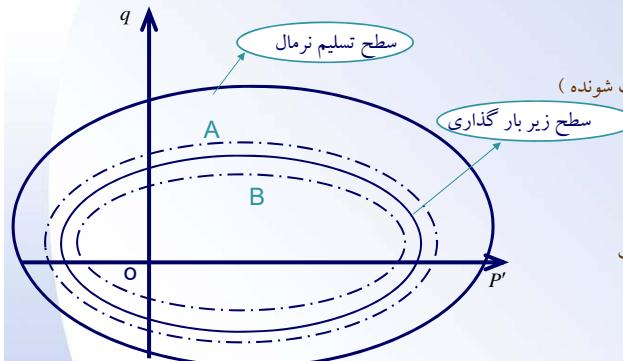
با توجه به آن که مدل ارایه شده توسط مورالیتاران در شبیه سازی کامل رفتار مکانیکی خاک های غیراشباع ناتوان بود، از این رو قاسمزاده و قریشیان با استفاده از **پلاستیسیته سطح زیربارگذاری** اقدام به توسعه‌ی مدل مورالیتاران نمودند.

26

Dr. Hasan Ghasemzadeh



نحوه تغییر سطح زیر بارگذاری

 q 

در حالت سخت شوندگی رشد سطح زیر بارگذاری بیشتر از رشد سطح تسليم نرمال است

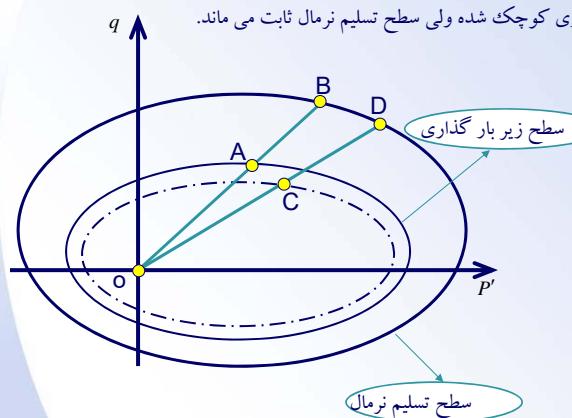
در حالت نرم شوندگی، کاهش اندازه سطح زیر بارگذاری کمتر از سطح تسليم نرمال است

در حالت بازبرداری سطح زیر بارگذاری کوچک شده ولی سطح تسليم نرمال ثابت می‌ماند.

Dr. Hasan Ghasemzadeh

29

باربرداری

 q 

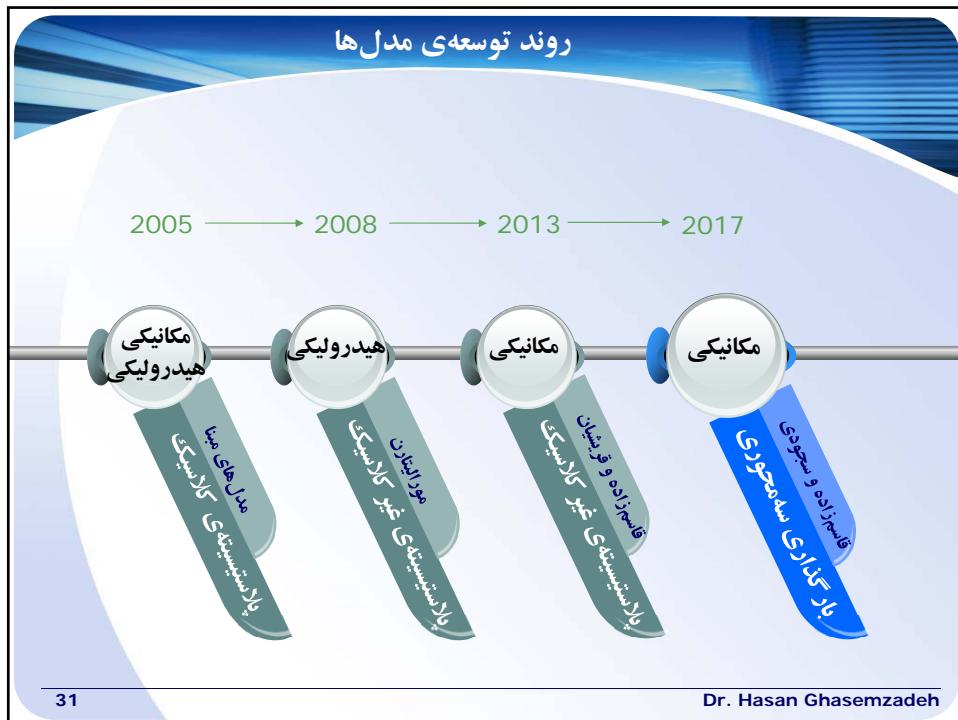
$$R_1 = \frac{OA}{OB}; \quad R_2 = \frac{OC}{OD}$$

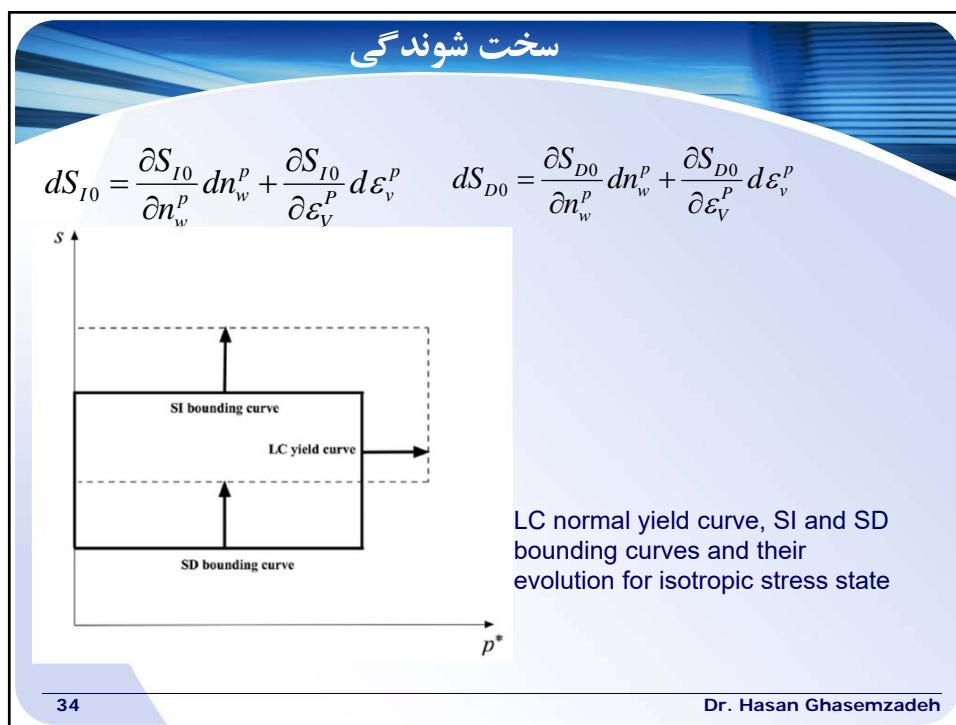
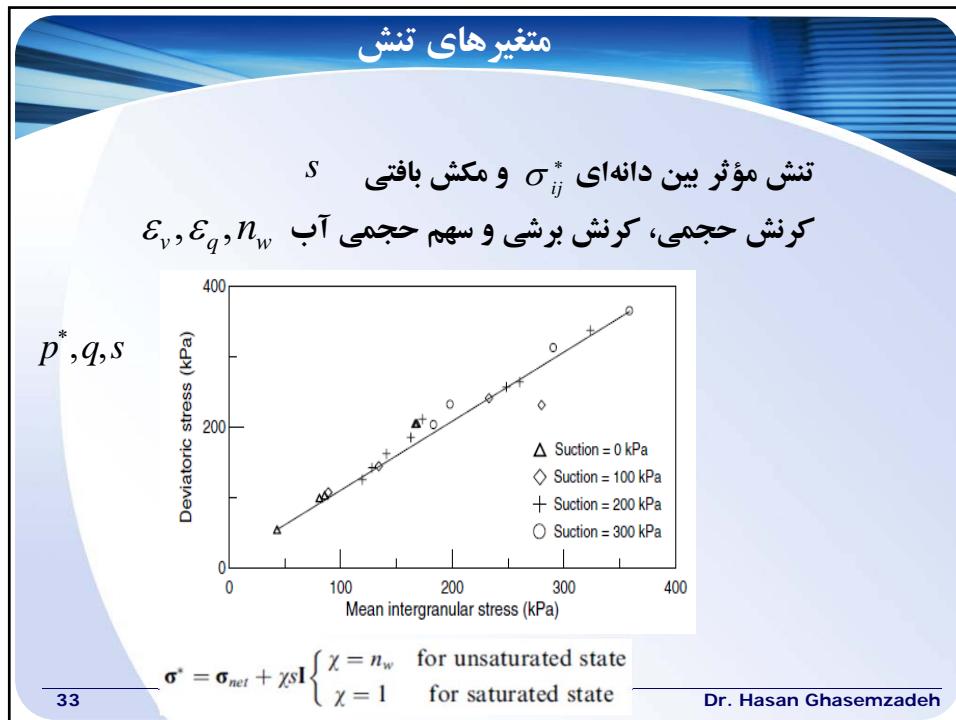
$$R_2 < R_1$$

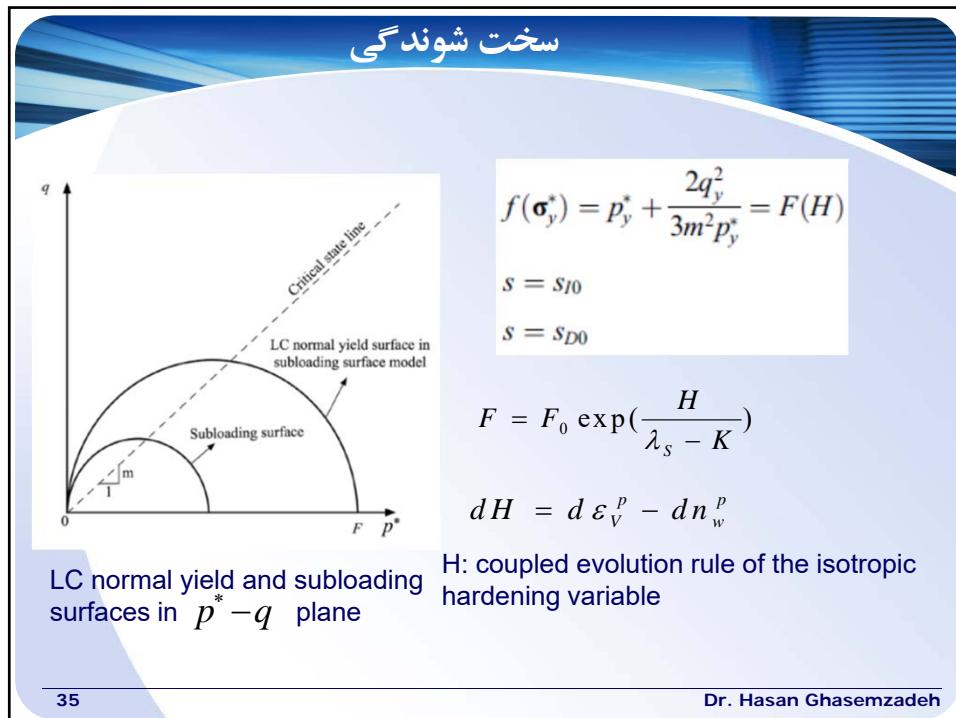
کرنش الاستیک

Dr. Hasan Ghasemzadeh

30







روابط هیدرومکانیک

$$d\varepsilon_v^e = \frac{kdp^*}{vp^*}$$

$$d\varepsilon_q^e = \frac{dq}{2G}$$

$$dn_w^e = \frac{ds}{\Gamma^e}$$

$$d\varepsilon_v^p = \frac{A}{M^p} dp^* + \frac{B}{M^p} dq + \frac{D \cdot dn_w^p}{L^p}$$

$$d\varepsilon_q^p = \frac{B}{M^p} dp^* + \frac{C}{M^p} dq + \frac{E \cdot dn_w^p}{L^p}$$

$$dn_w^p = \frac{ds}{\Gamma^p} + \frac{A}{M^p} dp^* + \frac{B}{M^p} dq$$

36

Dr. Hasan Ghasemzadeh

