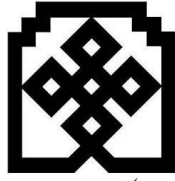


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه حکیم سبزواری

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی - بیوالکتریک

# اندازه گیری ضخامت چربی زیر پوستی بدن بر اساس ویژگی های حرارتی در تصاویر مادون قرمز

استاد راهنما :

دکتر جواد حدادنیا

پژوهشگر:

فاطمه ولی پوری گودرزی

اسفند ۱۳۹۲

## سوگند نامه دانش آموختگان دانشگاه حکیم سبزواری

به نام خداوند جان و خرد                      کزین برتر اندیشه بر نگذرد

اینک که به خواست آفریدگار پاک ، کوشش خویش و بهره گیری از دانش استادان و سرمایه های مادی و معنوی این مرز و بوم، توشه ای از دانش و خرد گردآورده ام، در پیشگاه خداوند بزرگ سوگند یاد می کنم که در به کارگیری دانش خویش، همواره بر راه راست و درست گام بردارم. خداوند بزرگ، شما شاهدان، دانشجویان و دیگر حاضران را به عنوان داورانی امین گواه می گیرم که از همه دانش و توان خود برای گسترش مرزهای دانش بهره گیرم و از هیچ کوششی برای تبدیل جهان به جایی بهتر برای زیستن، دریغ نورزم. پیمان می بندم که همواره کرامت انسانی را در نظر داشته باشم و هموعان خود را در هر زمان و مکان تا سر حد امکان یاری دهم. سوگند می خورم که در به کارگیری دانش خویش به کاری که با راه و رسم انسانی، آیین پرهیزگاری، شرافت و اصول اخلاقی برخاسته از ادیان بزرگ الهی، به ویژه دین مبین اسلام، مبادت دارد دست نیازم. همچنین در سایه اصول جهان شمول انسانی و اسلامی، پیمان می بندم از هیچ کوششی برای آبادانی و سرافرازی میهن و هم میهنانم فروگذاری نکنم و خداوند بزرگ را به یاری طلبم تا همواره در پیشگاه او و در برابر وجدان بیدار خویش و ملت سرافراز ، بر این پیمان تا ابد استوار بمانم.

نام و نام خانوادگی و امضای دانشجو

فاطمه ولی پوری گودرزی

## تائیدیه ی صحت و اصالت نتایج

بسمه تعالی

اینجانب: فاطمه ولی پوری گودرزی به شماره دانشجویی : ۹۰۱۳۳۰۹۰۵۳ رشته: مهندسی پزشکی-بیوالکترونیک  
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

تأیید می نمایم که کلیه نتایج این پایان نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف و موارد نسخه برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده ام در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان . قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی ضوابط و مقررات آموزشی پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد . و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می نمایم . در ضمن مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی صلاح (اعم از اداری و قضایی ) به عهده اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت .

نام و نام خانوادگی :

فاطمه ولی پوری گودرزی

تاریخ و امضاء:

## مجوز بهره برداری از پایان نامه

بهره برداری از این پایان نامه در چهار چوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می شود بلامانع است :

- ✓ بهره برداری از این پایان نامه برای همگان بلامانع است
- ✓ بهره برداری از این پایان نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما بلامانع است
- ✓ بهره برداری از این پایان نامه تا تاریخ ۹۴/۶/۳۱ ممنوع است .

استاد راهنما: دکتر جواد حدادنیا

تاریخ و امضاء

## تقدیم به :

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم..... ..

آنان که مو سپید کردند تا ما رو سفید کنیم.....

و آنان که عاشقانه سوختند تا گرما بخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند.....

پدر و مادر عزیزم که با همدلی، همراهی و همگامی گام به گام مرا همراهی کردند و با سجده  
ی ایثارشان گل محبت را در وجودم پروراندند و در دامن گهربارشان لحظه های مهربانی را به  
من آموختند. خداوندا نه میتوانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه  
برای دستهای زحمتکششان که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پس توفیقم ده  
که هر لحظه شکر گزارشان باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

### و همچنین

به همسفران مهربان زندگیم خواهران عزیزم بهاره و بنفشه ی نازنینم

که با هم آغاز کردیم، در کنار هم آموختیم و به امید هم به آینده چشم می دوزیم. قلبم لبریز از  
عشق به شماست و سعادتتان منتهای آرزویم.

## سپاسگزاری

سپاس و ستایش خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

بسی شایسته است از استاد راهنمای فرهیخته و فرزانه‌ی خود، جناب آقای دکتر جواد حدادنیا که با دلسوزی، صبر و فروتنی بسیار مرا در تمام مراحل همراهی نمودند و با شکیبایی تمام به من الفبای این علم را آموختند و قدم به قدم با من گام برداشتند تا اندیشیدن را آموختم و دلسوزانه مرا یار نمودند، نهایت تقدیر و تشکر را داشته باشم، همچنین از جناب آقای دکتر احمد حاجی پور که زحمت داوری این مهم را پذیرفتند صمیمانه سپاسگذارم.

همیشه توسن اندیشه ات مظفر باد

معلما مقامت زعرش برتر باد

از خانواده عزیز و مهربانم که همواره حامی و مشوقم بوده‌اند و پیمودن روزهای سخت و آسان زندگی ام بدون دعای خیر، وبرکت وجودشان غیر ممکن بود بسیار سپاسگذارم.

در نهایت، با تشکر فراوان خدمت همه‌ی دوستان و عزیزانی که به نوعی مرا در انجام رساندن این مهم یاری نموده‌اند.

به امید آنکه توفیق یابم جز خدمت به خلق نکوشم.

## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
چکیده .....	۱.....
<b>فصل اول: مقدمه</b>	
۱-۱- زیست شناسی چاقی.....	۲.....
۲-۱- تعریف و محاسبه.....	۲.....
۱-۲-۱- چاقی.....	۲.....
۲-۲-۱- شیوع.....	۴.....
۳-۱- تنظیم فیزیولوژیک تعادل انرژی.....	۴.....
۴-۱- عوامل تاثیرگذار بر چاقی.....	۴.....
۵-۱- اختلالات و علایم مرتبط با چاقی.....	۵.....
۶-۱- چربی و انواع آن.....	۶.....
۱-۶-۱- چربی احشایی.....	۷.....
۲-۶-۱- چربی زیرپوستی.....	۸.....
۷-۱- اهداف درمان چاقی.....	۹.....
۱-۷-۱- هزینه های ناشی از چاقی.....	۹.....
<b>فصل دوم: ترکیب بدن</b>	
۱-۲- مقدمه.....	۱۱.....
۲-۲- روش های ارزیابی ترکیب بدن.....	۱۲.....
<b>فصل سوم: تصاویر حرارتی</b>	
۱-۳- مقدمه.....	۲۳.....
۲-۳- مروری بر تحقیقات گذشته.....	۲۵.....
۳-۳- اصول فیزیکی تصویربرداری حرارتی.....	۲۷.....
۴-۳- دوربین.....	۲۸.....
۵-۳- تقسیم بندی تصاویر حرارتی.....	۳۱.....
<b>فصل چهارم: کارهای انجام شده</b>	
۱-۴- مقدمه.....	۳۳.....



۲-۴- برخی کارهای انجام شده در گذشته برای جداسازی بافت چربی زیرپوستی و احشایی توسط سیستم های ام آر آی و سونوگرافی.....	۳۳
۳-۴- برخی کارهای انجام شده در گذشته جهت اندازه گیری بافت چربی زیرپوستی توسط: NIRS.....	۳۸
۴-۴- تجزیه و تحلیل تصاویر بافت چربی شکمی بدست آمده با حرکت مداوم جدول (table) MRI.....	۴۰
۴-۵- مزایا و معایب برخی از سیستم های اندازه گیری.....	۴۲
<b>فصل پنجم : روش های پیشنهادی</b>	
۱-۵- مقدمه.....	۴۴
۲-۵- پروتکل تصویربرداری.....	۴۶
۱-۲-۵- اقدامات صورت گرفته قبل از انجام عکسبرداری.....	۴۶
۲-۲-۵- زاویه عکسبرداری.....	۴۶
۳-۵- شناسایی بافت چربی زیرپوستی.....	۴۸
۴-۵- Mask های رنگی تصاویر حرارتی.....	۵۱
۵-۵- الگوریتم بکار برده شده.....	۵۲
۱-۵-۵- مرحله پیش پردازش.....	۵۲
۱-۱-۵-۵- حذف نویز با فیلتر غیر خطی میانه.....	۵۴
۲-۱-۵-۵- تیزشدن تصویر توسط فیلتر Highboost.....	۵۵
۲-۵-۵- خوشه بندی K-means.....	۵۷
۳-۵-۵- خوشه بندی Fcm.....	۵۹
۴-۵-۵- الگوریتم خوشه بندی بکاربرده شده.....	۶۱
۵-۵-۵- جداسازی قسمت موردنظر از بافت چربی.....	۶۶
۱-۵-۵-۵- Component Labeling.....	۶۶
۱-۱-۵-۵-۵- الگوریتم ترتیبی (Sequential Algorithm).....	۶۷
۲-۱-۵-۵-۵- الگوریتم برگشتی (Recursive Algorithm).....	۶۸
۶-۵-۵- اندازه گیری ضخامت قسمت مورد نظر از بافت چربی.....	۶۸
<b>فصل ششم : نتایج و دستاوردها</b>	
مراجع.....	۷۵

## فهرست جداول

عنوان.....شماره صفحه

جدول ۱-۲: جدول راهنمای BMI..... ۱۲

جدول ۲-۲: جدول کمترین میزان مرگ و میر..... ۱۳

جدول ۱-۳: قابلیت تابش پوست انسان بر روی رنگ پوست های مختلف..... ۲۵

## فهرست اشکال

عنوان.....شماره صفحه

- شکل ۱-۱: نمودار تعیین نمایه توده ای بدن..... ۳
- شکل ۲-۱: سیستم فیزیولوژیک تحت تنظیم لپتین..... ۵
- شکل ۳-۱: نمودار نمایش اندازه گیری های بافت چربی ایجاد شده از مجموعه داده های MRI کل بدن..... ۶
- شکل ۴-۱: تغییرات فنوتیپیک در توزیع بافت چربی..... ۷
- شکل ۵-۱: نمونه ای از چربی های احشایی و زیرپوستی در تصاویر MRI..... ۸
- شکل ۶-۱: الگوی توزیع چربی اضافی..... ۹
- شکل ۳-۳: روپوست شامل لایه کورنیوم کراتینی شده و لایه پایه موج دار..... ۲۳
- شکل ۲-۳: تعادل گرمایی بدن انسان با محیط اطراف خود..... ۲۶
- شکل ۳-۳: دوربین سری D شرکت SDS به کار برده شده در تحقیقات صورت گرفته..... ۲۹
- شکل ۴-۳: تصاویر حرارتی گرفته شده از ناحیه خط وسط شکم و فلانک..... ۳۱
- شکل ۱-۴: تجزیه و تحلیل تصویر  $T_1 W, MR$  عرضی با استفاده از نرم افزار Adobe Photoshop..... ۳۳
- شکل ۲-۴: سونوگرافی از دیواره بالای شکم، بر روی خط ناف - Xypho..... ۳۴
- شکل ۳-۴: تصویر سونوگرافی از شکم و جداسازی دستی چربی زیرپوستی..... ۳۵
- شکل ۴-۴: تصویر سونوگرافی از شکم و جداسازی خودکار چربی زیرپوستی..... ۳۵
- شکل ۵-۴: استخراج بافت چربی..... ۳۶
- شکل ۶-۴: روش های شناخت انبار..... ۳۷
- شکل ۷-۴: شرح پارامترها..... ۳۷
- شکل ۸-۴: دستگاه اندازه گیری طیف سنجی نزدیک مادون قرمز Fitness Analyzer BFT-3000..... ۴۰
- شکل ۹-۴: بخش بندی مناطق زیرجلدی و احشایی..... ۴۱
- شکل ۱۰-۴: بخش بندی مناطق زیرجلدی و احشایی در یک فرد چاق..... ۴۱
- شکل ۱-۵: تصویر اولیه گرفته شده از دوربین برای انجام مراحل پردازش تصویر..... ۴۴
- شکل ۲-۵: نرم افزار colormapeditor جهت تولید انواع فرمت های تصویری..... ۴۵
- شکل ۳-۵: انواع فرمت های تصویری ایجاد شده برای مراحل پردازش تصویر..... ۴۵
- شکل ۴-۵: مشخص نمودن برخی از نقاط در تصویر شخص و مقدار دمای آن نقاط..... ۴۶
- شکل ۵-۵: صفحات و محورهای حرکتی در تصویربرداری های MRI..... ۴۷
- شکل ۶-۵: بخش بندی مناطق احشایی و زیرپوستی بر اساس صفحات sagittal, frontal, transverse..... ۴۷
- شکل ۷-۵: مدل سه لایه ای بافت..... ۴۸
- شکل ۸-۵: بیشترین ضخامت اندازه گیری شده توسط سونوگرافی و الگوریتم پیشنهادی در خط وسط شکم..... ۴۹
- شکل ۹-۵: بیشترین ضخامت اندازه گیری شده توسط سونوگرافی و الگوریتم پیشنهادی در فلانک راست..... ۵۰
- شکل ۱۰-۵: نتیجه اعمال MASK های رنگی بر روی تصویر حرارتی در ناحیه خط وسط شکم..... ۵۱

- شکل ۵-۱۱: نتیجه اعمال MASK های رنگی بر روی تصویر حرارتی در ناحیه فلانک..... ۵۲
- شکل ۵-۱۲: مثالی از نحوه عملکرد فیلتر میانه..... ۵۳
- شکل ۵-۱۳: اعمال مراحل پیش پردازش..... ۵۳
- شکل ۵-۱۴: تصویر بدون نویز لبه برداری شده..... ۵۴
- شکل ۵-۱۵: تصویر نویزدار لبه برداری شده..... ۵۶
- شکل ۵-۱۶: خوشه بندی تصویر با الگوریتم k-means..... ۵۸
- شکل ۵-۱۷: خوشه بندی تصویر با الگوریتم fcm..... ۶۰
- شکل ۵-۱۸: فلوجارت الگوریتم پیشنهادی جهت خوشه بندی تصویر..... ۶۲
- شکل ۵-۱۹: الف) تصاویر حرارتی گرفته شده از ناحیه خط وسط شکم و فلانک با BMI های متفاوت، ب) نتیجه اعمال الگوریتم خوشه بندی KFCM بر روی تصویر حرارتی در ناحیه خط وسط شکم (زن، با BMI=30.14)، ج) در ناحیه فلانک (زن، با BMI=30.14)، د) نتیجه اعمال الگوریتم خوشه بندی KFCM بر روی تصویر حرارتی در ناحیه خط وسط شکم (زن، با BMI=28.34)، ه) در ناحیه فلانک (زن، با BMI=28.34)..... ۶۳
- شکل ۵-۲۰: نتیجه اجرای الگوریتم kfcfم بر روی نمونه مرد الف) در ناحیه شکم، ب) در ناحیه فلانک..... ۶۵
- شکل ۵-۲۱: نتیجه اجرای الگوریتم kfcfم بر روی نمونه مرد، در ناحیه شکم..... ۶۵
- شکل ۵-۲۲: یک تصویر (a) و تصویر اجزای متصل آن (b)..... ۶۶
- شکل ۵-۲۳: ماکزیمم ضخامت به دست آمده از ناحیه شکم و فلانک برای افراد با BMI های مختلف..... ۶۹
- شکل ۶-۱: نمودار مقایسه اندازه گیری های ضخامت چربی زیرپوستی در ناحیه خط وسط شکم توسط ترموگرافی و سونوگرافی..... ۷۳
- شکل ۶-۲: نمودار مقایسه اندازه گیری های ضخامت چربی زیرپوستی در ناحیه فلانک راست توسط ترموگرافی و سونوگرافی..... ۷۳
- شکل ۶-۳: بی دقتی در اندازه گیری ضخامت چربی زیرپوستی در ناحیه فلانک توسط سونوگرافی..... ۷۴



دانشگاه حکیم سبزواری

فرم چکیده‌ی پایان‌نامه‌ی دوره‌ی تحصیلات تکمیلی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

نام خانوادگی دانشجو: ولی پوری گودرزی	نام: فاطمه	ش دانشجویی: ۹۰۱۳۳۰۹۰۵۳
استاد راهنما: دکتر جواد حدادنیا	استاد مشاور: -----	
دانشکده: مهندسی برق و کامپیوتر	رشته: مهندسی پزشکی	گرایش: بیوالکترونیک
مقطع: کارشناسی ارشد	تاریخ دفاع: ۹۲/۱۲/۱	تعداد صفحات: ۱۰۳
عنوان پایان‌نامه: اندازه‌گیری ضخامت بافت چربی زیرپوستی بدن براساس الگوی حرارتی در تصاویر مادون قرمز		
کلیدواژه‌ها: چربی زیرپوستی ، ترموگرافی ، K-Means, FCM ، الگوریتم اجزای متصل برگشتی.		

چکیده:

در حال حاضر چندین روش برای اندازه‌گیری چربی زیرپوستی بدن در حوزه‌های بالینی وجود دارد ، مانند : magnetic resonance imaging(mri) , computer tomography(ct) , ultrasound imaging(us) , dual energy x-ray absorptiometry(dexa) . این روش‌ها بطور وسیعی در حوزه‌های بالینی به‌عنوان وسایل دقیق و مفید ، مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌هر حال این روش‌ها محدودیت‌های زیادی مانند هزینه بالا و یا خطر تابش اشعه را دارا می‌باشند. علاوه بر این ، استفاده از این روش‌ها برای اندازه‌گیری چربی زیرپوستی در طول عمل جراحی که نیازمند بررسی وضعیت چربی زیرپوستی می‌باشد ، مانند عمل لیپوساکشن آسان نمی‌باشد. بنابراین روش ارائه شده در این مقاله به‌عنوان یک روش غیر تهاجمی و مقرون به صرفه برای اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی بدن مورد توجه قرار می‌گیرد. مطالعه‌ی حاضر بر روی ۱۰۰ نفر (۵۰ زن ، ۵۰ مرد) صورت گرفت و ضخامت چربی زیرپوستی آنها در ناحیه خط وسط شکم (از ناحیه گزیفونید تا پویس) و فلانک (از ناحیه دنده تا کمر است ایلیاک) بر اساس الگوی حرارتی و استفاده از روش‌های کلاستر بندی k-means و fcm و همچنین استفاده از recursive connected components algorithm محاسبه شد. تمام اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی تصاویر حرارتی ، در جهت اندازه‌گیری بیشترین ضخامت چربی زیرپوستی توسط روش پیشنهادی ، با سونوگرافی مقایسه شد ، که نتیجه این مقایسه یکسان دانستن این اندازه‌گیری‌ها با تقریب قابل قبول (حداکثر اختلاف ۲ میلیمتر) از نظر پزشک رادیولوژیست نسبت به سونوگرافی بود.

امضای استاد راهنما

# فصل اول :

## مقدمه

## ۱-۱- زیست شناسی چاقی

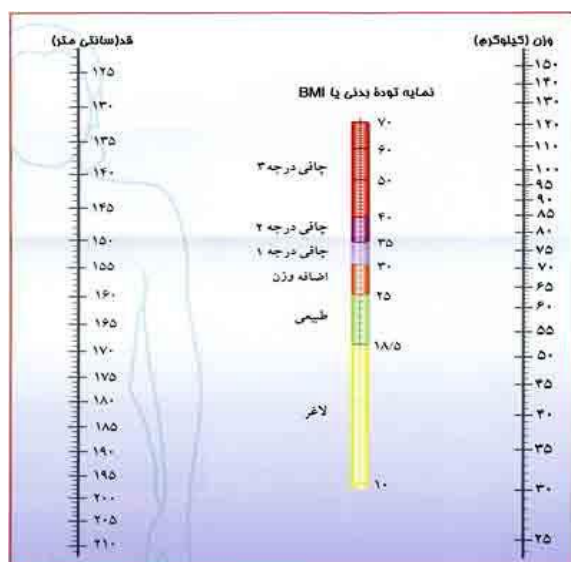
در دنیای با منابع غذایی کنونی ، توانایی ذخیره انرژی بیش از آنچه برای استفاده فوری مورد نیاز است ، ضرورت دارد . سلولهای چربی ، که در ذخایر نسجی آدیپوز منتشر قرار دارند ، به منظور ذخیره کافی مازاد انرژی به صورت تری گلیسیریدها تطابق می یابند ، و در موقع لزوم ، انرژی ذخیره شده را به صورت اسیدهای چرب آزاد و به منظور استفاده در دیگر بافت ها آزاد می کنند . این سیستم فیزیولوژیک که از طریق مسیرهای اندوکراین و عصبی تنظیم می شود ، امکان زنده ماندن انسان در شرایط گرسنگی را برای مدت چند ماه فراهم می کند . با اینحال ، این سیستم در حضور تغذیه بیش از حد و شرایط زندگی ساکن ، و تحت تاثیر مداخله ژنتیکی ، ذخایر انرژی را اضافه نموده و نتایج بهداشتی معکوسی را ایجاد می کند.

## ۱-۲- تعریف و محاسبه

### ۱-۲-۱- چاقی

چاقی ، شامل شرایط مازاد توده چربی آدیپوز می باشد . اگرچه این مفهوم در اغلب موارد معادل با اضافه وزن بدن در نظر گرفته می شود، این امر همواره ضرورتی ندارد . افراد لاغر اما خیلی عضلانی ممکن است براساس استانداردهای محاسبه ای ، دچار اضافه وزن باشند در حالیکه آدیپوزیتی این اشخاص ، افزایش نیابد . وزن بدن به کرات در میان جوامع مورد استفاده قرار می گیرد ، بنابراین انتخاب معنی دار طبی بین لاغری و چاقی ، تا حدودی دلخواه می باشد . در نتیجه ، چاقی به شکل موثرتر ، در ارزیابی با ابتلا و مرگ و میر مورد ارزیابی قرار می گیرد . بیشترین روش مورد استفاده و البته غیرمستقیم در اندازه گیری چاقی ، شامل شاخص توده بدن (BMI) است ، که معادل وزن تقسیم بر مجذورقد (بر حسب  $kg/m^2$ ) می باشد (شکل ۱-۱). دیگر رویکرد ها به منظور تعیین مقدار کمی چاقی عبارتند از آنتروپومتری (ضخامت چین پوستی)، دانسیتومتری (توزین در زیر آب) ، CT یا MRI و امپدانس الکتریکی . با استفاده از داده های مربوط به زیج حیاتی شهری ، BMI های نقطه ی میانی قد و قامت در مردان و زنان ، بین ۱۹ و ۲۶ کیلوگرم در متر مربع تغییر میکند ، در موارد BMI مساوی ، زنان نسبت به مردان از چربی بدنی بیشتری برخوردارند. بر طبق داده های ناتوانی قابل ملاحظه ، BMI مساوی ۳۰ در اغلب موارد به عنوان آستانه ی چاقی در زنان و مردان شناخته می شود. مطالعات اپیدمیولوژیک با مقیاس بزرگ نشان می دهند که ابتلای

متابولیک ، سرطانی و قلبی عروقی در هنگامی که BMI ها از ۲۵ تجاوز می نماید(هر چند به میزان کم) افزایش می یابد ، که این امر نشان می دهد باید سطح چاقی ، کاهش یابد. بسیاری از صاحب نظران ، واژه اضافه وزن (و نه چاقی ) را به منظور توصیف افراد با BMI بین ۲۵ تا ۳۰ به کار می برند. BMI بین ۲۵ و ۳۰ باید از نظر طبی مورد توجه قرار گیرد و ارزش مداخله درمانی را ، خصوصا در حضور عوامل خطر سازی که تحت تاثیر آدیپوزیتی قرار می گیرند ، مانند فشار خون بالا و عدم تحمل گلوکز ، ایجاب می کند . انتشار بافت چربی در ذخایر آناتومیک مختلف نیز دارای اثرات قابل ملاحظه ای بر میزان ابتلا می باشند . از همه مهمتر، چربی داخل شکمی و زیرجلدی شکم ، در مقایسه با چربی زیر جلدی موجود در کپل ها و اندام های تحتانی ، از اهمیت ویژه ای برخوردارند . این تمایز ، از نظر بالینی به آسانی ، و با تعیین نسبت قطر کمر به لگن ، با میزان بیش از ۰.۹ در زنان و بالای ۱.۰ در مردان ، معین می شود . بسیاری از مهمترین عوارض چاقی ، نظیر مقاومت به انسولین ، دیابت ، هیپرتنشن و هیپرلیپیدمی ، و هیپراندرژیسم در زنان ، بیشتر با چربی داخل شکمی و یا بخش فوقانی بدن ارتباط دارند تا آدیپوزیتی کلی . مکانیسم مربوط به این ارتباط ناشناخته است اما ممکن است با این حقیقت در ارتباط باشد که سلول های چربی داخل شکمی در مقایسه با سلول های دیگر مناطق ، از فعالیت لیپولیزی بیشتری برخوردارند . آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد به گردش خون پورت ، اثرات متابولیک نامطلوبی را خصوصا در کبد ، بر جای می گذارد . با این که آدیپوکاین ها و سایتوکاین ها توسط آدیپوسیت های احشایی ترشح می شوند ، نقش دیگری که در عوارض سیستمیک چاقی دارند ، در دست تحقیق است .



شکل ۱-۱: نمودار تعیین نمایه توده ای بدن



## ۱-۲-۲-شیوع

داده های اخیر در مورد مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه ملی (NHANES) نشان می دهد که وجود جمعیت بزرگسال مبتلا به چاقی ( $BMI > 30$ ) در امریکا، از ۱۴.۵٪ (بین سال های ۱۹۷۶ و ۱۹۸۰) به ۳۰.۵٪ (بین سال های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) افزایش یافته است. ۶۴٪ بزرگسالان بالای ۲۰ سال در امریکا، در فاصله سال های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰، دچار اضافه وزن (که به صورت  $BMI > 25$  تعریف می شود) بودند. چاقی بیش از حد ( $BMI \geq 40$ ) نیز افزایش یافته است و شیوع آن ۴.۷٪ جمعیت می باشد. شیوع در حال افزایش چاقی قابل ملاحظه بالینی، نگرانی موجود را بالا می برد. چاقی، در زنان و افراد فقیر شایع تر است؛ شیوع آن در کودکان نیز، به میزان قابل توجهی در حال افزایش می باشد.

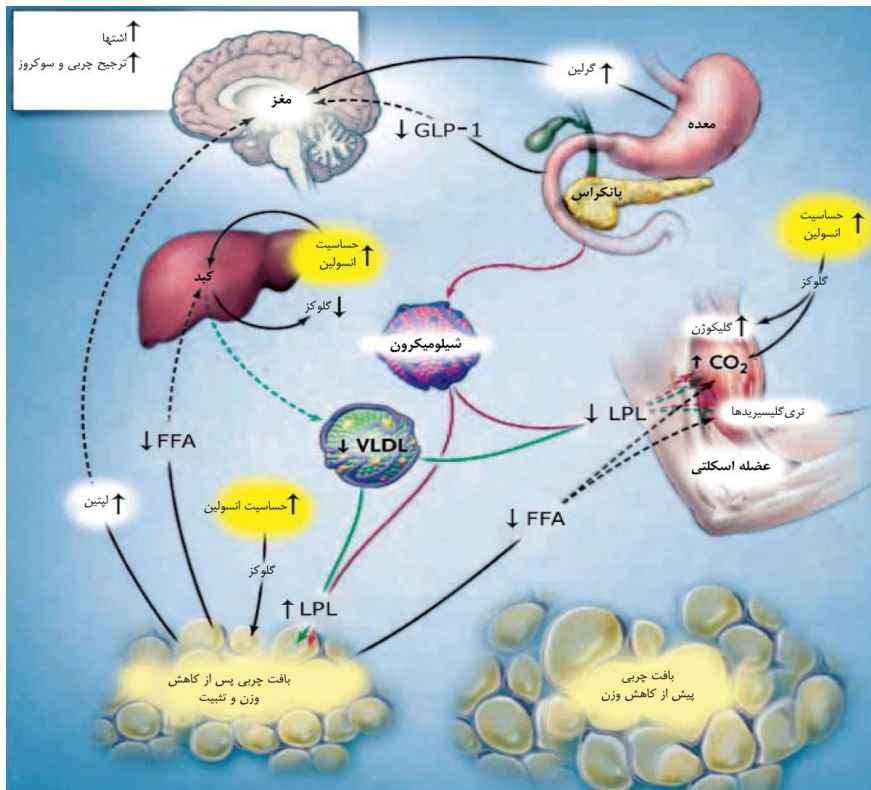
## ۱-۳-تنظیم فیزیولوژیک تعادل انرژی

شواهد قابل ملاحظه نشان می دهد که وزن بدن، از طریق اجزای اندوکراین و عصبی که در نهایت بازوهای موثر دریافت و مصرف انرژی را تحت تاثیر قرار می دهند، تنظیم می شود. این سیستم تنظیمی پیچیده کاملاً ضروری به نظر می رسد زیرا حتی عدم تعادل ناچیز بین دریافت و مصرف انرژی نیز، در نهایت از اثرات عمده ای بر وزن بدن برخوردارند. به عنوان مثال، عدم تعادل مثبت ۰.۳ درصد در طی ۳۰ سال موجب افزایش وزنی در حد ۹kg خواهد شد. این تنظیم تعادل انرژی نمی تواند به آسانی با اندازه گیری کالری مرتبط با فعالیت فیزیکی پایش شود. به علاوه تنظیم یا عدم تنظیم وزن بدن به پاسخ پیچیده سیگنال های هورمونی و عصبی وابسته است. تغییر وزن پایدار به سبب پرخوری یا محرومیت از غذا، تغییرات فیزیولوژیک خاصی را تشدید می کند که نگرانی هایی را ایجاد خواهد نمود: کاهش وزن، اشتها افزایش می یابد و مصرف انرژی افت می کند در موارد پرخوری، کاهش اشتها و مصرف انرژی، افزایش می یابد. با اینحال، مکانیسم جبرانی اخیر افت می کند، و امکان بروز چاقی را در هنگام فراوان بودن غذا و محدود بودن فعالیت فیزیکی فراهم می سازد. تنظیم کننده عمده این پاسخ های تطابقی، هورمون لپتین مشتق از آدیپوسیت است که از طریق مسیرهای مغزی (غالباً در هیپوتالاموس) عمل می کند تا بتواند اشتها، مصرف انرژی، و عملکرد نورواندوکراین را تحت تاثیر قرار دهد.

## ۱-۴-عوامل تاثیر گذار بر چاقی

- ژن ها و عوامل محیطی
- سندرم های ژنتیکی خاص

- سندرم کوشینگ
- هیپوتیروئیدی
- انسولینوما
- کرانیوفارنژیوما و دیگر اختلالات درگیرکننده هیپوتالاموس
- افزایش دریافت انرژی، کاهش مصرف انرژی یا ترکیبی از این دو
- مکانیسم مقاومت به لپتین



شکل ۱-۲: سیستم فیزیولوژیک تحت تنظیم لپتین

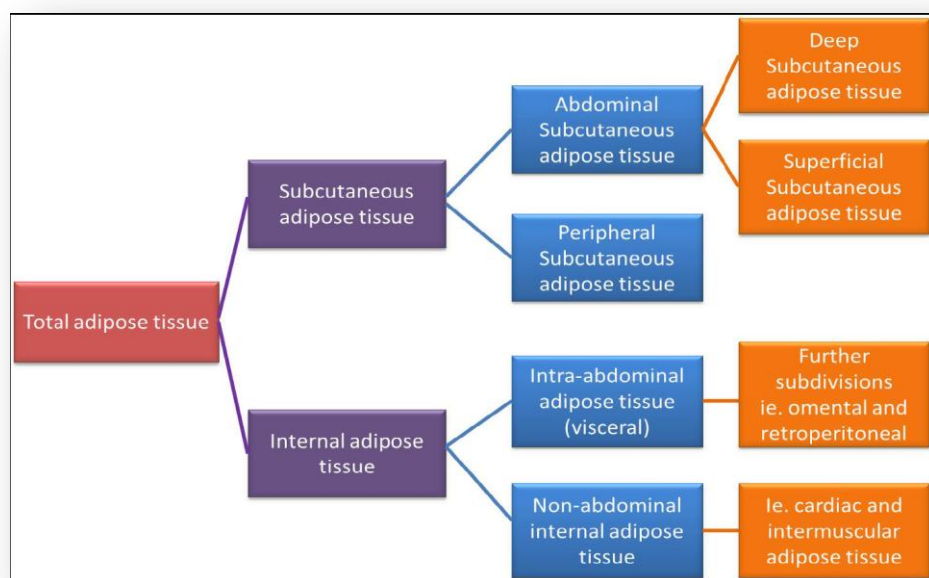
## ۱-۵- اختلالات و علائم مرتبط با چاقی

- علائم تنفسی
- علائم قلبی - عروقی
- علائم دستگاه گوارش
- علائم آندوکراین
- علائم عصبی

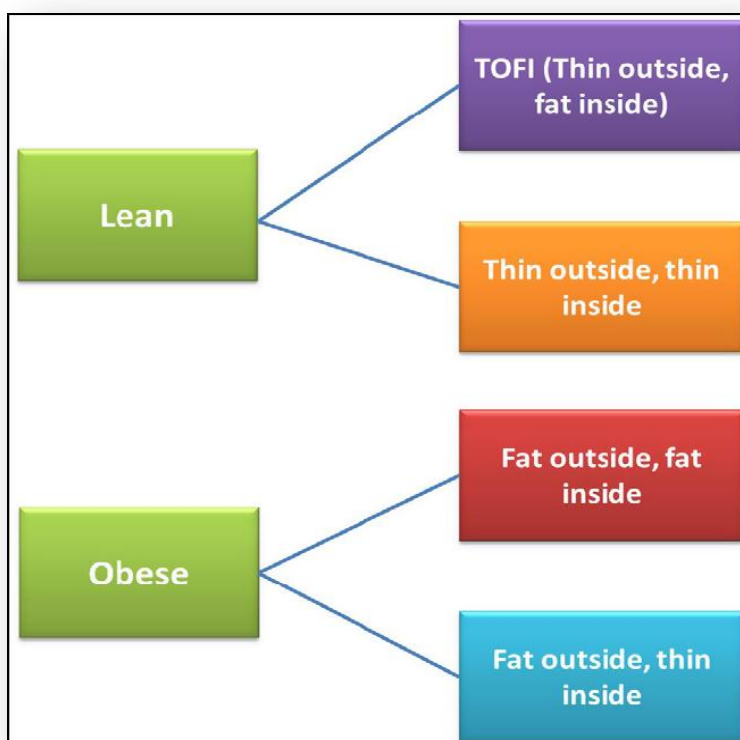
- علایم ماهیچه اسکلتی
- پوست
- علایم تناسلی - ادراری

## ۱-۶- چربی و انواع آن

زمانی که بیش از میزان مصرف، انرژی (به شکل غذا) وارد بدن شود، وزن بدن افزایش می یابد و قسمت اعظم این انرژی اضافی به شکل چربی ذخیره می شود. بدین ترتیب چربی بیش از حد بدن (چاقی) ناشی از دریافت بیشتر انرژی نسبت به برون ده آن است. به ازای هر ۹.۳ کیلو کالری انرژی اضافی که وارد بدن می شود، تقریباً ۱ گرم چربی ذخیره می شود. مقدار چربی در بدن انسان دارای اهمیت پزشکی و فیزیولوژیکی می باشد و ممکن است باعث ایجاد ناخوشی و مرگ و میر شود و همچنین می تواند باعث ایجاد مقاومت در برابر سرما و گرسنگی شده و تاثیر داروها و داروهای بیهوشی را تغییر داده و یا میزان حساسیت انسولین را در برخی از گروههای مردم کاهش دهد. چربی به طور عمده در سلول های چربی بافت های زیر جلدی و در حفره داخل صفاقی ذخیره می شود. البته اغلب در افراد چاق، مقدار زیادی از چربی در کبد و سایر بافت های بدن نیز تجمع می یابد. بنابراین، چربی در بدن انسان در دو مکان اصلی قرار می گیرد که شامل: چربی زیرپوستی و چربی احشایی، می باشد. نمودار مربوط به کل بافت چربی بدن و همچنین تغییرات فنوتیپیک در توزیع بافت چربی در نمودارهای زیر (شکل ۱-۳، ۱-۴) نمایش داده شده است.



شکل ۱-۳: نمودار نمایش اندازه گیری های بافت چربی ایجاد شده از مجموعه داده های MRI کل بدن



شکل ۱-۴: تغییرات فنوتیپیک در توزیع بافت چربی

### ۱-۶-۱- چربی احشایی

چربی احشایی مربوط به سطوح داخلی بدن انسان می باشد که بیانگر این موضوع می باشد که افراد در اطراف اندام های داخلی خود سطوح خطرناکی از چربی دارند، ۴۰٪ جمعیت حتی با وجود این که اکثراً لاغر به نظر می رسند در اطراف قلب، کبد و یا لوزالمعده خود چربی "بد" دارند. ممکن است شخص لاغر باشد اما به دلیل داشتن چربی "مخفی" با خطر ابتلا به وضعیت هایی مانند دیابت روبرو باشد. بالارفتن سن عامل مهمی در چاقی احشایی است و به ذخیره چربی می انجامد. چربی احشایی وابستگی کاملی به عوامل خطر آفرین مثل ابتلا به دیابت، چربی خون بالا و فشار خون بالا دارد. در زنان پس از یائسگی الگوی توزیع چربی مشابه مردان شده و بیشتر در ناحیه شکم می باشد. این نوع چاقی و توزیع چربی فرد را در معرض خطر افزایش قند خون، افزایش چربی خون و عوارض فشار خون بالا قرار میدهد. افرادی که از زمان نوجوانی چاق بوده اند بیشتر در معرض ابتلا به بیماریهای قلبی عروقی و دیابت هستند.