



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

خاصیت ویسکوالاستیکی پوست مورد مطالعه با استفاده از تکنیک های مبتنی بر

میکروپروب در محیط آزمایشگاهی

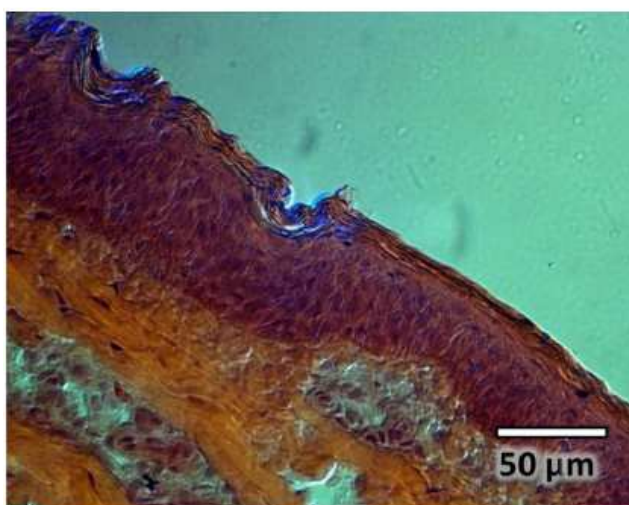
روش آزمایش

آماده سازی نمونه

به دلیل تشابه های فیزیولوژیکی، ایمونولوژیکی پوست خوک و انسان ، نمونه های یوتانایزد شده خوک های آمریکایی 8 تا 12 ماهه در 5 ساعت بعد از جمع آوری مورد آزمون قرار گرفت. نمونه ها در کاغذ صافی پیچیده شده و در محلول کلرید سدیم غوطه ور شد و موها با استفاده از یک چاقوی جراحی پاک شد. نمونه های شامل کورنوم لایه ای و بخش زیادی از اپیدرم ها از طریق برش لایه ی بیرونی پوست با ضخامت چند میکرو متر با چاقوی جراحی تهیه شد. این روش به روش شیمیایی برتری دارد به این دلیل که در این روش بافت کمترین آسیب را میبیند. نمونه های غشای میانی پوست نیز از طریق برداشتن هیپودرم با چاقوی جراحی از پوست بدست آمد. بعد از آزمایش نمونه ها بر روی یخ خشک فریز شد.

آنالیز بافت شناسی

برای مطالعات بافت شناسی نمونه های پوست در ترکیب دمای مطلوب در یخ خشک قرار داده می شوند و در دمای - 62 درجه سانتی گراد نگهداری می شوند سپس قطعات 10 میکرو متری از نمونه های پوست برداشته و بر اساس پروتکل با استفاده از هماتوکسیلین و ائوسین رنگ آمیزی شدند. تصویر برداری مقطعی نشان داد که به جز آسیب ناشی از پروب مکانیکی در طی تست، حذف لایه بیرونی به ضخامت چند میکرومتر با تیغه جراحی و فریز نمونه بدست آمده، موجب تخریب بافت نمی شود.



شکل 1: تصویر مقطعی از پوست بدست آمده پس از خراش تحت بار 50 mn

3-2 تست مکانیکی مبتنی بر میکرو پروب

تست فرورفتگی کم با استفاده از میکروسکوپ نیروی سطحی انجام شد. تمامی تست ها با استفاده از یک الماس مخروطی با شعاع 1 میکرو متر انجام شد. تقریباً 10 نمونه برای هر مجموعه از شرایط آزمایشگاهی استفاده شد.

تست های فرورفتگی زیاد با استفاده از یک دستگاه نیرو میکرو پروب انجام شد. در حین تست های MFA نمونه به وسیله ی یک پلیت استیل متصل به نگهدارنده نمونه دارای چهار پیچ که کشش 10 تا 20 درصدی در نمونه بعد از برش ایجاد میکنند، تحت کشش ملایم قرار گرفت. تمامی تست های MFA با استفاده از یک نوک پوشش دهی شده با الماس و با شعاع 12.5 میکرو متر انجام شد.

پروفیل های بار ذوذنقه ای در همه تست ها استفاده شدند. اگرچه پروفیل بار ذوذنقه ای با فرورفتگی نسبتاً کوتاه مشاهده شد (شکل 2 الف)، در رابطه با فرورفتگی های نسبتاً عمیق، این پروفیل بار گذاری غیر خطی و مسیر های بار برداری را نشان داد و این موید یک دفورماسیون وابسته به زمان است که با انتقال بار جبران نمی شود. از این روی برای حفظ بار ثابت، کنترل عمیق در طی مراحل بار برداری و بار گذاری انجام شد و این در حالی است که کنترل بار در طی زمان نگه داری تست MFA نیز انجام شد. در آزمایشات MNF کاهش در ماکزیمم بار در طی دوره نگه داری مشاهده شد. با این حال چون تغییر بار ناشی از این اثر بسیار کوچک است، می توان استنباط کرد که یک شرط بار ثابت در طی دوره نگه داری تقریب زده می شود.

برای هر شرایط آزمایشگاهی 10 نمونه استفاده شد. پروفیل های بار دوزنقه ای در تمامی تست ها استفاده شد. در حالی که پروفیل بار دوزنقه ای خاصی در حین تست با نفوذ کم دیده شد، در نفوذ عمیق ، پروفیل بارگذاری غیر خطی و مسیر های تخلیه شده را نشان داد ، و این نشان دهنده یک دفرومه شدن وابسته به زمان است که نمی تواند به وسیله ی مبدل بار جبران شود. بنابراین برای حفظ یک نرخ بارگذاری و تخلیه ثابت در حین فاز بارگذاری آزمایش کحنتزل عمق استفاده شد و کنترل بار هم در جین زمان نگه داشت آزمون MFA استفاده شد.

برای بدست آوردن اطلاعاتی در خصوص دفرومه شدن تحت بار ثابت (تست های خزش) برای مقادیر مختلف از زمان نگهداری t_h ، نرخ بارگذاری و تخلیه و حداکثر عمق نفوذ h_{max} ، یک پارامتر دفرومه شدن خزش $\epsilon_c = (h_f - h_i)/h_i$ برای تفسیر رفتار ویسکولاستیک لایه های پوست و کل پوست استفاده شد. ثابت مواد ویسکولاستیک و خشکی تماس الاستیک لایه های منفرد پوست و کل پوست با استفاده از برآزش داده های ϵ_c و سختی تماس بدست آمد.

$$\frac{1}{S^2} = \frac{1}{S} - \frac{h}{L_u} \quad (1)$$

که h سرعت تغییر عمق در طی دوره نگه داری است و L_u میزان تخلیه در شروع تخلیه بار است.

آنالیز آماری

تفاوت معنی دار آماری بین مقادیر اندازه گیری شده با استفاده از استفاده چندگانه از آنالیز واریانس یک طرفه تعیین شد. مقادیر p value در سطح 0.05 برای سه نوع نمونه های لایه / سوبسترا ارائه شده است : (1) کورنیوم لایه ای / اپیدرم زنده، (2) غشای درونی / اپی درم و (3) کل پوست . نمونه ها به همراه سوبسترای خود روی پتری دیش قرار داده شد.

نتایج و بحث

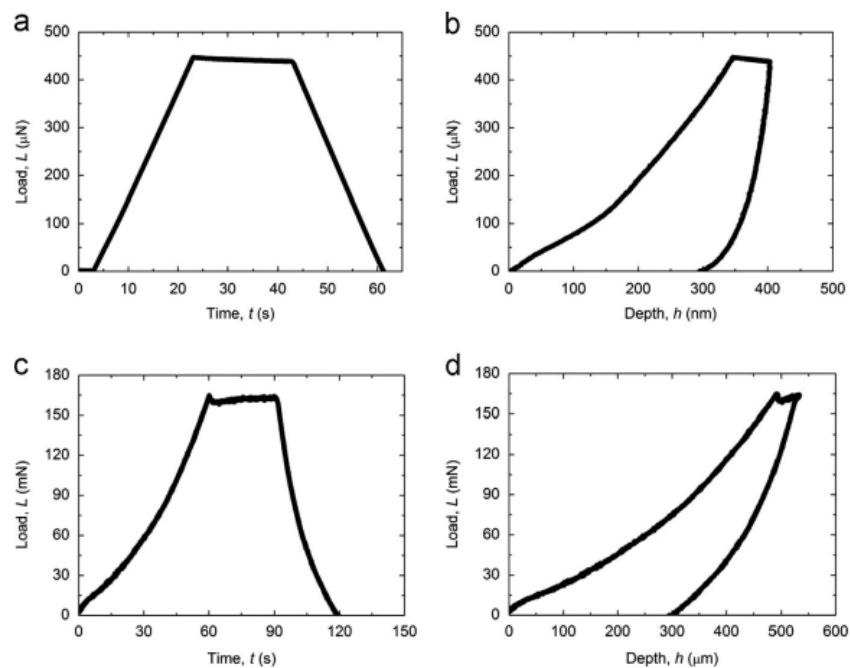
نتایج ارائه شده در این بخش، برای سه نوع نمونه لایه و زیر لایه است 1- استراتوم کورنیوم 2- درمیس. اپیدر میس و 3- کل پوست. نمونه ها به یک پتری دیش با زیر لایه های خود اضافه شدند. سپس این نمونه ها به

صورت استراتوم، درمیس و نمونه های پوستی نام گذاری شدند. برایشان دادن روند عمومی، نتایج ارایه شده در شکل نقاط داده ها، با استفاده از ضریب همبستگی تبیین برای تعیین تابع بهترین برازش داده ها مطابقت داشت.

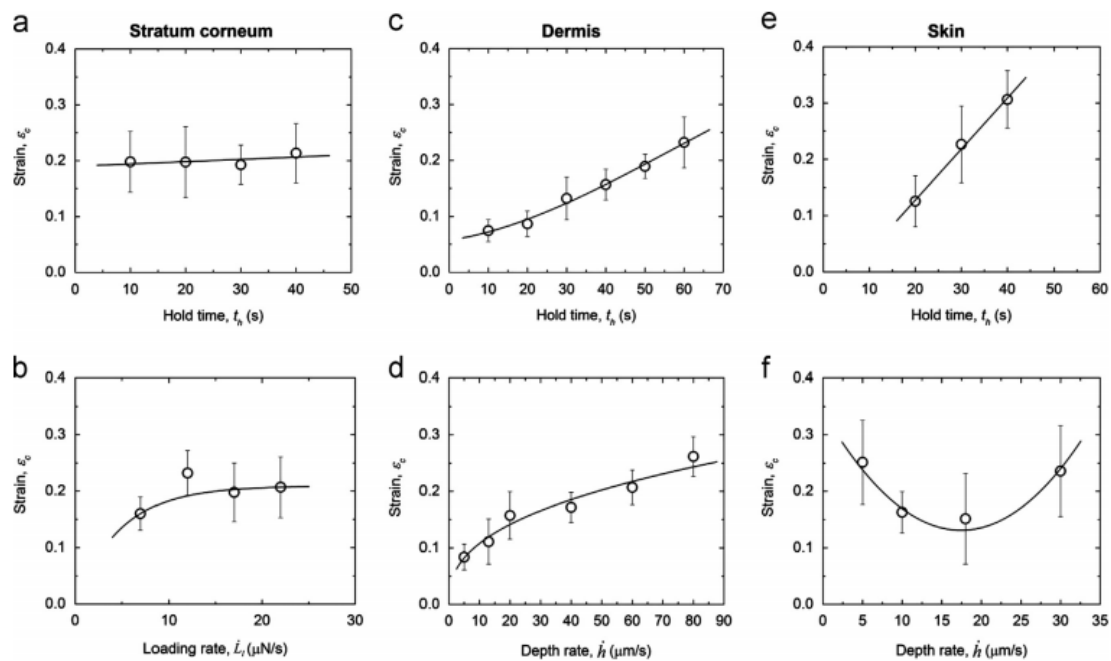
3.1. رفتار دفورمه شدن وابسته به زمان

تست SFM نشان داد که EC در نمونه های کرونئوم لایه ای تابعی از th نیست و در نرخ بارگذاری پایین به طور اندک افزایش می یابد. از داده های اندازه گیری شده EC می توان دریافت که دفورمه شدن وابسته به زمان نمونه ی کرونئوم قبل از شروع دوره نگهداری شروع نخواهد شد و این نشان دهنده وابستگی ضعیف دفورمه شدن نمونه کرونئوم به زمان است.

تست MFA نشان داد که دفورومه شدن وابسته به زمان نمونه های پوست و غشا میانی پوست را نشان داد. هنگام افزایش 10 تا 60 ثانیه ای th افزایش یکنواخت EC در غشا میانی از 0.08 تا 0.25 دیده شد. حساسیت غشای دفورمه شدن غشای درونی به نوسانات زمان نگهداری و نرخ عمق یا سرعت فرورفتگی نشان دهنده رفتار دفورمه شدن وابسته به زمان این نمونه است. اینچنین نوساناتی در نمونه های پوست نیز مشاهده شد. برای هر شرایط آزمایشگاهی 10 نمونه استفاده شد. پروفیل های بار دوزنقه ای در تمامی تست ها استفاده شد. در حالی که پروفیل بار دوزنقه ای خاصی در حین تست با نفوذ کم دیده شد، در نفوذ عمیق، پروفیل بارگذاری غیر خطی و مسیر های تخلیه شده را نشان داد، و این نشان دهنده یک دفورمه شدن وابسته به زمان است که نمی تواند به وسیله ی مبدل بار جبران شود. بنابراین برای حفظ یک نرخ بارگذاری و تخلیه ثابت در حین فاز بارگذاری آزمایش کنترل عمق استفاده شد و کنترل بار هم در حین زمان نگهداشت آزمون MFA استفاده شد.



شکل 2: بار فرورفتگی در برابر زمان و پاسخ عمق برای نرخ بار گذاری و باربرداری برابر با 22 میکرونیوتون بر ثانیه و بار ماکزیمم معادل با 450 میکرونیوتون



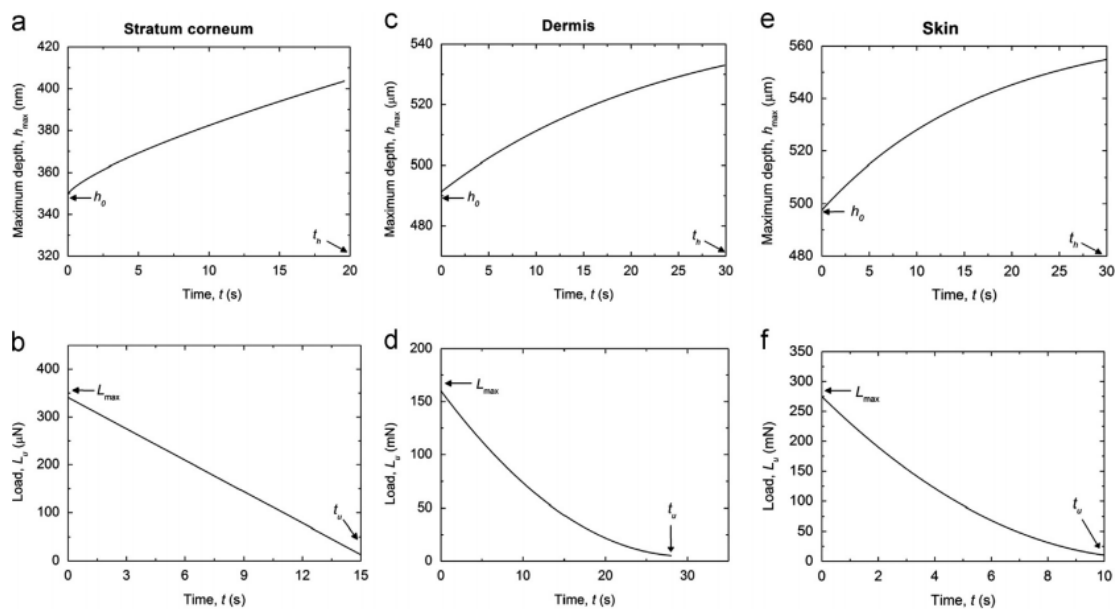
شکل 3: کرنش در برابر زمان نگه داری ($L_{max}=350 \mu\text{N}$, $\dot{L}_l=\dot{L}_u=17 \mu\text{N/s}$) و ب: نرخ بارگذاری ($L_{max}=350 \mu\text{N}$, $t_h=20 \text{ s}$) برای استراتوم کورنئوم. کرنش در برابر زمان نگهداری ($h_0=400 \mu\text{m}$, $\dot{h}=13 \mu\text{m/s}$) و ت: میزان عمق ($h_0=400 \mu\text{m}$, $t_h=30 \text{ s}$) برای درمیس.

2.3. ثابت های ویسکو الاستیک و سختی تماس الاستیک

نوسان غیر خطی حداکثر عمق h_{max} با زمان t تحت L_{max} ثابت برای تمامی نمونه ها مشاهده شد و روند برای نمونه های پوست و غشای درونی یکسان بود. از آنالیز برازش منحنی دیده شد که تابعی که بهترین برازش را بر داده های h_{max} دارد به صورت زیر خواهد بود:

$$h_{max} = h_0 + Ct^{1/2} \quad (\text{رابطه ی 2})$$

که در آن H_0 حداکثر عمق در شروع دوره نگهداری و C ثابت مواد ویسکو الاستیک تعیین شده به وسیله ی برازش منحنی است.



شکل 4: نتایج معرف از آزمایشاتی که تغییرات عمق حداکثر h_{max} را با زمان t تحت L_{max} برای الف: استراتوم کورنئوم، ب: درمیس و پ: پوست و بار L با زمان T در طی تخلیه برای ب: استراتوم کورنئوم، ت: درمیس و ج:

پوست

بارگذاری اولیه برای نمونه های کورنئوم نشان دهنده تغییر خطی بار در زمان و تغییر غیر خطی بار در زمان برای نمونه های غشای درونی و پوست است. در نتیجه برای نمونه های کورنئوم نرخ اولیه تخلیه را می توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\dot{L}_u = \frac{L_{max} - L}{t} \cong \frac{L_{max}}{t_u}$$

که در آن t_u زمان لازم برای تخلیه کامل بار است. بنابراین از فرمول های قبلی بیان

شده، خشکی تماس الاستیک نمونه ی کورنئوم را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$S_{sc}^e = \left[\frac{1}{S} + \frac{C_{sc} t_u}{2 t_h^{1/2} L_{max}} \right]^{-1}$$

که در آن CSC برابر است با ثابت تماس ویسکو الاستیک نمونه های کورنئوم.

اندازه گیری SFM برای بار گذاری، تخلیه و زمان نگه داری همگی در 20 ثانیه تثبیت شده و یک وابستگی C_{sc} را در طی L_{max} در طی دوره نگه داری نشان نداد. از داده های اندازه گیری شده، مقدار میانگین $20.8 \pm 0.062 \text{ nm/s}^{1/2}$ است. این آزمایشات یک کاهش غیر خطی را از S_{sc}^e با افزایش h_{max} نشان دادند. این روند ناشی از اثر تشدید شونده اپیدرمیس سلولی پوست با افزایش h_{max} است. از اندازه گیری های بدست آمده در 400 تا 1200 پی پی ام، میانگین S_{sc}^e is $\sim 3.47 \pm 0.012 \mu\text{N/nm}$ بدست آمد.

مقادیر اندازه گیری شده برای بارگذاری و تخلیه و زمان نگهداری تمامی در زمان 20 ثانیه هیچ همبستگی بین C_{sc} و L_{max} در دوره نگهداری نشان نداد.

به دلیل پاسخ غیر خطی تخلیه نمونه های غشای درونی و پوست، نرخ اولیه تخلیه به صورت لیمیت یک تابع چند جمله ای مرتبه دوم زمان بدست آمد:

$$\dot{L}_u = \lim_{t \rightarrow 0} \left\{ \frac{d}{dt} (L_{max} + D_1 t + D_2 t^2) \right\}$$

(رابطه ی 5)

که در آن D1 و D2 را میتوان به وسیله ی برازش منحنی بدست آورد.

تست های MFA برای نمونه های غشای درونی برای $h=10 \mu\text{m/s}$ و $t_h = 40 \text{ s}$ انجام شد و یک همبستگی قوی بین رفتار ویسکوالاستیک غشای درونی و خشکی تماس الاستیک غشای درونی با L_{max} و h_{max} را نشان داد. با در نظر گرفتن اینکه رفتار ویسکوالاستیک پوست و غشای درونی مشابه یکدیگر است، خشکی تماس الاستیک پوست به صورت رابطه زیر بیان می شود:

$$S_{sk}^e = \left[\frac{1}{S} + \frac{C_{sk}}{2D_{sk}t_h^{1/2}} \right]^{-1}$$

که در آن C_{sk} و D_{sk} ثابت های ویسکوالاستیک C و D1 در رابطه ی 2 و رابطه ی 5 هستند.

تست های mfa بر روی نمونه های پوستی برای $h=10 \mu\text{m/s}$ و $t_h = 40 \text{ s}$ یک وابستگی قوی رفتار ویسکوالاستیک درمیس و سفتی الاستیک به L_{max} و h_{max} نشان داد. به طور ویژه C_{de} از 6 به 16 میکرومتر بر ثانیه در $25 \leq L_{\text{max}} \leq 230$ افزایش یافته و به مقدار $9 \mu\text{m/s}^{1/2}$ برای $L_{\text{max}} \geq 400 \text{ mN}$ کاهش یافت. این در حالی است که S_{de}^e در دامنه $150 \leq h_{\text{max}} \leq 550 \mu\text{m}$ به طور یکنواخت افزایش یافت. لازم به ذکر است که عمیق بحرانی $(h_{\text{max}}=400 \mu\text{m})$ که فراتر از آن S_{de}^e افزایش می یابد با $L_{\text{max}}=230 \text{ mN}$ همبستگی دارد که با مقدار پیک C_{de} متناظر است. افزایش C_{de} در دامنه $0 \leq L_{\text{max}} \leq 230 \text{ mN}$ ناشی از رفتار ویسکوالاستیک درمیس با افزایش بار است، و این در حالی است که کاهش تدریجی C_{de} برای $L_{\text{max}} \geq 230 \text{ mN}$ ناشی از خروج سیال از درمیس فشرده است که بالاتر از بار بحرانی می باشد. این مطابق با تغییرات S_{de}^e به افزایش در $h_{\text{max}} \geq 400 \mu\text{m}$ است. از این روی دفورماسیون وابسته به زمان ناشی از درمیس است در حالی که سفتی تماس الاستیک توسط استراتوم کورنئوم ارائه می شود.

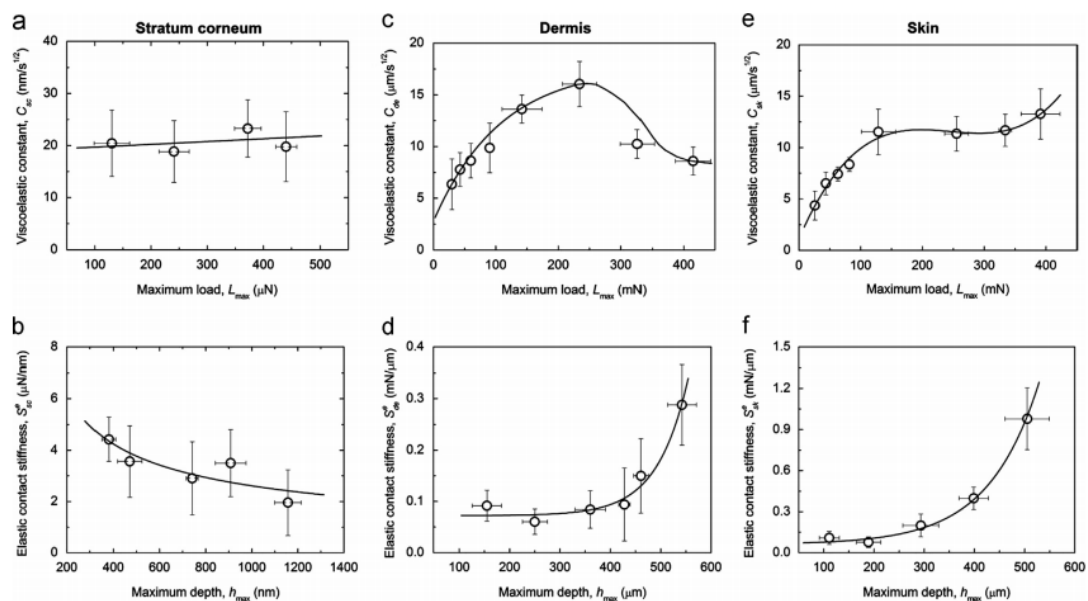
با در نظر گرفتن رفتار تماس الاستیک درمیس و پوست، سفتی تماس الاستیک پوست S_{sk}^e را می توان با معادله مشابه با معادله 6 محاسبه کرد.

$$S_{sk}^e = \left[\frac{1}{S} + \frac{C_{sk}}{2D_{sk}t_h^{1/2}} \right]^{-1} \quad (7)$$

که C_{sk} و D_{sk} ثابت های ویسکو الاستیگ پوست c و d1 در به ترتیب معادلات 2 و 5 است. C_{sk} روند افزایشی مشابه با $L_{max} \approx 130 \text{ mN}$ را نشان می دهد که در دامنه $130 \leq L_{max} \leq 350 \text{ mN}$ قرار می گیرد. این روند افزایشی برای $L_{max} > 350 \text{ mN}$ نیز صادق است. S_{sk}^e روند بسیار مشابهی را با درمیس نشان می دهد و فرض می کند که مقادیر در بین درمیس و استراتوم کورنئوم قرار می گیرد. برای $h_{max} \leq 190 \mu\text{m}$, $S_{sk}^e \approx 0.09 \text{ mN}/\mu\text{m}$ که نزدیک به S_{de}^e در دامنه یکسان است، $h_{max} > 190 \mu\text{m}$, S_{sk}^e مقادیر بالاتری را فرض می کند که نزدیک به S_{sc}^e در یک دامنه است. به این ترتیب S_{sk}^e یک افزایش فزاینده را با h_{max} نشان می دهد. $h_{max} \leq 190 \mu\text{m}$ نشان می دهد که S_{sk}^e با داده های سفتی پوست همخوانی دارد در حالی که S_{sc}^e بالاتر از S_{de}^e بوده و مطابق با سه برابر ضریب سفتی بیشتر از درمیس است.

3-3 بافت شناسی مقطعی

بافت شناسی مقطعی کل پوست اطلاعات زیادی را در مورد رفتار دفورماسیون لایه های مختلف پوست ارائه می کند. چون دست یابی به نمونه های مقطعی از نمونه های پوستی سخت است. اگرچه بار های اعمال شده در این تست ها دقیقاً منطبق با L_{max} اعمال شده در دوره نگه داری نیست، نتایج بافت شناسی، ابزار های کیفی مفید را برای ارزیابی نقش استراتوم کورنئوم، اپیدرمیس سلولی و پوست در دفورماسیون پوست ارائه می کند. برای بار های نسبتاً پایین، دفورماسیون منجر به فرورفتگی بافت پوست می شود. برای بار های نسبتاً پایین، دفورماسیون منجر به فرورفتگی بافت بدون آسیب مازاد در اپیدرمیس می شود. نقاط قرمز و تیره در پوست بیانگر فیبریل و هسته سخت است. نبود تغییرات مشهود در اپیدرمیس نشان می دهد که دفورماسیون پوست ناشی از خراش با بار پایین با پوست کنترل می شود.



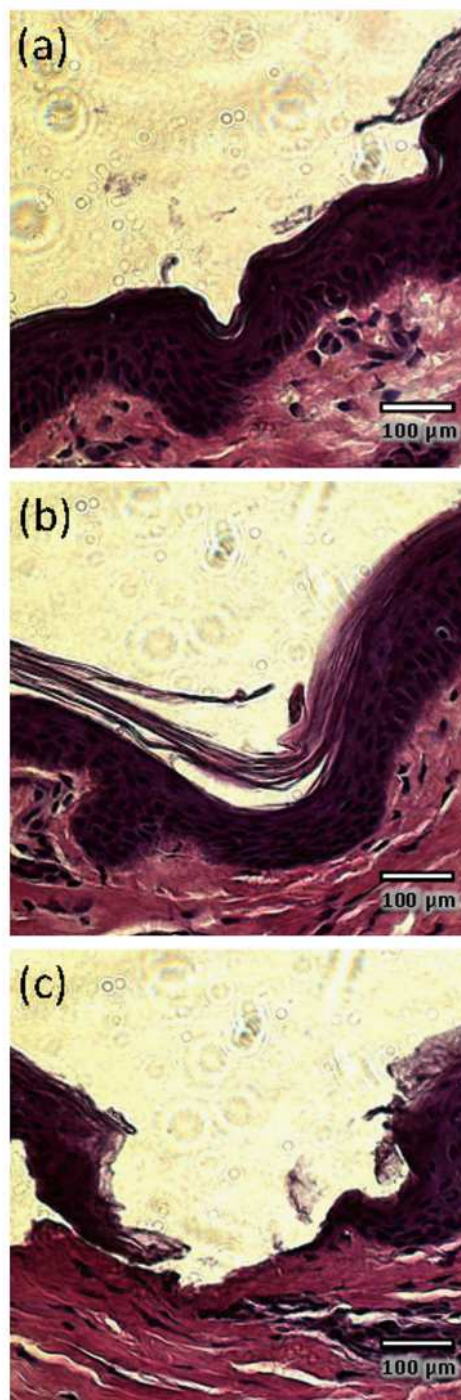
شکل 5: الف: ثابت ویسکو الاستیک استراتوم کورنئوم C_{sc} در برابر بار حداکثر L_{max} : ب: سفتی تماس الاستیک استراتوم کورنئوم S_{sc}^e در برابر عمق ماکزیمم ($t_l=t_u=t_h=20\text{ s}$). ثابت ویسکو الاستیک درمیس C_{de} در برابر بار حداکثر L_{max} : ت: سفتی تماس الاستیک درمیس S_{de}^e در برابر عمق حداکثر

رفتار دفورماسیون نشان داده شده با نتایج بافت شناسی، دلیلی بر پاسخ ویسکو الاستیک و سفتی تماس الاستیک پوست است (شکل 5). چون دفورماسیون پوست با بار پایین با دفورماسیون درمیس کنترل می شود در دامنه پایین L_{max} و h_{max} ، C_{sk} و S_{sk}^e تحت تاثیر C_{de} قرار دارد. در دامنه متوسط L_{max} ، C_{sk} ثابت می باشد زیرا این مقدار ثابت است به این دلیل که دفورماسیون پوست با دفورماسیون در استراتوم کورنئوم کنترل می شود و رفتار ویسکو الاستیک بالایی را نشان می دهد. هر دو S_{sk}^e و C_{sk} به ترتیب در h_{max} و l_{max} را به دلیل افزایش رفتار ویسکوز درمیس در فشار بالا نشان داد.

4-3 خزش و استراحت تنش

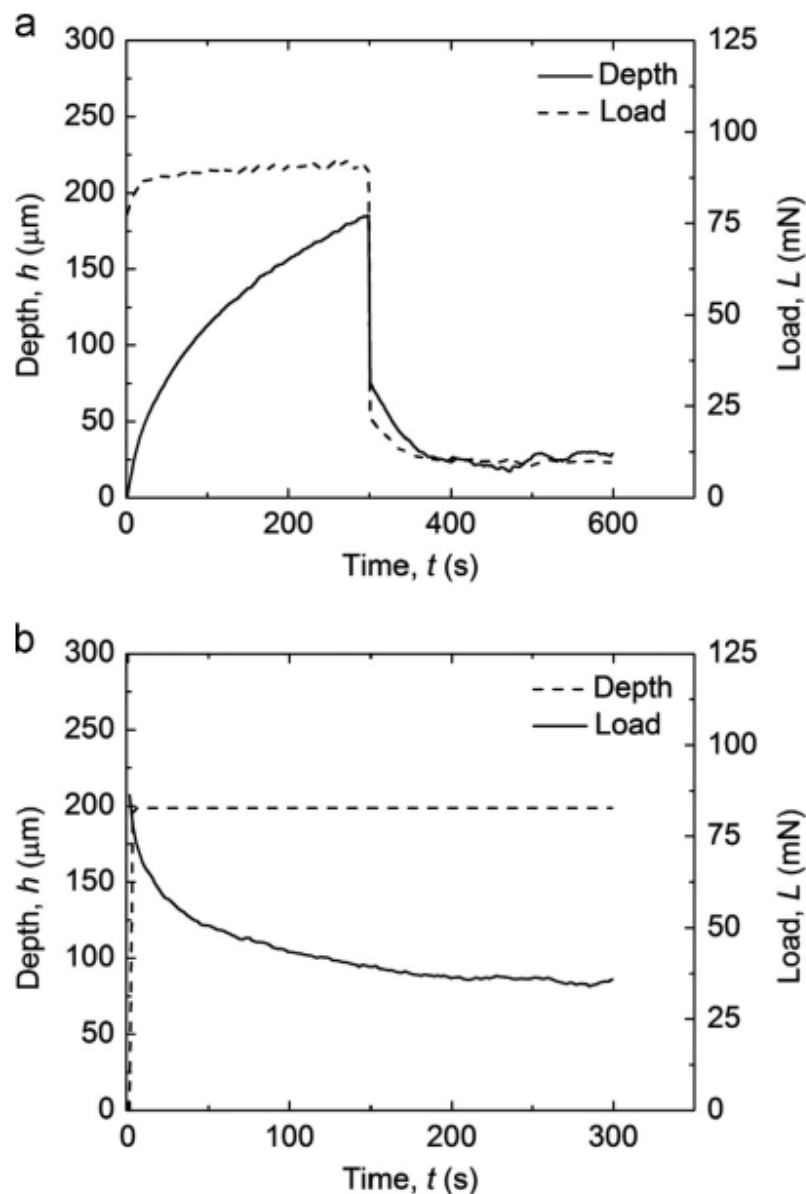
تست های خزش یک پاسخ ویسکو الاستیک-پلاستیگ را نشان داد که با مدل رئولوژیکی، خزش حالت ثابت و عناصر خزش موقت نشان داده می شود. کاهش عمق ناگهانی با تخلیه بار به استراتوم کورنئوم ناشی از رفتار

اپیدرمیس سلولی و درمیس می باشد. از 25 تست خزش، نتایج نشان داد که $C_{de} = 10.42 \pm 0.844 \mu\text{m}/\text{s}^{1/2}$ هم
خوانی خوبی با مقدار بدست آمده برای بار 90-mN برخوردار است.



شکل 6: تصاویر میکروسکوپ نوری مقطعی پوست بدست آمده پس از خراش برای بار 50 ، 200 و 400 mn

اندازه گیری های آزمایشی و بافت شناسی این مطالعه اطلاعاتی را در خصوص رفتار ویسکو الاستیک پوست تحت بار ثابت و صفر در اختیار می گذارد. از این روی دفورماسیون پوست با رفتار مکانیکی درمیس (بار پایین)، دفورماسیون در استراتوم کورنئوم (بار متوسط) و حذف (شکست بین سطحی) استراتوم کورنئوم و اپیدرمیس سلولی با کاهش مایع پوستی کنترل می شود.



شکل 7: نتایج معرف حاصل از آزمایشات عمق h در برابر زمان t ناشی از الف: مرحله به مرحله ب: بار ثابت ا

$$L = L_0 \left(1 - \frac{1}{\lambda} \ln t \right)$$

که L_0 بار اندازه گیری شده در $t=0$ و λ ثابت استراحت زمانی می باشد که بر حسب \ln باین می شود. از 20 تست، نتایج نشان داد که $\lambda = 11.84 \pm 0.934 \ln(s)$ است.

بافت شناسی و اندازه گیری در این مطالعه اطلاعاتی را در خصوص رفتار ویسکو الاستیک پوستی تحت بار ثابت و صفر ارائه می کند. دفورماسیون پوستی با رفتار مکانیکی درمیس، دفورماسیون استراتوم و حذف استراتوم و اپیدرم سلولی همراه با کاهش مایع بدن کنترل می شود. اندازه گیری های آزمایشی و بافت شناسی این مطالعه اطلاعاتی را در خصوص رفتار ویسکو الاستیک پوست تحت بار ثابت و صفر در اختیار می گذارد. از این روی دفورماسیون پوست با رفتار مکانیکی درمیس (بار پایین)، دفورماسیون در استراتوم کورنئوم (بار متوسط) و حذف (شکست بین سطحی) استراتوم کورنئوم و اپیدرمیس سلولی با کاهش مایع پوستی کنترل می شود.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی