

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شاهد

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق-بیوالکترونیک

بخش بندی تومورهای Hypointense و Hyperintense در تصاویر سی تی اسکن کبد

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر امیر حسین فروزان

دانشجو:

احسان رضازاده

زمستان - ۱۳۹۲



اظهار نامه دانشجو

شماره:

تاریخ:

اینجانب احسان رضازاده دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی گرایش بیوالکتریک دانشکده فنی دانشگاه شاهد، گواهی می‌دهم که پایان نامه تدوین شده حاضر با عنوان؛ "بخش‌بندی تومورهای Hypointense و Hyperintense در تصاویر سی‌تی‌اسکن کبد" به راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر امیر حسین فروزان توسط شخص اینجانب انجام و صحت و اصالت مطالب تدوین شده در آن، مورد تأیید است و چنانچه هر زمان، دانشگاه کسب اطلاع کند که گزارش پایان نامه حاضر صحت و اصالت لازم را نداشته، دانشگاه حق دارد، مدرک تحصیلی اینجانب را مسترد و ابطال نماید هم چنین اعلام می‌دارد در صورت بهره‌گیری از منابع مختلف شامل؛ گزارش‌های تحقیقاتی، رساله، پایان نامه، کتاب، مقالات تخصصی و غیره، به منبع مورد استفاده و پدید آورنده آن به طور دقیق ارجاع داده شده و نیز مطالب مندرج در پایان نامه حاضر تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب و یا سایر افراد به هیچ‌کجا ارایه نشده است. در تدوین متن پایان نامه، چارچوب (فرمت) مصوب تدوین گزارش‌های پژوهشی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شاهد به طور کامل مراعات شده و نهایتاً این که، کلیه حقوق مادی ناشی از گزارش پایان نامه حاضر، متعلق به دانشگاه شاهد می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو (دست نویس):

امضاء دانشجو:

تاریخ:

تقدیم به مهربان فرشتگانی که :

لحظات ناب باور داشتن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن به تمام تجربه های یکتا

و زیبای زندگی، مدیون حضور همیشگی آنهاست.

تقدیم به پدرم، مادرم، همسرم و دو عزیزی که هیچگاه ندیدمشان و همیشه با من هستند.

تشر و قدردانی

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

با تشکر ویژه از استاد گرامی جناب آقای دکتر فروزان که در تمام مراحل این پژوهش همچون برادری دلسوز مرا یاری دادند که نتایج این پژوهش مرهون پیگیری‌های مستمر و راهنمایی‌های دقیق ایشان است و با سپاس از همسر عزیزم که در تمام مراحل این پژوهش با صبر و تلاشش مرا یاری نمود.

چکیده

اطلاعات دقیق از موقعیت و ابعاد تومورهای کبد، جهت تشخیص بیماری و تعیین روش درمان و پس از درمان به منظور بررسی نتایج درمان دارای اهمیت می باشد. دستگاه‌های تصویربرداری مانند سی تی اسکن یک ابزار برای تهیه اطلاعات درباره تومورهای کبدی است.

در این پایان‌نامه، یک روش نیمه خودکار برای بخش‌بندی تومورهای کبد با استفاده از تصاویر سی تی - اسکن ارائه شده است. ابتدا توسط کاربر بافت تومور و کبد با انتخاب نقاطی تعیین می گردد. سپس به کمک روش آپخشان شکل‌شناسی سه بعدی نقاط اولیه در تومور و کبد تعیین می شوند. سپس با روش انتشار قیود وابسته تخمین برچسب‌های بافت تومور و کبد انجام می شود. با گرفتن اشتراک بین برچسب‌های بدست آمده محدوده قرار گرفتن مرز تومور بدست می آید و نهایتاً با استفاده از آشکار ساز لبه کنی، مرزهای نهایی تومور مشخص می شوند.

تعیین ناحیه ROI برای هر تومور و تشخیص ناحیه‌ای از تصویر با احتمال وجود مرز تومور که از طریق مقایسه ویژگی‌های هر وکسل با ویژگی‌های بافت تومور و کبد بدست آمده است، موجب شد روش پیشنهادی قادر به بخش‌بندی کلیه تومورهای Hyperintense و Hypointense با ابعاد متفاوت در حداقل زمان ممکن گردد. این روش بر بیش از ۴۵۰ اسلایس از تصاویر سی تی اسکن در ۶ داده اعمال شده است که توانست بخش‌بندی تومور را با دقت بیش از ۷۲/۸ درصد در معیار دایس انجام دهد.

کلید واژه: پردازش تصاویر سی تی اسکن، بخش‌بندی تومورهای کبد، Constraint Affinity، Propagation، آپخشان شکل‌شناسی، آشکار ساز لبه کنی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د.....	فهرست جدول‌ها.....
ه.....	فهرست نمودارها.....
و.....	فهرست شکل‌ها.....
ط.....	فهرست علائم و نشانه‌ها.....
۱.....	فصل ۱- مقدمه‌ای بر بخش‌بندی تومورهای کبد.....
۱.....	۱-۱- مقدمه.....
۱.....	۱-۲- هدف از این پژوهش.....
۳.....	۱-۳- فیزیولوژی کبد.....
۵.....	۱-۴- آناتومی کبد.....
۹.....	۱-۵- بیماری‌های کبد و روش‌های درمان آن.....
۱۱.....	۱-۶- کاربرد دستگاه‌های تصویربرداری در تشخیص و درمان بیماری‌های کبد.....
۱۳.....	۱-۷- بخش‌بندی تومورهای کبد.....
۱۷.....	۱-۸- جمع‌بندی.....
۱۸.....	فصل ۲- مروری بر پژوهش‌های قبلی.....
۱۸.....	۲-۱- مقدمه.....
۱۸.....	۲-۲- پیش‌پردازش داده‌های ورودی.....

۲۳-۳-۲ بخش‌بندی اولیه تومورهای کبد..... ۲۳

۲۹-۴-۲ بخش‌بندی نهایی تومورهای کبد..... ۲۹

۳۱-۵-۲ نمایش و کمی‌سازی نتایج..... ۳۱

۳۶-۶-۲ جمع‌بندی..... ۳۶

فصل ۳- روش پیشنهادی..... ۳۷

۳۷-۱-۳ مقدمه..... ۳۷

۳۸-۲-۳ پیش‌پردازش داده‌های ورودی..... ۳۸

۴۳-۱-۲-۳ انتخاب نقاط اولیه توسط کاربر..... ۴۳

۴۵-۲-۲-۳ تعیین ناحیه ROI..... ۴۵

۴۷-۳-۲-۳ کاهش نویز با استفاده از فیلتر ADF..... ۴۷

۴۹-۳-۳ بخش‌بندی اولیه تومورهای کبد..... ۴۹

۴۹-۱-۳-۳ بخش‌بندی داده‌ها با استفاده از الگوریتم آبیخشان..... ۴۹

۵۴-۲-۳-۳ تعیین محدوده‌ی قرار گرفتن مرز تومور..... ۵۴

۵۵-۳-۳-۳ ایجاد نقاط اولیه تصادفی قطعی..... ۵۵

۵۷-۴-۳-۳ روش CAP..... ۵۷

۶۲-۴-۳ بخش‌بندی نهایی تومور..... ۶۲

۶۲-۱-۴-۳ بررسی الگوریتم‌های آشکارساز لبه..... ۶۲

۶۴-۲-۴-۳ تعیین مرزهای تومور با استفاده از آشکار ساز لبه کنی..... ۶۴

۶۶-۳-۴-۳ بهبود نتایج و ایجاد ماسک تومور..... ۶۶

۶۷-۴-۴-۳ جمع‌بندی..... ۶۷

۶۹	نتایج	فصل ۴-۴
۶۹	مقدمه	۴-۱-۴
۶۹	پیش‌پردازش داده ورودی	۴-۲-۴
۷۵	بخش‌بندی اولیه توموره‌های کبد	۴-۳-۴
۷۹	بخش‌بندی نهایی تومور کبد	۴-۴-۴
۸۲	نمایش و کمی‌سازی نتایج	۴-۵-۴
۸۳	مقایسه با سایر روش‌ها	۴-۶-۴
۸۵	جمع‌بندی	۴-۷-۴
۸۷	بررسی نتایج روش پیشنهادی	فصل ۵-۵
۸۶	مقدمه	۵-۱-۵
۸۶	پیش‌پردازش داده‌های ورودی	۵-۲-۵
۹۰	بخش‌بندی اولیه تومورهای کبد	۵-۳-۵
۹۱	بخش‌بندی نهایی تومور کبد	۵-۴-۵
۹۲	نمایش و کمی‌سازی نتایج	۵-۵-۵
۹۴	مقایسه با سایر روش‌ها	۵-۶-۵
۹۶	پیشنهادات و جمع‌بندی	۵-۷-۵
۹۸	منابع	فهرست منابع

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳۳	جدول ۱-۲: تعریف معیارهای خطا
۳۵	جدول ۲-۲: نتایج حاصل از روش بخشبندی تومورها با استفاده از بهبود کتراست [۱۸].
۳۶	جدول ۳-۲: نمایش نتایج روش بخشبندی تومورهای کبد با استفاده از اسکن حلزونی [۱۷].
۴۰	جدول ۱-۳: مشخصات داده‌ها.
۴۳	جدول ۲-۳: مشخصات داده‌ها قبل و بعد از درون‌یابی.
۴۴	جدول ۳-۳: معرفی نحوه انتخاب نقاط.
۵۷	جدول ۴-۳: مقدار مربعات "چی" با توجه به درجه آزادی و میزان درصد احتمال.
۷۱	جدول ۱-۴: بررسی تغییرات پارامتر دفعات تکرار فیلتر ADF بر متوسط نتایج آپخشان ۶ داده.
۷۳	جدول ۲-۴: بررسی تاثیر فیلتر ADF بر نتایج آپخشان.
۷۴	جدول ۳-۴: تاثیر تعداد ویژگی‌ها در نتایج.
۷۵	جدول ۴-۴: بررسی ابعادی ROI تعیین شده.
۷۵	جدول ۵-۴: نتایج اعمال روش آپخشان.
۷۹	جدول ۶-۴: تاثیر ابعاد همسایگی بر نتایج روش CAP.
	جدول ۷-۴: بررسی تغییرات اندازه انحراف از معیار فیلتر گوسی آشکارساز لبه کنی بر نتایج بخشبندی.
۸۰	
۸۳	جدول ۸-۴: نتایج اعمال روش پیشنهادی بر روی شش داده.
۸۵	جدول ۹-۴: نتایج بخشبندی اولیه توسط دو روش SVM و آپخشان.

فهرست نمودارها

صفحه

عنوان

نمودار ۴-۱: بررسی تغییرات پارامتر هدایت فیلتر ADF بر متوسط دایس نتایج آبپخشان ۶ داده.....	۷۱
نمودار ۴-۲: بررسی تغییرات پارامتر هدایت فیلتر ADF بر زمان پردازش اعمال آبپخشان بر ۶ داده.....	۷۲
نمودار ۴-۳: بررسی میزان تاثیر تعداد نمونه برداری بر نتایج نهایی.....	۷۷
نمودار ۴-۴: بررسی حساسیت روش CAP به شدت نویز.....	۷۹
نمودار ۴-۵: بررسی تغییرات حد آستانه آشکارساز لبه کنی بر نتایج بخش بندی.....	۸۰
نمودار ۴-۶: مقایسه نتایج بخش بندی نهایی توسط روش پیشنهادی و روش فریمن در داده های موجود.	
.....	۸۵

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱-۱- کبد انسان [۳].
۶	شکل ۱-۲- سیستم گوارش بدن انسان [۵].
۷	شکل ۱-۳: بخش‌بندی آناتومیک کبد به روش کویناد [۶].
۸	شکل ۱-۴: سیستم گردش خون در کبد [۷].
۱۵	شکل ۱-۵: مراحل بخش‌بندی تومور کبد.
۱۹	شکل ۱-۲: (الف) تصویر اصلی کبد (ب) تصویر کبد پس از بهبود شدت روشنایی [۱۳].
۲۰	شکل ۲-۲: (الف) تصویر اصلی کبد (ب) تصویر کبد پس از بهبود شدت روشنایی [۱۸].
	شکل ۲-۳: (الف) تصویر تومورها با وجود نویز قبل از اعمال فیلتر گوسی (ب) تصویر تومورها پس از اعمال فیلتر گوسی [۱۲].
۲۱	
۲۲	شکل ۲-۴: (الف) تصویر اصلی (ب) نتایج اعمال فیلتر میانه (پ) نتایج اعمال فیلتر ADF.
۲۴	شکل ۲-۵: نحوه مقایسه تومورها با سطح مقطع دایره شکل [۱۳].
۲۷	شکل ۲-۶: اسکن حلزونی.
	شکل ۲-۷: (الف) تصویر دوبعدی حاصل از اسکن حلزونی (ب) مرز تعیین شده توسط روش MCP [۱۷].
۲۸	
۲۹	شکل ۲-۸: تصویر برگردانده شده از دو بعدی به سه بعدی.
۳۰	شکل ۲-۹: (الف) نتیجه اعمال FCM (ب) نتیجه اعمال Level-Set [۱۵].
۳۲	شکل ۲-۱۰: نتایج بخش‌بندی ۱۰ داده. آبی: تومور اصلی، قرمز: تومور بخش‌بندی شده [۲۴].

- شکل ۱۱-۲: (سبز) نتایج مثبت صحیح (TP)، (آبی) نتایج منفی صحیح (TN)، (قرمز) نتایج منفی کاذب (FN) [۱۷]. ۳۲.....
- شکل ۱-۳: فلوجارت روش پیشنهادی. ۳۸.....
- شکل ۲-۳: نمایشی از نرم افزار ITK-Snap. ۳۹.....
- شکل ۳-۳: نمایشی از نرم افزار 3D Slicer. ۴۲.....
- شکل ۴-۳: (الف) تصویر اصلی (ب) ماسک کبد (پ) ماسک تومور. ۴۲.....
- شکل ۵-۳: نقاط اولیه انتخاب شده توسط کاربر. ۴۵.....
- شکل ۶-۳: (الف) تصویر اولیه (ب) ROI تعیین شده. ۴۷.....
- شکل ۷-۳: نتیجه اعمال فیلتر ADF بر روی تصویر ۲ بعدی MRI مغز (الف) قبل از اعمال فیلتر (ب) پس از اعمال فیلتر [۳۴]. ۴۹.....
- شکل ۸-۳: از بالا به پایین (الف) دو آبگیر آبریز که در مرحله $n-1$ غرق شده اند، (ب) غرق کردن در مرحله n که نشان می دهد آب بین آبگیرها جریان یافته است، (پ) عناصر سازنده استفاده شده جهت گسترش، نتیجه گسترش و ساخت سد [۳۷]. ۵۳.....
- شکل ۹-۳: انتخاب و کسل های بافت تومور و کبد. ۵۶.....
- شکل ۱۰-۳: نتایج بخش بندی (الف) کبد و (ب) تومور توسط روش CAP. ۶۱.....
- شکل ۱۱-۳: نمایش محل قرار گرفتن مرز تومور با احتمال بالا. ۶۲.....
- شکل ۱۲-۳: (الف) تصویر اصلی، نتیجه آشکارسازی لبه های تصویر به کمک الگوریتم (ب) کنی، (پ) پرویت، (ت) سوبل، (ث) روبرت، (ج) لاپلاسیان گوسی. ۶۳.....
- شکل ۱۳-۳: لبه های استخراج شده از تصویر تومور قبل از درون یابی. ۶۶.....
- شکل ۱۴-۳: تومور بخش بندی شده پس از اعمال درون یابی. ۶۶.....

شکل ۳-۱۵ (الف) نتیجه ماسک تومور (ب) ماسک تومور تولید شده پس از اصلاح توسط عملگر بستن.

۶۷.....

شکل ۴-۱ نحوه انتخاب فایل های داده توسط کاربر. ۷۰.....

شکل ۴-۲: (الف) تصویر اصلی داده شماره ۲ (ب) کبد استخراج شده توسط ماسک کبد. ۷۰.....

شکل ۴-۳: ستون اول از راست، تصویر داده شماره (الف) یک، (ث) سه، (خ) پنج، ستون دوم نتیجه آپنخشان

داده شماره (ب) یک، (ج) سه، (د) پنج، ستون سوم از راست، تصویر داده شماره (پ) دو، (چ) چهار، (ذ)

شش، ستون چهارم از راست نتیجه آپنخشان داده شماره (ت) دو، (ح) سه، (ر) پنج. ۷۶.....

شکل ۴-۴: تصویر نمونه برداری شده ۷۷.....

شکل ۴-۵ (الف) تصویر سه بعدی تومور ایجاد شده (ب) تصویر سه بعدی تومور ایجاد شده به همراه نویز.

۷۸.....

شکل ۴-۶: (الف) لبه های تومور استخراج شده (ب) تصویر ماسک اولیه تومور پس از درون یابی. ۸۱.....

شکل ۴-۷: (الف) ماسک اولیه تومور بخش بندی شده، (ب) ماسک تومور پس از اصلاح، (پ) ماسک

اصلی تومور. ۸۲.....

شکل ۴-۸: نمایش سه بعدی نتایج بخش بندی داده های شماره ۲، ۳ و ۴، (قرمز) تومور اصلی، (خاکستری)

نتایج بخش بندی انجام شده توسط روش پیشنهادی. ۸۲.....

شکل ۴-۹: (الف) نتایج بخش بندی اولیه توسط SVM، (ب) نتایج بخش بندی اولیه توسط آپنخشان. ۸۴.....

شکل ۵-۱: نمونه بافت تومور در داده شماره ۵. ۹۴.....

شکل ۵-۲: نمایش مقدار شدت روشنایی تومور در داده شماره ۱. ۹۵.....

فهرست علائم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
فیلتر انتشار ناهمسانگرد	ADF(Anisotropic Diffusion Filter)
شبکه عصبی مصنوعی	ANN(Artificial Neural Network)
انتشار وابسته مقید	CAP(Constraint Affinity Propagation)
سی تی	CT(Computed Tomography)
خوشه بندی فازی (C-means)	FCM(Fuzzy C-Means)
ورید اجوف فوقانی	ICV(Inferior Vena Cava)
شاخه چپ سیاهرگ هپاتیک	LHV(Left Hepatic Vein)
شاخه میانی سیاهرگ هپاتیک	MHV(Middle Hepatic Vein)
تصاویر تشدید مغناطیسی	MRI(Magnetic Resonance Imaging)
شاخه راست سیاهرگ هپاتیک	RHV(Right Hepatic Vein)
محدوده مورد نظر	ROI(Region Of Interest)
بردار ماشین فعال	SVM(Support Vector Machine)

فصل ۱- مقدمه‌ای بر بخش‌بندی تومورهای کبد

۱-۱- مقدمه

در این فصل هدف از بخش‌بندی تومورهای کبد بیان خواهد شد. جهت بخش‌بندی تومورهای کبد لازم است ابتدا با فیزیولوژی و آناتومی کبد آشنا شویم و بیماری‌های آن و انواع تومورها را بشناسیم. شناخت ویژگی‌های تصاویر پزشکی بخشی دیگر از این فصل را تشکیل خواهد داد. در این فصل، قسمت‌های اصلی یک الگوریتم بخش‌بندی تومور و تقسیم بندی روش‌های موجود نیز ارائه می‌شود.

۱-۲- هدف از این پژوهش

کبد به عنوان یکی از مهمترین اعضای بدن به دلیل وظیفه‌ای که بر عهده دارد، در معرض بیماری‌های متنوع است. بر اساس آمارهای جهانی در بین تمامی دلایل مرگ و میر در دنیا که جان انسان‌ها را تهدید می‌نماید، بیماری‌های کبد به عنوان ۱۴ امین عامل مرگ و میر در جهان شناخته می‌شود [۱]. میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های کبد حتی از میزان مرگ و میر ناشی از بیماری مالاریا، آتش سوزی و جنگ نیز بیشتر است [۱]. پیشرفت علوم فنی و ساخت تجهیزات پیشرفته در صنعت پزشکی مانند سیستم‌های تصویر برداری ابزاری در دست پزشکان است که به وسیله آن با دقت و سرعت بیشتری بیماری‌ها را شناسایی و درمان نمایند. تاکنون در زمینه استخراج اطلاعات مفید از تصاویر پزشکی تشخیص و درمان بیماری‌ها تحقیقات بسیاری انجام شده است. آنچه در این پایان نامه مد نظر می‌باشد، بخش‌بندی تومورهای Hypointense و Hyperintense کبد با استفاده از تصاویر سی‌تی‌اسکن است.

تصویر برداری پزشکی یکی از مرسوم‌ترین روش‌های تشخیص تومورهای کبد می‌باشد. از آنجا که استخراج اطلاعات دقیق در خصوص تومورها و پارامترهای فیزیکی مربوط به آنها در انجام مراحل درمان ضروری است و باید این اطلاعات به دقت استخراج گردد. یک روش معمول در این کار، بخش‌بندی دستی توسط پزشک متخصص می‌باشد.

مشکلات بخش‌بندی دستی عبارتند از؛

- زمان بر بودن بخش‌بندی
- عدم تکرارپذیری
- وابسته بودن نتایج به میزان تبحر متخصص

با توجه به موارد گفته شده، بخش‌بندی تومورها و نمایش و کمی‌سازی آنها توسط نرم افزار به عنوان راه حلی برای دستیابی به بخش‌بندی دقیق، با کمترین مداخله کاربر متخصص و امکان تکرار پذیری و کاهش زمان بخش‌بندی با استفاده از پردازنده‌های پر سرعت مطرح گردیده است. از جمله مزایای استفاده از رایانه در پردازش تصاویر پزشکی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد؛

- بخش‌بندی تومورها بدون نیاز به پزشک متخصص
- تکرارپذیری
- سرعت بالای پردازش

• نمایش سه‌بعدی بافت جهت تعیین موقعیت دقیق تومورها

• امکان مانیتورینگ بیمار در طول زمان درمان و بررسی پیشرفت بیماری

با توجه به موارد فوق هدف اصلی این پژوهش ارائه روش بخش‌بندی تومورهای کبد با شدت روشنایی‌های متفاوت از روی تصاویر پزشکی می‌باشد. در تصویر برداری از کبد با توجه به فاز تصویربرداری،

چنانچه شدت روشنایی بافت تومور از شدت روشنایی کبد بیشتر باشد به این تومور Hyperintense گفته می‌شود. همچنین تومورهایی که شدت روشنایی آنها از شدت روشنایی بافت کبد کمتر باشد Hypointense نامیده می‌شوند.

۱-۳- فیزیولوژی کبد

کبد^۱ بزرگترین غده بدن است که حدود دو درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد. این غده در ناحیه شکم قرار دارد و فعالیت‌های متعددی در آن انجام می‌شود. کبد دارای سه وظیفه اصلی است: ۱) ذخیره‌سازی خون و فیلتر کردن آن، ۲) فعالیت متابولیکی، ۳) عملکرد ترشحی و دفع فضولات [۲].

کبد یک عضو بزرگ و ریدی با قابلیت اتساع است که اگر حجم خون در بدن زیاد شود می‌تواند آن را ذخیره کند و اگر حجم خون کم شود، می‌تواند به افزایش آن کمک نماید. در شکل ۱-۱، نمایی از کبد نشان داده شده است. در کبد سلول‌هایی به نام کاپفر^۲ وجود دارند که در مدت ۰/۱ ثانیه باکتری‌هایی که از کنار آنها می‌گذرند را به درون خود جذب می‌کنند و آنها را تجزیه می‌نمایند، بنابراین خونی که درون مویرگ‌های روده جریان دارد، بسیاری از باکتری‌های روده را جمع‌آوری می‌کند و به سمت کبد هدایت می‌نماید که با عبور از کبد فیلتر شده و خون تصفیه خواهد شد.

همچنین، کبد همانند یک راکتور بزرگ شیمیایی است که مواد فرعی و انرژی را از یک سیستم متابولیک به سیستم دیگر به اشتراک می‌گذارد و فعالیت‌های متابولیکی دیگری را هم انجام می‌دهد که با فعالیت

^۱ Liver

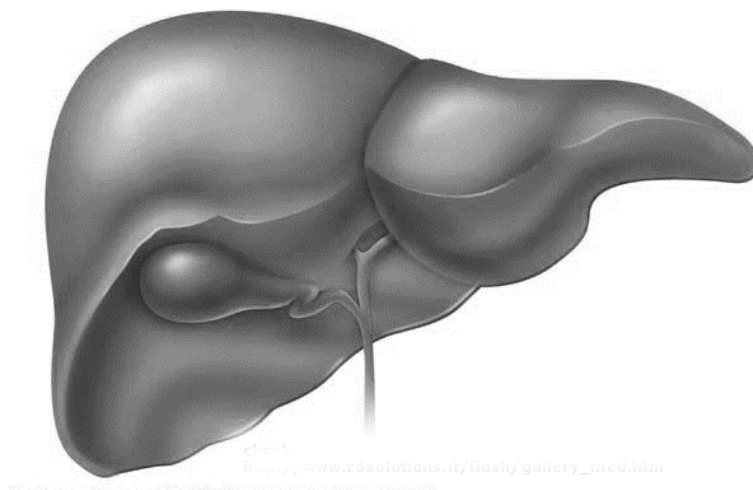
^۲ Kupffer

بیشتر دستگاه‌های متابولیک بدن مربوط است. به همین علت نظم فعالیت‌های بیوشیمیایی بدن تا حد

زیادی وابسته به کبد است. مهمترین این فعالیت‌ها عبارتند از؛

متابولیسم کربوهیدراتی: ذخیره سازی گلیکوژن^۱، تبدیل گالاکتوز^۲ و فراکتوز^۳ به گلوکوز^۴، و تشکیل

مواد مرکب شیمیایی.



شکل ۱-۱- کبد انسان [۳].

متابولیسم چربی: مانند اکسیداسیون اسیدهای چرب، تجزیه مقدار زیادی از کلسترول به نمک‌های

صفاوی و تبدیل مقدار زیادی از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها به چربی

متابولیسم پروتئین: آماده‌سازی اسیدهای آمینه قبل از فرآیند ایجاد انرژی و تبدیل به کربوهیدرات یا

چربی، تشکیل اوره برای حذف آمونیاک از مایعات بدن و ایجاد پروتئین پلاسما.

^۱ Glycogen

^۴ Glucose

^۲ Galactose

^۳ Fructose

سایر فعالیت‌های متابولیک کبد: شامل ذخیره‌سازی ویتامین‌های A، B، و D12 برای مصرف حدود

یکسال، تشکیل مواد لازم برای انعقاد خون و تولید نیمی از شیر غذایی بدن در حالت استراحت.

همچنین کبد می‌تواند بسیاری از داروها، مانند پنی‌سیلین^۱، آمپیسیلین^۲ و اریترومايسين^۳ را درصفا دفع نماید و یا هورمون‌های استروئید مانند استروژن و مشابه آن را به ماده دیگری تبدیل کند یا دفع نماید. بنابراین اگر آسیبی به کبد برسد، این هورمون‌ها در بدن افزایش یافته و فعالیت سیستم هورمونی بدن افزایش می‌یابد. همچنین یکی از مسیرهای جذب کلسیم اضافی و انتقال به صفا و سپس مدفوع، از طریق کبد است [۲].

با توجه به فعالیت‌های متعدد و مهم کبد در بدن، استفاده از سیستم‌هایی که می‌توانند در تشخیص بیماری‌ها، طراحی روش‌های درمانی و ارزیابی درمان کبد مؤثر باشند، بسیار اهمیت دارد.

۱-۴- آناتومی کبد

کبد بخشی از دستگاه گوارش بدن انسان است. سیستم گوارش از لب‌ها آغاز شده و تا مقعد ادامه می‌یابد. این مسیر شامل حفره دهان، حلق، مری، معده، روده کوچک و روده بزرگ است. طحال، لوزالمعده، کیسه صفا و کبد از اندام‌های وابسته به دستگاه گوارش می‌باشند. طحال در سمت چپ بدن، لوزالمعده در نزدیکی ستون فقرات و کیسه صفا در سمت راست بدن و نزدیک کبد قرار دارند [۴]. چهار ساختار آوندی که وظیفه ورود و خروج خون و صفا را به درون کبد انجام می‌دهند عبارتند از؛

^۱ Penicillin

^۲ Erythromycin

^۳ Ampicillin