

بخش اول

مبانی دستگاه پوششی

آناتومی و فیزیولوژی دستگاه پوششی

اهداف فصل

در پایان این فصل، فراگیر قادر خواهد بود:

۱. هر لایه‌ی پوست و اجزای آن را شناسایی کرده و کارکردهای آن‌ها را توضیح دهد.
۲. کارکرد هر نوع سلولی را به کارکرد کلی دستگاه پوششی مرتبط سازد.
۳. نقش اجزای غیرسلولی پوست را در حفظ قابلیت ترمیم دستگاه پوششی بشناسد.
۴. آسیب بافتی را بر اساس عمق از دست رفتن پوست تشخیص دهد.

پوست

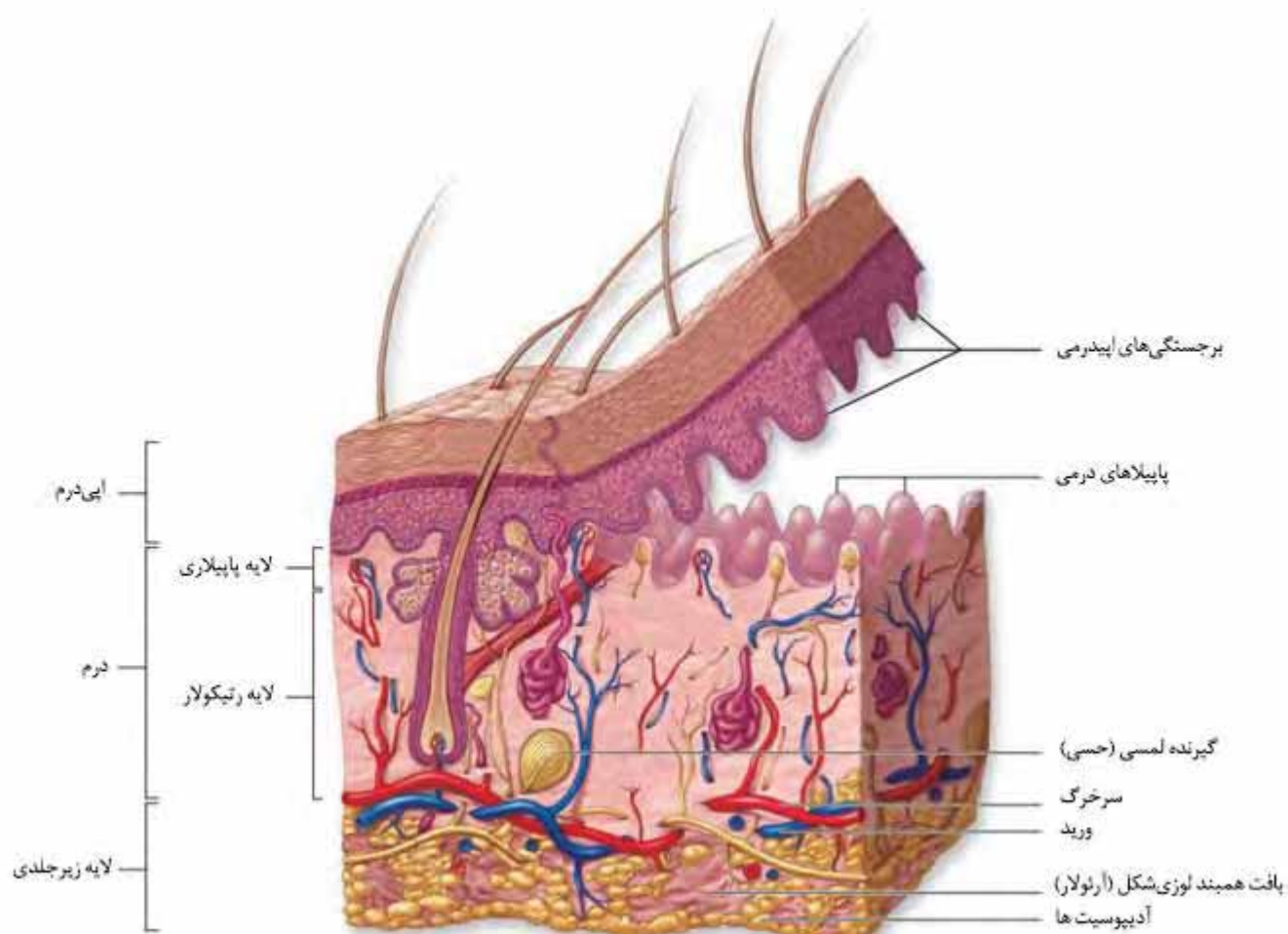
پوست بخش مهمی از شخصیت و منش فرد است؛ با مشاهده‌ی پوست فرد و ناهنجاری‌های آن می‌توان اطلاعات بسیاری درباره‌ی او به دست آورد. چین‌وچروک‌ها می‌توانند نشان‌دهنده‌ی خلق‌و‌خو، سن، عادات اجتماعی یا مواجهه‌ی بیش از حد با نور خورشید باشند. رنگ پوست، در نتیجه‌ی میزان ملانین، بازتاب‌دهنده‌ی قومیت فرد است؛ بافت پوست نیز می‌تواند بازتاب‌دهنده‌ی شغل فرد باشد، چنانچه آن شغل با نیروهای مکانیکی مکرر یا مواجهه با عوامل آب‌وهوایی همراه باشد. پوست، با حرکت روان همراه با عضلات و بافت همبند زیرین، عواطف فرد را بازتاب می‌دهد. ناهنجاری‌های پوستی ممکن است در پاسخ به فرایندهای بیماری، آسیب، آلرژی یا دارو بروز کنند.

اما پوست چه ارتباطی با ترمیم زخم دارد؟ برای آنکه زخمی «بسته» تلقی شود، باید بازایی تلیال‌سازی کامل، یعنی رشد پوست جدید، صورت گرفته باشد و هیچ‌گونه ترشح یا تراوشی از بافت ترمیم‌یافته وجود نداشته باشد. شناخت آناتومی و فیزیولوژی دستگاه پوششی و نقش پوست در ترمیم، برای درک بسته‌شدن زخم همراه با نتیجه‌ی زیبایی‌شناختی و عملکردی بهینه ضروری است.

آناتومی پوست

پوست اندامی پیچیده، پویا و چندلایه است که بدن را می‌پوشاند و بزرگ‌ترین اندام منفرد بدن هر فرد به شمار می‌رود. این اندام ۱۵ تا ۲۰ درصد از وزن کل بدن را تشکیل می‌دهد و اگر به‌صورت مسطح گسترده شود، مساحتی برابر با ۱/۵ تا ۲ متر مربع را می‌پوشاند (۱). درون لایه‌های پوست، که عمدتاً از ماتریکس‌های کلاژنی ساخته شده‌اند، انبوهی از سلول‌ها، رگ‌های خونی، پایانه‌های عصبی و ساختارهای ضمیمه‌ای — شامل فولیکول‌های مو، عضلات راست‌کننده‌ی مو، غدد سباسه، غدد عرق و ناخن‌ها — قرار گرفته‌اند. هر یک از این ساختارها وظیفه‌ای خاص انجام می‌دهند و در مجموع، پوست را قادر می‌سازند از سایر بخش‌های بدن محافظت کرده و آن‌ها را حفظ کند (جدول ۱-۱). اجزای سلولی و غیرسلولی اپیدرم و درم در جدول ۱-۲ و ۱-۳ شرح داده شده‌اند.

لایه‌های پوست شامل اپیدرم، به‌عنوان خارجی‌ترین لایه، و درم زیرین هستند. در زیر درم، ساختاری به نام هیپودرم یا لایه‌ی زیرجلدی قرار دارد؛ اگرچه این ساختار در واقع بخشی از پوست نیست، اغلب از آن به‌عنوان سومین لایه‌ی پوست یاد می‌شود (شکل ۱-۱). محل اتصال اپیدرم و درم ساختاری شبکه‌ای دارد و الگوی اختصاصی آن، درماتوگلیف‌ها یا همان اثر انگشتان دست و اثر کف پا را ایجاد می‌کند (۱). این ساختار شبکه‌ای به پوست کمک می‌کند در برابر نیروهای مکرر اصطکاکی و برشی ایجادشده طی فعالیت‌های روزمره مقاومت کند؛ با این حال، با افزایش سن، برجستگی‌ها مسطح می‌شوند و پوست نسبت به پارگی‌های ناشی از اصطکاک و تاول‌زدگی آسیب‌پذیرتر می‌شود. میان اپیدرم و درم، لایه‌ی چسبنده‌ی ورقه‌ای به نام غشای پایه قرار دارد که این دو لایه‌ی پوست را به یکدیگر متصل می‌کند.



شکل ۱-۱. آناتومی پوست.

جدول ۱-۱ ساختمان‌های ضمیمه‌ای پوست

عملکرد	محل قرارگیری	توضیح	ساختمان‌های ضمیمه‌ای
مو در ظاهر فرد نقش دارد و از پوست سر در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید خورشید محافظت می‌کند	از درم منشأ می‌گیرد، از میان اپیدرم عبور کرده و تا سطح خارجی پوست امتداد می‌یابد؛ روی کف پا و کف دست وجود ندارد	ساختاری لوله‌مانند که ساقه‌ی مو را دربرمی‌گیرد و شامل لایه‌های زیر است: پاپیلا در قاعده، ساخته‌شده از بافت همبند ماتریکس مو در اطراف پاپیلا غلاف ریشه‌ی خارجی و داخلی برآمدگی حاوی سلول‌های بنیادی	فولیکول مو

عضله‌ی راست‌کننده‌ی مو ^۱	دسته‌ای از رشته‌های عضلانی	به فولیکول مو در ناحیه‌ی درمی میانی متصل است	پاسخ فولیکول مو به تغییرات دما یا هیجان‌ها را کنترل می‌کند (ایجاد برجستگی موسوم به « پوست‌مرغی شدن »)
غده‌ی سباسه	غدد چندلوبی که چند غده به یک مجرای مشترک باز می‌شوند	به فولیکول مو متصل و به آن باز می‌شود؛ همچنین در نواحی فاقد مو نیز وجود دارد	تولید سبوم ^۲ ، ماده‌ای چرب که پوست و مو را چرب می‌کند
غدد عرق	اکرین: تشکیل شده از آب و مقدار کمی مواد معدنی، متابولیت‌ها و داروهای متابولیزه‌نشده آپوکرین: ترشحاتی روغنی و بی‌بو که عمدتاً حاوی پروتئین‌ها، لیپیدها و استروئیدهاست	غدد اکرین از بدو تولد وجود دارند و کل سطح بدن را می‌پوشانند غدد آپوکرین تا بلوغ غیرفعال‌اند و در نواحی موئی زیر بغل، پستان، پرینه و ناحیه‌ی ژنیتال قرار دارند	تنظیم حرارت سم‌زدایی مولکول‌های مضر کنترل دفع آب ترشح مستقیم Na^+ و Cl^- در حین فعالیت بدنی ترشح تا ۳۰٪ از مواد زاید بدن
ناخن‌ها	کراتین	نوک انگشتان دست و پا	—

Garza L. Developmental biology of the skin. In: Kang S, Amagai M, Bruckner AL, et al, eds. Fitzpatrick's Dermatology, 9th ed. New York, NY: McGraw Hill; 2019. Available at: <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2570§ionid=210415357>. Accessed September 21, 2022. Chen Y, Kuan W, Liu C. Comparative study of the composition of sweat from eccrine and apocrine sweat glands during exercise and in heat. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(10):3377.

جدول ۱-۲ مؤلفه‌های سلولی پوست

نام سلول	توضیح	محل قرارگیری	عملکرد
اپیدرم			
کراتینوسیت‌ها — مرده	مسطح، کشیده، بدون هسته	استراتوم کورنئوم اپیدرم	ایجاد استحکام مکانیکی (۲)
اسکوام‌ها	سلول‌های شاخی و کراتینه‌شده	سطح استراتوم کورنئوم	لایه‌ی ریزشی اپیدرم
کراتینوسیت‌ها — زنده	چندوجهی، کمی پهن شده	استراتوم اسپینوزوم اپیدرم	سنتز رشته‌های کراتین؛ فاگوسیتوز نوک زوائد ملانوسیت‌ها برای آزادسازی ملانین؛ نگهداری و انتقال آب و اوره؛ مشارکت در ایمنی ذاتی و اکتسابی از طریق ترشح پپتیدهای ضد میکروبی

کراتینوسیت‌ها — زنده	چندضلعی پهن شده	استراتوم گرانولوزوم	کراتینه شدن در مرحله‌ی نهایی تمایز سلول‌های اپیتلیال
کراتینوسیت‌های آنوزینوفیلیک	مسطح، بدون هسته و اندامک؛ فیلامان‌های کراتین متراکم شده که در ماتریکسی متراکم جای گرفته‌اند	استراتوم لوسیدوم (فقط در کف پا و کف دست)	ایجاد لایه‌ای متراکم و ضخیم از پوست که در برابر اصطکاک مقاومت می‌کند
ملانوسیت‌ها	سلول‌هایی با جسم گرد و زوائد دندریتیک نامنظم و بلند	میان استراتوم بازال و اسپینوزوم؛ در فولیکول‌های مو (۱)	تولید ملانین، رنگدانه‌ای که رنگ پوست را ایجاد می‌کند
سلول‌های لانگرهانس (سلول‌های دندریتیک)	اجسام سلولی گرد با زوائد دندریتیک بلندی که تا فضاهای بین سلولی امتداد می‌یابند	استراتوم اسپینوزوم، با زوائد سیتوپلاسمی که میان کراتینوسیت‌های تمام لایه‌های اپیدرم امتداد می‌یابند	اتصال، پردازش و ارائه‌ی آنتی‌ژن‌ها به لنفوسیت‌های T
لنفوسیت‌ها	دندریتیک	اپیدرم	شناسایی اپی‌توپ‌ها و تولید سایتوکاین‌ها
سلول‌های مرکل	دندریتیک؛ با فیبرهای حسی بدون میلین در لامینای پایه تماس دارند	استراتوم بازال نواحی بسیار حساس؛ قاعده‌ی فولیکول‌های مو	مکانورسپتورهای لمس
سلول‌های بازال	کوبوبیدی یا ستونی؛ حاوی مقادیری از کراتین که با مهاجرت سلول‌ها به‌سوی استراتوم کورنئوم، به تدریج افزایش می‌یابد	استراتوم بازال	تولید مداوم سلول‌های اپیدرمی
درم			
سلول‌های بنیادی	—	استراتوم بازال، برآمدگی فولیکول مو	تولید کراتینوسیت‌ها
فیبروبلاست‌ها	کشیده با شکل نامنظم و هسته‌ی بیضی بزرگ	بافت همبند لایه‌ی پاپیلری درم	سنتز کلاژن، الاستین، گلیکوزآمینوگلیکان‌ها (GAGs)، پروتئوگلیکان‌ها و گلیکوپروتئین‌ها
ماست سل‌ها	بزرگ، بیضی یا گرد؛ پر از گرانول‌های ترشحی بازوفیلیک	نزدیک مویرگ‌های درم	تولید هیستامین و هپارین
ماکروفاژها	سلول‌های بزرگ با هسته‌های بزرگ خارج از مرکز	بافت همبند لایه‌ی پاپیلری درم؛ در اپیدرم به سلول‌های لانگرهانس تبدیل می‌شوند	فاگوسیتوز، تولید آنزیم‌ها و سایتوکاین‌هایی که به ترمیم زخم کمک می‌کنند؛ فرآیندهای ایمنی
لکوسیت‌ها	گلبول‌های سفید کروی	لایه‌ی پاپیلری درم	فاگوسیتوز مواد خارجی و سلول‌های مرده

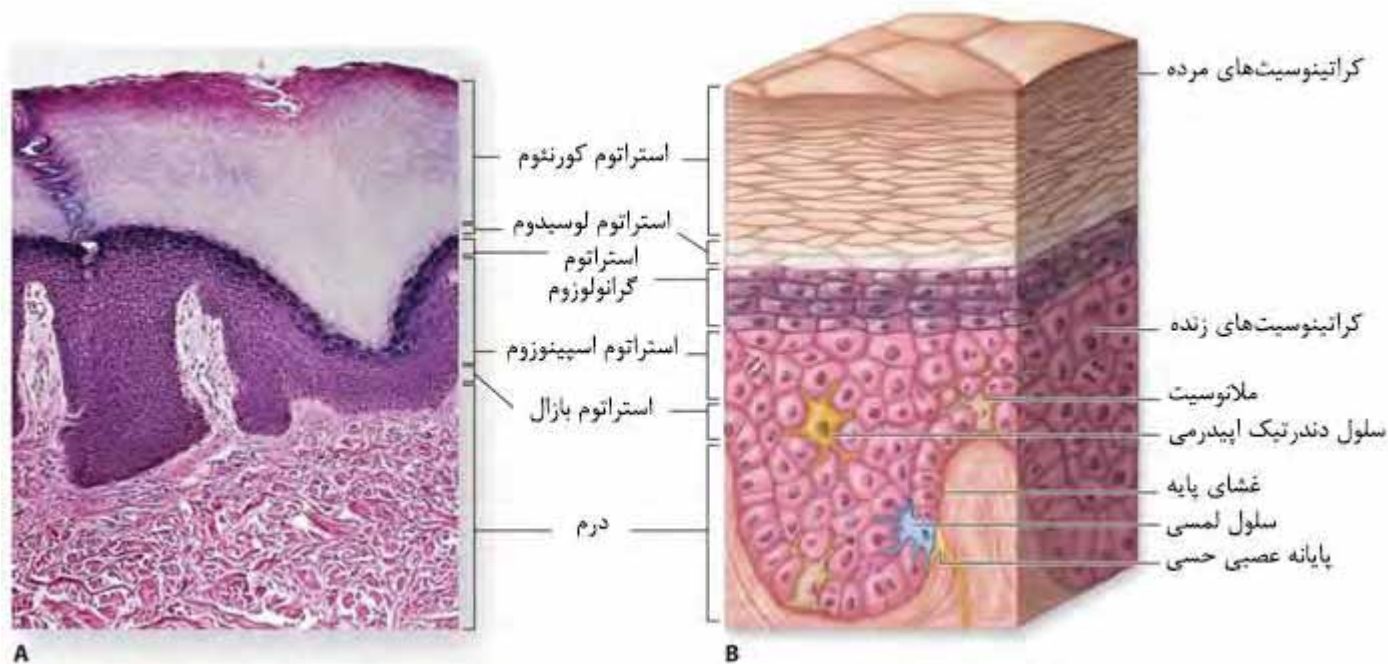
پایانه‌های آزاد عصبی	گیرنده‌های بدون کپسول	از لایه‌ی پاپیلری درم تا لایه‌های زیرین اپیدرم امتداد می‌یابند	تشخیص تغییرات دما، درد، خارش و لمس خفیف
دیسک‌های لمسی ^۶	گیرنده‌های بدون کپسول	لایه‌ی پاپیلری درم	گیرنده‌های لمس سبک
شبکه‌ی عصبی ریشه‌ی مو ^۷	شبکه‌ای از رشته‌های حسی	لایه‌ی شبکه‌ای درم	تشخیص حرکت موها
جسمک‌های مایسنر (جسمک‌های لمسی)	پایانه‌های عصبی کپسول‌دار بیضی‌شکل	لایه‌ی شبکه‌ای درم	تشخیص بافت سطوح و لرزش‌های آهسته (۲۵)
جسمک‌های پاجینی (لامله‌ای)	پایانه‌های عصبی بزرگ بیضوی با کپسول خارجی و لاملاهای متحدالمرکز از سلول‌های شوان‌مانند و کلاژن در اطراف آکسون بدون میلین	لایه‌ی شبکه‌ای درم و هیپودرم	تشخیص لمس خشن، فشار عمیق و لرزش سریع (۲۵)
جسمک‌های رافینی	پایانه‌های دندریتی بزرگ‌شده با کپسول‌های کشیده	لایه‌ی شبکه‌ای درم	تشخیص فشار پایدار (۲۵)
آدیپوسیت‌ها	سلول‌های کروی حاوی مولکول‌های چربی	هیپودرم	تولید و ذخیره‌ی لیپیدها برای تأمین انرژی؛ ایجاد عایق حرارتی؛ تولید سائتوکاين‌ها برای ارتباط سلولی (رزیستین، لپتین، آدیپونکتین)

Mescher AL. Junqueira's Basic Histology: Text & Atlas. 15th ed. New York, NY: McGraw Hill; 2018.

اپیدرم^۸

لایه‌های اپیدرم از درونی‌ترین به سطحی‌ترین عبارت‌اند از: **استراتوم بازال**^۹، **استراتوم اسپینوزوم**^{۱۰}، **استراتوم گرانولوزوم**^{۱۱}، **استراتوم لوسیدوم**^{۱۲}، **استراتوم کورنئوم**^{۱۳}. ضخامت اپیدرم در پوست نازک ۵۰ تا ۱۵۰ میکرومتر و در پوست ضخیم ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ میکرومتر است.

(شکل ۱-۲). سلول‌های اصلی اپیدرم کراتینوسیت‌ها هستند و در میان لایه‌ها، ملانوسیت‌ها، سلول‌های لانگرهانس و سلول‌های مرکل نیز قرار دارند. کراتینوسیت‌ها در **استراتوم بازال** از نظر میتوزی فعال‌اند و در فرایندی به نام **لایه‌بندی**^{۱۴} به سوی **استراتوم اسپینوزوم** آوا سکولار مهاجرت می‌کنند و به تدریج مسطح‌تر و کم‌فعال‌تر می‌شوند. زمانی که به **استراتوم کورنئوم** بیرونی می‌رسند، «**کورنئوسیت**» نامیده می‌شوند؛ سلول‌های مرده و مسطحی که لایه‌ی محافظ بیرونی پوست را تشکیل می‌دهند.



شکل ۱-۲. لایه‌های اپیدرم

۱ استراتوم بازال — از یک لایه سلول مکعبی تشکیل شده است که به وسیله‌ی غشای پایه به درم زیرین متصل می‌شوند. استراتوم بازال به‌طور مداوم سلول‌های اپیدرمی (کراتینوسیت‌ها) را از سلول‌های بنیادی موجود در لایه‌ی بازال و برآمدگی فولیکول‌های مو در درم تولید می‌کند. **استراتوم اسپینوزوم** — از سلول‌های اندکی مسطح‌شده‌ای تشکیل شده است که مسئول سنتز پروتئین‌ها، عمدتاً کراتین، هستند؛ کراتین دسته‌هایی به نام تونوفیبریل تشکیل می‌دهد. این لایه ضخیم‌ترین لایه‌ی اپیدرم است. **استراتوم گرانولوزوم** — از ۳ تا ۵ لایه سلول مسطح‌شده تشکیل شده است که با نزدیک شدن به خارجی‌ترین لایه‌ی پوست، در حال گذر از تمایز نهایی‌اند. فضاهای بین‌سلولی با ماده‌ای غنی از لیپید پر شده که به‌صورت یک ورقه یا پوشینه پیرامون سلول‌ها قرار می‌گیرد و باعث می‌شود پوست در برابر اتلاف آب و نفوذ مواد خارجی مقاوم گردد.

استراتوم لوسیدوم — شامل سلول‌های اتوزینوفیلیک پهن شده است که لایه‌ای شفاف یا نیمه‌شفاف ایجاد می‌کند و فقط در کف پا و کف دست دیده می‌شود. این سلول‌ها حاوی کراتین متراکم بوده و به وسیله‌ی دسموزوم‌ها به هم متصل می‌شوند. این لایه ضخامت و استحکام لازم برای مقاومت در برابر اصطکاک در کف پا و کف دست را فراهم می‌کند. **استراتوم کورنئوم** — شامل ۱۵ تا ۲۰ لایه از سلول‌های مرده‌ی کراتینه شده است که به‌طور مداوم در فرایندی به نام پوستریزی^{۱۵} ریزش می‌کنند.

Stratum Lucidum¹²
Stratum Corneum¹³
Stratification¹⁴
Desquamation¹⁵

Epidermis⁸
Stratum Basale⁹
Stratum Spinosum¹⁰
Stratum Granulosum¹¹