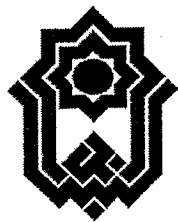


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه بوعلی سینا
دانشکده مهندسی
گروه مکانیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی

عنوان

اندازه گیری خواص مکانیکی استخوان کورتیکال گاو در تست کشش سریع

استاد راهنما

دکتر محسن صادقی مهر

پژوهشگر

رضا حسینی

۱۳۸۸ / ۵ / ۱۲

مهر ۱۳۸۷

۱۱۶۱۹۱

الهی

مرادد فرماتا دانش اندکم

نه زردبانی باشد برای قزونی تکبر و غرور

نه حلقه ای برای اسارت و نه دستمایه ای برای تجارت

بلکه گامی باشد در جهت تجلی از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران

انشاء الله

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس بی انتها پروردگار دانا را که توانایی دانش اندوزی را به من ارزانی داشت. خدایا تو را با تمام وجود ستایش می کنم که لطفت را شامل حالم ساختی و از تو مدد می گیرم تا سپاسم را به تمامی آنانی که گامهای استوارشان و دستان پر از لطفشان تکیه گاه خستگی را هم بود تقدیم کنم.

سپاس بی انتهای خود را نثار کسانی میکنم که وجودم را مدیون ایشانم پدر و مادر بزرگوام و سپاس بی شمار خود را به مادرم تقدیم می کنم که در پناه مهر و محبتهایش راه تحصیل و زندگی برایم هموار و موفقیتها دست یافتنی گشت.

بر خود لازم می دانم از استاد ارجمند جناب آقای دکتر صادقی مهر به پاس راهنماییهای ارزنده شان کمال تشکر و قدر دانی را داشته باشم و همواره سپاسگذار حسن برخورد، صبر و حوصله ایشان هستم

همچنین از کلیه دوستان و عزیزانی که به نحوی اینجانب را در طول انجام پایان نامه ام یاری دادند تشکر می نمایم.

رضا حسینی

مهر ۱۳۸۷

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بو علی سینا تعلق دارد و در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانسها و یا سخنرانیها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر ماخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر اینصورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نویسنده: حسینی، رضا	
عنوان پایان نامه:	
اندازه گیری خواص مکانیکی استخوان کورتیکال گاو در تست کشش سریع	
استاد راهنما: صادقی مهر، محسن	
استاد مشاور: مجدوبی، غلامحسین	
درجه: کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک	زمینه مطالعه: بیو مکانیک
دانشکده: مهندسی - دانشگاه بوعلی سینا	تاریخ فارغ التحصیلی: مهر ۱۳۸۷
کلمات کلیدی: خواص مکانیکی، نرخهای کرنش بالا، استخوان کورتیکال، تست کشش	
چکیده:	
<p>در مواد ویسکوالاستیک رابطه بین تنش و کرنش وابسته به زمان و یا فرکانس بارگذاری نوسانی می باشد که به عنوان مثال خواص غیر الاستیک یک مورد خاص از ویسکوالاستیسیته می باشد که پدیده های بعد از باربرداری را پوشش می دهد. پلیمرهای مصنوعی، چوب و بافت های انسان و همچنین فلزات در درجه حرارت های بالا تاثیرات ویسکوالاستیک قابل ملاحظه ای از خود نشان می دهند. در بعضی موارد و کاربردها حتی یک پاسخ ویسکوالاستیک کوچک نیز مورد اهمیت می باشد. جهت آنالیز کامل یا طراحی هائی که با این مواد سروکار دارند باید رفتار این مواد را مورد توجه قرار داد و باید توجه داشت که اساس اطلاعات و علم پاسخ های ویسکوالاستیک مواد بر پایه اندازه گیری و کارهای آزمایشگاهی استوار می باشد واز آنجا که استخوان یک ماده ویسکوالاستیک می باشد نیاز است تا طی آزمایشات متفاوت رفتار آن را مورد بررسی قرار دهیم.</p> <p>این تحقیق به بررسی اثرات نرخ کرنش بر خواص مکانیکی استخوان کورتیکال گاو می پردازد و منحنی های تنش - کرنش بدست آمده از تست کشش مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق نمونه ها مطابق با استاندارد نمونه تست کشش از استخوان جدا و به دقت ماشینکاری شده، و بعد از ماشین کاری تا زمان انجام تست در محلول آب نمک ۰/۹ درصد نرمال در داخل گاز آغشته به آن محلول پیچیده و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شده است. برای انجام تست فیکسچرهای مخصوص طراحی شده و از چسب شبیه سیمان استخوان استفاده شده است. پنج گروه نمونه تحت اثر پنج نرخ کرنش مورد آزمایش قرار گرفتند. تحلیل نتایج بدست آمده از تحلیل نمودارهای تنش - کرنش مبین این مسئله بودند که با افزایش نرخ کرنش، مدول الاستیسیته و تنش نهایی و تنش تسلیم استخوان افزایش یافته اما مقادیر کرنش نهایی و چقرمگی کاهش می یابند.</p>	

فهرست مطالب

۱.....	فصل اول
۱.....	شناخت استخوان و ویژگیهای آن
۱.....	۱-۱- مقدمه
۲.....	۲-۱- استخوان بندی بدن
۳.....	۳-۱- بیولوژی استخوان
۴.....	۴-۱- استخوان اسفنجی (میله ای) و متراکم
۷.....	۵-۱- استخوان لملاز (لایه ای) در مقابل وون
۸.....	۶-۱- استخوان های اولیه و ثانویه
۹.....	۷-۱- استخوان ثانویه
۱۰.....	۸-۱- ترکیبات استخوانی
۱۲.....	۹-۱- رشد
۱۳.....	۱۰-۱- استخوان باز سازی شده
۱۴.....	۱۱-۱- سالخوردگی
۱۵.....	۱۲-۱- صدمات و بهبود ها
۱۶.....	۱۳-۱- مدل مکانیکی استخوان
۱۷.....	فصل دوم
۱۷.....	خواص مکانیکی مواد
۱۷.....	۱-۲- مقدمه
۱۸.....	۲-۲- تنش و کرنش

۲۰.....	۳-۲- تغییر شکل الاستیک
۲۰.....	۱-۳-۲- رفتار تنش- کرنش
۲۱.....	۲-۳-۲- رفتار الاستیک غیر خطی
۲۲.....	۳-۳-۲- تغییر شکل الاستیک زمانی
۲۳.....	۴-۳-۲- نسبت پواسون
۲۳.....	۴-۲- تغییر شکل پلاستیک
۲۴.....	۱-۴-۲- تسلیم شدن
۲۵.....	۲-۴-۲- مقاومت کششی
۲۵.....	۵-۲- خاصیت داکتیلیته
۲۶.....	۶-۲- خواص مکانیکی انواع فلزات
۲۷.....	۷-۲- خاصیت چقرمگی
۲۷.....	۸-۲- تنش و کرنش حقیقی
۲۸.....	۹-۲- بازیافت کرنش الاستیک
۲۹.....	۱۰-۲- سختی
۳۲.....	فصل سوم
۳۲.....	خصوصیات مکانیکی استخوان
۳۲.....	۱-۳- مقدمه
۳۳.....	۲-۳- مفاهیم کلی
۳۳.....	۱-۲-۳- تنش و کرنش در استخوان
۳۵.....	۲-۲-۳- سفتی استخوان

۷۵.....	۱۲-۳- خواص الاستیک استخوان
۷۸.....	۱۳-۳- خواص ویسکوالاستیک
۸۱.....	فصل چهارم
۸۱.....	مطالعه و بررسی کارهای صورت گرفته
۸۱.....	۱-۴- تاثیر نحوه نگهداری و شرایط تست بر خصوصیات مکانیکی
۸۳.....	۲-۴- نتایج آزمایشات اندازه گیری کرنش و نرخ کرنش بر بدن
۸۴.....	۳-۴- تاثیر نرخ کرنش بر خواص مکانیکی استخوان
۹۴.....	فصل پنجم
۹۴.....	مراحل آماده سازی و انجام آزمایشات
۹۴.....	۱-۵- مقدمه
۹۵.....	۲-۵- روشهای نگهداری استخوان
۹۷.....	۳-۵- استفاده از آزمایش کشش برای بررسی خواص ویسکوالاستیک استخوان
۹۷.....	۴-۵- استفاده از استخوان گاو برای مطالعات
۹۸.....	۵-۵- طراحی و ساخت فیکسچر
۹۸.....	۱-۵-۵- طراحی فیکسچر ماشین کاری
۹۹.....	۲-۵-۵- طراحی فیکسچر چسب ریزی و کشش نمونه ها
۱۰۰.....	۳-۵-۵- طراحی فیکسچر جهت تنظیم همراستایی نمونه با فیکسچر کشش
۱۰۱.....	۶-۵- روش انجام آزمایشات
۱۰۹.....	فصل ششم
۱۰۹.....	نتایج حاصل از آزمایشات

۱۰۹.....	۱-۶- مقدمه
۱۱۰.....	۲-۶- نمودارهای تنش- کرنش در نرخهای کرنش متفاوت
۱۱۰.....	۱-۲-۶- نمودارهای تنش-کرنش با نرخ کرنش $0.1 (1/s)$
۱۱۳.....	۲-۲-۶- نمودارهای تنش-کرنش با نرخ کرنش $0.2 (1/s)$
۱۱۶.....	۳-۲-۶- نمودارهای تنش-کرنش با نرخ کرنش $0.4 (1/s)$
۱۱۹.....	۴-۲-۶- نمودارهای تنش-کرنش با نرخ کرنش $0.8 (1/s)$
۱۲۲.....	۵-۲-۶- نمودارهای تنش-کرنش با نرخ کرنش $1/6 (1/s)$
۱۲۵.....	فصل هفتم
۱۲۵.....	تحلیل داده ها و نتیجه گیری
۱۲۵.....	۱-۷- مقدمه
۱۲۶.....	۲-۷- جدول نتایج
۱۳۱.....	۳-۷- بررسی رفتار مکانیکی استخوان کورتیکال و نتیجه گیری
۱۳۵.....	۴-۷- پیشنهادات

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: قسمتی از استخوان بلند و اجزای آن ۴
- شکل ۱-۲: استخوان بلند و اجزای تشکیل دهنده آن ۷
- شکل ۱-۳: تغییرات منحنی تنش-کرنش با افزایش سن ۱۴
- شکل ۲-۱: انواع بارگذاری در مواد ۱۸
- شکل ۲-۲: بارگذاری برش خالص و پیچش ۲۰
- شکل ۲-۳: مدول الاستیسیته در رابطه هوک ۲۱
- شکل ۲-۴: مدول الاستیسیته در مواد با رفتار الاستیک غیر خطی ۲۲
- شکل ۲-۵: نسبت پواسون در مواد ۲۳
- شکل ۲-۶: نقطه تسلیم و بدست آوردن تنش تسلیم به روش افست ۲۴
- شکل ۲-۷: تنش تسلیم بالایی و پایینی در فولاد کم کربن ۲۵
- شکل ۲-۸: منحنی تنش-کرنش در مواد نرم و ترد ۲۶
- شکل ۲-۹: تنش و کرنش حقیقی ۲۸
- شکل ۲-۱۰: بازیافت الاستیک در حین تغییر شکل پلاستیک ۲۹
- شکل ۲-۱۱: اندازه گیری سختی در مواد ۳۰
- شکل ۳-۱: تاثیر فلوراید بر روی استحکام و نیروی شکست استخوان در موش های جوان ۳۸
- شکل ۳-۲ نمودار تغییرات سفتی استخوان در طول فرایند خستگی ۳۹
- شکل ۳-۳ تغییرات مدول الاستیک و استحکام استخوان کورتیکال، بافتهای معمول و ۴۱
- شکل ۳-۴ ارتباط بین چگالی ظاهری و خواص استخوان اسفنجی ۵۳

- شکل ۵-۵: نمونه تراشکاری شده استخوان ۱۰۳
- شکل ۵-۶: نحوه چسب ریزی در داخل فیکسچر کشش با استفاده از فیکسچر نگهدارنده ۱۰۵
- شکل ۵-۷: نمونه خارج شده از فریزر و آماده برای انجام آزمایش ۱۰۶
- شکل ۵-۸: نمونه استخوان قرار داده شده در داخل فیکسچر ۱۰۷
- شکل ۵-۹: تصویر شکست نمونه استخوان ۱۰۸
- شکل ۶-۱: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۱ با نرخ کرنش ۰/۱ ۱۱۰
- شکل ۶-۲: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۲ با نرخ کرنش ۰/۱ ۱۱۰
- شکل ۶-۳: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۳ با نرخ کرنش ۰/۱ ۱۱۱
- شکل ۶-۴: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۴ با نرخ کرنش ۰/۱ ۱۱۱
- شکل ۶-۵: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۵ با نرخ کرنش ۰/۱ ۱۱۲
- شکل ۶-۶: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۶ با نرخ کرنش ۰/۱ ۱۱۲
- شکل ۶-۷: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۱ با نرخ کرنش ۰/۲ ۱۱۳
- شکل ۶-۸: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۲ با نرخ کرنش ۰/۲ ۱۱۳
- شکل ۶-۹: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۳ با نرخ کرنش ۰/۲ ۱۱۴
- شکل ۶-۱۰: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۴ با نرخ کرنش ۰/۲ ۱۱۴
- شکل ۶-۱۱: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۵ با نرخ کرنش ۰/۲ ۱۱۵
- شکل ۶-۱۲: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۶ با نرخ کرنش ۰/۲ ۱۱۵
- شکل ۶-۱۳: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۱ با نرخ کرنش ۰/۴ ۱۱۶

- شکل ۶- ۱۵: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۲ با نرخ کرنش ۰/۴..... ۱۱۶
- شکل ۶- ۱۴: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۳ با نرخ کرنش ۰/۴..... ۱۱۷
- شکل ۶- ۱۶: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۴ با نرخ کرنش ۰/۴..... ۱۱۷
- شکل ۶- ۱۷: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۵ با نرخ کرنش ۰/۴..... ۱۱۸
- شکل ۶- ۱۸: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۶ با نرخ کرنش ۰/۴..... ۱۱۸
- شکل ۶- ۱۹: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۱ با نرخ کرنش ۰/۸..... ۱۱۹
- شکل ۶- ۲۰: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۲ با نرخ کرنش ۰/۸..... ۱۱۹
- شکل ۶- ۲۱: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۳ با نرخ کرنش ۰/۸..... ۱۲۰
- شکل ۶- ۲۲: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۴ با نرخ کرنش ۰/۸..... ۱۲۰
- شکل ۶- ۲۳: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۵ با نرخ کرنش ۰/۸..... ۱۲۱
- شکل ۶- ۲۴: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۶ با نرخ کرنش ۰/۸..... ۱۲۱
- شکل ۶- ۲۵: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۱ با نرخ کرنش ۱/۶..... ۱۲۲
- شکل ۶- ۲۶: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۲ با نرخ کرنش ۱/۶..... ۱۲۲
- شکل ۶- ۲۷: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۳ با نرخ کرنش ۱/۶..... ۱۲۳
- شکل ۶- ۲۸: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۴ با نرخ کرنش ۱/۶..... ۱۲۳
- شکل ۶- ۲۹: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۵ با نرخ کرنش ۱/۶..... ۱۲۴
- شکل ۶- ۳۰: نمودار تنش- کرنش نمونه استخوان شماره ۶ با نرخ کرنش ۱/۶..... ۱۲۴
- شکل ۷- ۱: نمودار تغییرات مدول الاستیسیته با نرخ کرنش..... ۱۳۱

- شکل ۲-۷: نمودار تغییرات تنش تسلیم با نرخ کرنش ۱۳۲
- شکل ۳-۷: نمودار تغییرات کرنش تسلیم با نرخ کرنش ۱۳۲
- شکل ۴-۷: نمودار تغییرات تنش نهایی با نرخ کرنش ۱۳۳
- شکل ۵-۷: نمودار تغییرات کرنش نهایی با نرخ کرنش ۱۳۳
- شکل ۶-۷: نمودار تغییرات انرژی شکست با نرخ کرنش ۱۳۴

فهرست جداول

- جدول ۱-۱: ترکیبات بافت استخوان اسفنجی و کورتیکال ۱۱
- جدول ۱-۲: خواص مکانیکی فلزات ۲۷
- جدول ۱-۳: خواص مکانیکی استخوان های کورتیکال انسان و گاو که در حالت فشار، کشش ۴۲
- جدول شماره ۲-۳: خصوصیات خمشی استخوان کورتیکال ۴۳
- جدول شماره ۳-۳: مقایسه خواص مکانیکی استخوان کامل و استخوان کورتیکال استوانه ای ۴۳
- جدول ۴-۳: خصوصیات مکانیکی و چگالی های بافت های استخوان اسفنجی ۵۳
- جدول ۱-۴: تغییرات تنش نهایی و کرنش شکست ومدول الاستیسیته در هر دو جهت طولی و ۹۲
- جدول ۲-۴: تغییرات خواص استخوان کورتیکال در جهت طولی ۹۳
- جدول ۱-۷: نتایج بدست آمده از تست کشش استخوان کورتیکال در نرخ کرنش ۰/۱ ۱۲۶
- جدول ۲-۷: نتایج بدست آمده از تست کشش استخوان کورتیکال در نرخ کرنش ۰/۲ ۱۲۷
- جدول ۳-۷: نتایج بدست آمده از تست کشش استخوان کورتیکال در نرخ کرنش ۰/۴ ۱۲۸
- جدول ۴-۷: نتایج بدست آمده از تست کشش استخوان کورتیکال در نرخ کرنش ۰/۸ ۱۲۹
- جدول ۵-۷: نتایج بدست آمده از تست کشش استخوان کورتیکال در نرخ کرنش ۱/۶ ۱۳۰

فصل اول

شناخت استخوان و ویژگی های آن

فصل اول

شناخت استخوان و ویژگی های آن

۱-۱- مقدمه

ساختار اصلی بدن انسان از تعدادی استخوان تشکیل شده است که این بخش از ساختار، اسکلت یا استخوان بندی نام دارد. سیستم اسکلت بدن به گونه ای طراحی شده است که دارای ویژگی های زیر می باشد:

- حفظ کردن اندام داخلی
 - مهیا کردن تکیه گاهی صلب
 - فراهم ساختن محلی برای اتصال ماهیچه ها و تسهیل کار عضلات در تثبیت و حرکت بدن
- استخوان دارای خواص مکانیکی خاصی است که توانائی انجام تمامی این ویژگی ها را داراست و باید توجه داشته باشید که بدون در نظر گرفتن دندان و لایه روی آن (میناء) استخوان یکی از سخت ترین مواد بدن می باشد.

۱-۲- استخوان بندی بدن

استخوان یکی از فعالترین مواد متابولیکی^۱ (سوخت و سازی) درون بدن می باشد که در طول زندگی فعال می ماند و دارای توانائی جالبی در بازسازی و تطبیق خود با عوامل محیطی می باشد.

اصولاً استخوانها به چهار دسته تقسیم می شوند [۱۲]:

- استخوانهای بلند
- استخوانهای کوتاه
- استخوانهای پهن
- استخوانهای نامنظم

استخوانهای بلند

استخوانهای بلند بیشتر در اعضای دست و پا یافت می شوند و هر کدام شامل یک شافت و دو انتها (سروته) می باشند. شافت استخوان بلند دیافیز^۲ نامیده می شود و تقریباً استوانه ای شکل می باشد که فضای خالی درون مرکز استوانه کانال مدیولاری^۳ نخاعی نام دارد. استخوانهای متعلق به این گروه ترقوه، هومروس، رادیوس، اولنا، فمور، تیبیا، فیبولا، متاکارپالس، متاتارسال و فالانج می باشند.

استخوانهای کوتاه

^۱Metabolically

^۲Diaphys

^۳Medullary

در موقیت هائی که نیاز به استحکام و اتصال با حرکتهای محدود می باشد، استخوانهای کوتاه قرار دارند. کارپوس و تارتوس (مچ و قوزک پا)، کشکک زانو و استخوانهای کنجدی که از روی مفصل عبور می کنند متعلق به این گروه می باشند.

استخوانهای پهن

در محل هائی که اتصال عضله به سطوح پهن وجود دارد و نقش استخوان محافظت از بافت می باشد، استخوانهای پهن دیده می شود که استخوانهای جمجمه، کتف، جناغ سینه، دنده، پیشانی، تیغه بینی و کشکک^۴ نیز از این دسته اند.

استخوانهای نامنظم

آخرین دسته ، استخوانهای نامنظم اند که شامل استخوانهائی هستند که نمی توانند در زیر مجموعه سه دسته گفته شده قرار گیرند، مثل استخوانهای ستون فقرات، خاجی و عصص^۵ که در هیچکدام از دسته بندی های بالا قرار نمی گیرند [۱۳].

۱-۳- بیولوژی^۶ استخوان

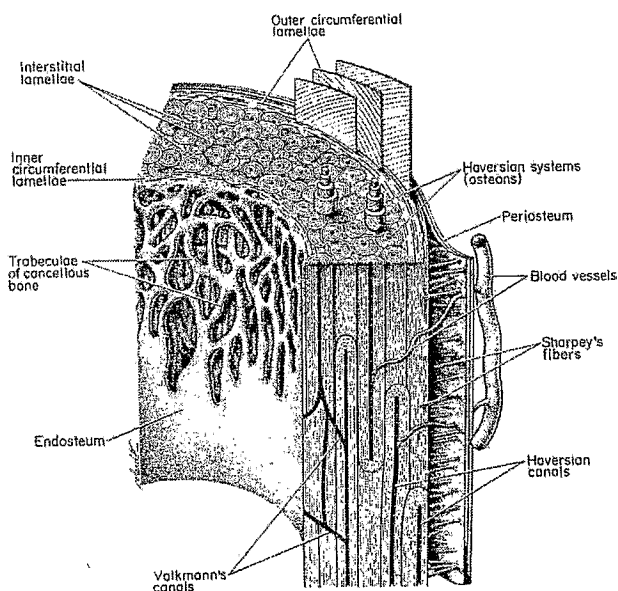
شکل ۱-۱ نمای کلی بافت استخوان را نشان می دهد که در بیشتر استخوانهای بلند یافت می شود.

شکل فوق رابطه بین اجزای ساختاری استخوان را نشان می دهد.

^۴Patela

^۵Coccyx

^۶Biology



شکل ۱-۱: قسمتی از استخوان بلند و اجزای آن [۱۴]

در استخوان فضاهائی وجود دارند که از جنس ماده معدنی نبوده و حاوی مغز استخوان می باشند که

این بافت از رگهای خونی، عصب و انواع دیگر سلولهای مختلف تشکیل شده است.

کار اصلی استخوان تولید سلولهای موجود در خون می باشد و رابطه بین مغز استخوان و استخوان هم

به صورت بیولوژیکی و هم به صورت فیزیکی است به طوریکه مغز استخوان هیچ وقت خارج استخوان

موجود نمی باشد و با قرار دادن مواد استخوانی در خارج از استخوان بندی عادی، استخوان به وجود می

آید و هنگامی که استخوان به وجود می آید به شکل خودکار فضای حاوی مغز استخوان را تشکیل

میدهد [۱۳].