بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده مهندسی - گروه کامپیوتر
آزمایشگاه بینایی ماشین

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

تقطیع عروق تصاویر کنژ چشم با استفاده از تبدیل رادون

نویسنده: سید محسن ذبیحی

استاد راهنما: دکتر حمیدرضا پوررضا

استاد مشاور: دکتر توکا بنایی

تیر ۹۱

تعهدنامه

اینجانب **سید محسن ذبیحی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده پایان‌نامه **تقطیع عروق تصاویر کنژ چشم با استفاده از تبدیل رادون** تحت راهنمایی دکتر حمیدرضا پوررضا متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود و یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه فردوسی مشهد" و یا "Ferdowsi University of Mashhad" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده مهندسی - گروه مهندسی کامپیوتر

صورتجلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش نرم‌افزار رشته کامپیوتر در حضور اساتید راهنمای پایان‌نامه، مشاور، مدعوین و نماینده تحصیلات تکمیلی گروه کامپیوتر برگزار شد.
خانم/آقای سیدمحسن ذبیحی پایان‌نامه خود تحت عنوان **تقطیع عروق کنژ چشم با استفاده از تبدیل رادون** را ارائه نمودند. ارزیابی اعضای هیات داوران از این پایان‌نامه ۱۹.۲۵ به حروف نوزده و بیست و پنج صدم

استاد راهنمای پایان‌نامه: دکتر پوررضا

استاد مشاور/مدعو: دکتر بنائی

استاد مدعو: دکتر سعادتمند

نماینده تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر هراتی

توضیحات:

چکیده

دیابت بیماری است که تعداد بسیاری از افراد را در سرتاسر دنیا تحت تاثیر قرار داده است. این بیماری منجر به تغییرات رگ‌های خونی در سرتاسر بدن می‌شود که تمرکز بیشتر بر روی عروق موجود در چشم است. وقتی عروق موجود در چشم تحت تاثیر بیماری دیابت قرار می‌گیرند، این شرایط به بیماری رتینوپاتی دیابتی اطلاق می‌گردد و این بیماری می‌تواند به کوری فرد بیمار نیز منجر شود. تشخیص زودهنگام این بیماری می‌تواند از عوارض بعدی و همچنین هزینه‌های درمان آن به طور قابل ملاحظه‌ای بکاهد. افراد دیابتی و همچنین افراد در معرض این بیماری نیاز دارند تا در یک زمانبندی منظم آزمایشات چشمی را انجام دهند. بنابراین نیاز به یک سیستم تشخیص خودکار بیماری دیابت می‌باشد. هدف ما تقطیع خودکار عروق موجود در تصاویر کنژ چشم است که پیش نیاز فرآیند تشخیص بیماری دیابت از روی ساختار عروق موجود در این قسمت از چشم می‌باشد. تصاویر کنژ چشم بر خلاف تصاویر شبکیه به آسانی و با دوربین‌های معمولی قابل اخذ هستند. با وجود اهمیت بالای تقطیع و پردازش عروق موجود در کنژ، روش‌های بسیار کمی در این حوزه ارائه شده است و معدود روش‌های موجود نیز دارای دقت قابل قبولی نبوده‌اند. بنابراین نیاز به سیستمی که بتواند عروق موجود در این قسمت از چشم را با دقت بالا استخراج نماید کاملا مشهود به نظر می‌رسد.

در این پایان نامه سیستمی خودکار برای تقطیع عروق کنژ چشم ارائه شده است. در این سیستم ابتدا در مرحله پیش پردازش کنتراست تصاویر اخذ شده بهبود می‌یابد و سپس با استفاده از ویژگی‌های بافت (الگوهای دودویی محلی)، عنبیه یا قسمت سیاهی چشم که در تصاویر کنژ وجود دارد را پیدا و حذف کرده تا از تقطیع عروق اشتباه در این قسمت جلوگیری کنیم. حال با استفاده از تبدیل رادون محلی، عروق موجود در تصاویر بهبود یافته را می‌یابیم. به دلیل اینکه عروق موجود در این قسمت از چشم دارای اشکال متفاوت و پیچش‌های زیاد می‌باشند، تبدیل رادون درجه دو یا منحنی وار را به کار گرفتیم تا تخمین دقیق‌تری را بتوانیم از شکل و محل رگ موجود در پنجره مورد پردازش بدست آوریم. بعد از تایید صحت رگ در هر پنجره که به صورت وفقی مشخص می‌شود، رگ تخمین زده شده را با استفاده از پارامترهای بدست آمده از

تبدیل رادون برای آن، بازسازی می‌کنیم.

برای ارزیابی سیستم پیشنهادی از بانک تصاویر کنژ تهیه شده توسط بیمارستان خاتم الانبیاء مشهد (MUMS) استفاده می‌کنیم. نتایج عروق استخراج شده با استفاده از این سیستم را با نتایج دستی عروق استخراج شده توسط چشم پزشک مقایسه می‌کنیم. همچنین سیستم فعلی را با معدود سیستم‌های موجود در این حوزه از لحاظ دقت و سرعت مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. در آزمایشی دیگر کارایی سیستم پیشنهادی در تقطیع عروق شبکیه چشم نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده، نشان دهنده کارایی و دقت بالای سیستم فوق در شناسایی عروق کنژ و همچنین شبکیه چشم می‌باشد.

کلمات کلیدی: کنژ چشم، تقطیع عروق، تبدیل رادون، الگوی دودویی محلی، الگوریتم ژنتیک

فهرست مطالب

چکیده I
فهرست مطالب III
فهرست شکل‌ها VI
فهرست جدول‌ها IX

۱-مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- ساختار چشم انسان (آناتومی چشم انسان) ۳
۱-۳- رتینوپاتی دیابتی ۶
۱-۳-۱- انواع رتینوپاتی ۶
۱-۳-۲- علائم رتینوپاتی ۷
۱-۳-۳- تشخیص رتینوپاتی ۸
۱-۴- تکنیک‌های تصویربرداری از سطح داخلی چشم ۸
۱-۵- مشکلات تصویربرداری سطح داخلی چشم ۱۱
۱-۶- تصاویر کنژ چشم ۱۱
۱-۷- اهداف انجام پایان‌نامه ۱۴
۱-۸- نوآوری‌های پایان‌نامه ۱۴
۱-۹- ساختار پایان‌نامه ۱۵

۲- مروری بر کارهای گذشته ۱۶

۲-۱- مقدمه ۱۷
۲-۲- انتخاب تصویر ورودی به الگوریتم ۱۸
۲-۳- پیش‌پردازش ۱۹
۲-۴- فرآیند تقطیع تصاویر ۲۱
۲-۵- دسته‌بندی روش‌های مختلف تقطیع و استخراج رگ‌ها ۲۳
۲-۶- روش‌های شناسایی الگو ۲۴
۲-۶-۱- روش های مبتنی بر اسکلت ۲۴
۲-۶-۲- روش های رشد دادن ناحیه ۲۶
۲-۶-۳- روش‌های مبتنی بر لبه ۲۷
۲-۶-۴- روش‌های فیلترهای تطبیق ۳۰

۲-۶-۵- مورفولوژی ریاضی ۳۲
۲-۷- روش‌های مبتنی بر مدل ۳۴
۲-۷-۱- کانتورهای فعال (Snakes) ۳۴
۲-۷-۲- روش‌های level set ۳۶
۲-۸- روش‌های مبتنی بر ردیابی ۳۶
۲-۹- روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ۳۸
۲-۱۰- روش‌های مبتنی بر تبدیل ۴۰
۲-۱۰-۱- تبدیل موجک ۴۰
۲-۱۰-۲- تبدیل رادون ۴۴
۲-۱۰-۳- تبدیل گابور ۴۸
۲-۱۰-۴- تبدیل کانتورلت ۴۹
۲-۱۱- فراوانی مقالات چاپ شده در حوزه تقطیع عروق خونی چشم ۵۰
۲-۱۲- جمع‌بندی ۵۱

۳- روش پیشنهادی ۵۳

۳-۱- مقدمه ۵۴
۳-۲- پیش‌زمینه ۵۷
۳-۲-۱- تبدیل رادون خطی (درجه یک) ۵۷
۳-۳- تبدیل رادون درجه دو ۶۰
۳-۴- مراحل تقطیع عروق کنژ چشم ۶۹
۳-۴-۱- انتخاب مولفه سبز تصویر ۶۹
۳-۴-۲- پیش پردازش ۶۹
۳-۴-۳- تقسیم‌بندی تصویر ۷۶
۳-۴-۴- حذف اثر پس‌زمینه ۷۷
۳-۴-۵- اعمال تبدیل رادون و یافتن رگ یا رگ‌های احتمالی در پنجره مورد پردازش ۸۱
۳-۴-۶- تایید اعتبار رگ تشخیص داده شده ۸۳
۳-۴-۷- بدست آوردن عرض رگ ۸۴
۳-۴-۸- پالایش رگ ۸۵
۳-۴-۹- ترکیب نتایج ۸۶
۳-۵- پارامترهای سیستم ۸۷

۴- آزمایش و ارزیابی الگوریتم پیشنهادی ۹۰

۴-۱- مقدمه ۹۱
۴-۲- بانک تصاویر کنژ MUMS ۹۱
۴-۳- پیاده‌سازی روش پیشنهادی ۹۵
۴-۴- ارزیابی الگوریتم شناسایی عنبیه ۹۵
۴-۵- معیارهای ارزیابی سیستم تقطیع عروق ۹۶

۴-۶- مقایسه نتایج سیستم پیشنهادی با روش‌های دیگر تقطیع عروق کنژ ۹۷
۴-۷- نتایج تحلیل عروق کنژ ۱۰۰
۴-۸- مقایسه زمان اجرای الگوریتم ۱۰۱
۴-۹- ارزیابی الگوریتم پیشنهادی روی تصاویر شبکیه چشم ۱۰۲
۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات ۱۰۶
مراجع ۱۱۰
پیوست ۱۱۶
۱- تبدیل رادون ۱۱۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: ساختار چشم انسان ۴
شکل ۱-۲: دوربین فوندوس ۹
شکل ۱-۳: تصویر شبکیه چشم با تصویربرداری red-free fundus ۱۰
شکل ۱-۴: آنژیوگرافی فلوئورسئین شبکیه چشم ۱۱
شکل ۱-۵: نمایش کنژ چشم [۴] ۱۲
شکل ۱-۶: نمایش کنژ چشم ۱۳
شکل ۱-۷: تصویری از عروق خونی موجود در کنژ چشم ۱۳
شکل ۲-۱: تصاویر دودویی a، b و c برای مولفه‌های R، G و B بعد از اعمال حد آستانه [۸] ۱۹
شکل ۲-۲: ترکیب تصاویر دودویی مربوط به سه مولفه رنگی نشان داده شده در شکل ۲-۱ [۸] ۱۹
شکل ۲-۳: تبدیلات پایه سطوح خاکستری ۲۰
شکل ۲-۴: رشد دادن موازی ناحیه. (الف) عمودی، (ب) افقی و (پ) نتیجه ترکیب. [۲۲] ۲۷
شکل ۲-۵: جهت‌های لبه و جهت‌های رشد. [۲۸] ۳۰
شکل ۲-۶: نمایش گام‌های آستانه‌یابی ۳۲
شکل ۲-۷: تبدیل Haar که به آرایه ها و بردار ها اعمال شده است. ۴۱
شکل ۲-۸: مثالی از کاربرد تبدیل Haar روی تصویر شبکیه چشم ۴۲
شکل ۲-۹: (الف) پارتیشن ۱۵×۱۵ و نتیجه تبدیل رادون، (ب) پارتیشن ۴۰×۴۰ و نتیجه تبدیل رادون، (پ) پارتیشن ۶۰×۶۰ و نتیجه تبدیل رادون و (ت) تصویر سطح خاکستری و نتیجه نهایی. [۴۹] ۴۷
شکل ۲-۱۰: بررسی فراوانی مقالات چاپ شده در دسته‌های مختلف روش‌های تقطیع عروق ۵۱
شکل ۳-۱: بلوک دیاگرام روش پیشنهادی ۵۶
شکل ۳-۲: نمایش دو پارامتر ρ و θ که مشخص کننده یک خط هستند. ۵۷
شکل ۳-۳: یک تصویر نویزی با چند خط ۵۹
شکل ۳-۴: نتیجه اعمال تبدیل رادون گسسته روی شکل ۳-۳ ..... ۵۹
شکل ۳-۵: نمایش یک منحنی درجه دو ۶۰
شکل ۳-۶: فضای حالت در نظر گرفته برای تبدیل رادون درجه دو، الف) راس سهمی روی ستون اول قرار می‌گیرد. ب) راس سهمی روی ستون آخر قرار دارد. پ) راس سهمی روی سطر اول قرار می‌گیرد. ت) راس سهمی روی سطر آخر قرار می‌گیرد ۶۳

شکل ۳-۷: نتایج تبدیل رادون مرتبه دو روی تصاویر ساختگی، ستون ۱: تصویر اصلی، ستون۲: منحنی تخمین زده شده ۶۴
شکل ۳-۸: نتایج تبدیل رادون مرتبه دو روی قطعه تصاویر کنژ، ستون ۱: تصویر اصلی، ستون۲: رگ تخمین زده شده ۶۵
شکل ۳-۹: الف) تصویری شامل یک منحنی، ب) نمایش خط تخمین زده شده با تبدیل رادون خطی (خط سیاه رنگ) و مشخص کردن فضای جستجوی تبدیل رادون درجه دو (ناحیه نقطه چین) ۶۶
شکل ۳-۱۰: الف) تصویر رنگی کنژ چشم، ب) مولفه سبز تصویر(الف)، پ) نتیجه حاصل از اعمال الگوریتم بهبود کنتراست روی تصویر (ب)، ت) اعمال فیلتر میانه روی تصویر (پ) ۷۲
شکل ۳-۱۱: عملکرد عملگر LBP با (P,R)=(8,1) [۶۱] ۷۴
شکل ۳-۱۲: حذف عنبیه از تصویر کنژ چشم، الف) تصویر کنژ، ب)ماسک تصویر(الف) که مشخص کننده عنبیه می‌باشد ۷۶
شکل ۳-۱۳: چگونگی همپوشانی پنجره‌های مجاور افقی (الف) و عمودی (ب) ۷۷
شکل ۳-۱۴: :اثر پس زمینه در نتیجه تبدیل رادون، الف) نمایش پنجره‌ای با پس زمینه صفر و شامل یک خط به همراه نتیجه تبدیل رادون خطی بر روی این پنجره در θ=0، ب) نمایش پنجره‌ای با پس‌زمینه غیر صفر و نتیجه تبدیل رادون آن، پ) نمایش پنجره مجموع دو پنجره (الف) و (ب) و نتیجه تبدیل رادون خطی بر روی آن. ۷۹
شکل ۳-۱۵: حذف اثر پس زمینه، الف) پنجره با سایز ۴۵×۴۵ که دارای یک قطعه رگ فرضی می‌باشد. ب) نتیجه تبدیل رادون خطی در θ=0. پ) هیستوگرام تصویر(الف). ت) نتیجه تبدیل رادون خطی در θ=0 بعد از حذف اثر پس زمینه. ۸۰
شکل ۳-۱۶: حذف اثر پس زمینه، الف) پنجره با سایز ۴۵× ۴۵ پیکسل که دارای یک قطعه رگ می‌باشد. ب) مولفه سبز تصویر الف. پ) نتیجه خروجی دستی استخراج رگ در تصویر (ب). ت) هیستوگرام تصویر. ث) تصویر (ب) بعد از حذف پس زمینه. ۸۱
شکل ۳-۱۷: فیلتر نمودن پنجره توسط ماسک، الف) پنجره ورودی ب) ماسک ج) پنجره فیلتر شده ۸۲
شکل ۳-۱۸: فرآیند بدست آوردن عرض رگ شناسایی و تایید شده ۸۵
شکل ۳-۱۹: پالایش رگ، الف) نمایش تقریبی رگ (خروجی مرحله قبل)، ب) تصویر باینری پنجره مورد پردازش، ۸۶
شکل ۳-۲۰: فرایند ترکیب نتایج، ستون ۱) پنجره یک، ستون ۲) پنجره دو، ستون ۳) ترکیب نتایج ۸۷
شکل ۴-۱: نمونه‌ای از تصاویر بانک کنژ MUMS ۹۲
شکل ۴-۲: نرم‌افزار طراحی شده برای استخراج دستی عروق ۹۳
شکل ۴-۳: نمایش بخش‌هایی از نرم‌افزار طراحی شده برای استخراج دستی عروق ۹۴
شکل ۴-۴: نتایج آشکارسازی عنبیه، ستون ۱: تصویر کنژ، ستون ۲: نتیجه دستی شناسایی عنبیه، ستون ۲: نتیجه الگوریتم ارائه شده برای شناسایی عنبیه ۹۶
شکل ۴-۵: نتایج تقطیع عروق کنژ، الف) تصویر اصلی، ب) نتیجه تقطیع دستی عروق توسط چشم پزشک، پ) نتیجه تقطیع عروق باروش ارائه شده در [۴۸]، ت) نتیجه تقطیع عروق با روش ارائه شده در [۵۴]، ث) نتیجه تقطیع عروق سیستم پیشنهادی. ۹۹
شکل ۴-۶: مقایسه روش‌های تقطیع عروق کنژ چشم بر اساس معیار Accuracy و انحراف معیار آن ۱۰۰

شکل ۴-۷: نمودار چگالی عروق با عرض‌های مختلف ۱۰۱
شکل ۴-۸: نتایج تقطیع عروق تصاویر شبکیه چشم، الف)تصویر اصلی، ب)خروجی دستی، پ) Chaudhuri [30]، ت)Jiang [64]، ث)Soares [46]، ج)سیستم پیشنهادی ۱۰۴

فهرست جدول‌ها

جدول ۴-۱: مقادیر پارامترهای بدست آمده برای تصاویر کنژ ۹۵
جدول ۴-۲: نتایج تقطیع عروق کنژ چشم ۱۰۰
جدول ۴-۳: مقایسه زمان اجرای الگوریتم‌های تقطیع عروق کنژ ۱۰۲
جدول ۴-۴: : مقادیر پارامترهای بدست آمده برای تصاویر شبکیه ۱۰۳
جدول ۴-۵: ارزیابی نتایج روش‌های مختلف تقطیع عروق روی تصاویر شبکیه بانک DRIVE ۱۰۵

۱- مقدمه

۱–۱– مقدمه

دیابت یا مرض قند یک اختلال سوخت و ساز در بدن است. بدین صورت که سرعت و توانایی بدن در استفاده و سوخت و ساز کامل قندها کاهش یافته، از این رو قند خون افزایش می‌یابد. در واقع دیابت یک بیماری است که در آن بدن دچار کمبود انسولین می‌شود یا انسولین تولیدی را به درستی مصرف نمی‌کند. انسولین یک هورمون است که برای تبدیل شکر و نشاسته و دیگر غذاها به انرژی مورد نیاز فعالیت‌های روزانه، در سلول‌های بدن ضروری و مورد نیاز است. عوامل به وجود آورنده دیابت هنوز هم به طور کامل شناخته نشده است. البته عوامل ژنتیکی و چاقی و تحرکات کم و ورزش نکردن نقش مهمی در ابتلای فرد به دیابت دارند.

امروزه بیش از ۲۳۰ میلیون نفر در دنیا مبتلا به دیابت هستند و اگر جلوی پیشرفت این بیماری همه‌گیر گرفته نشود این تعداد تا سال ۲۰۲۵ به ۳۸۰ میلیون نفر خواهد رسید. سن ابتلا به دیابت در ایران ۱۰ تا ۱۵ سال کمتر از متوسط جهانی است. تعداد مبتلایان به این بیماری در ایران ۸/۹٪ و در آمریکا ۷٪ جمعیت را تشکیل می دهد [۱].

بر طبق آمار منتشر شده در سال ۲۰۰۹ [۱]، ۲۳.۶ میلیون نفر در آمریکا مبتلا به بیماری دیابت هستند که از این میان تنها حدود ۱۷.۹ میلیون نفر دیابت آن‌ها توسط پزشکان تشخیص داده شده و حدود ۵.۷ میلیون نفر هنوز از بیماری خود اطلاعی ندارند. ۱۸۶۳۰۰ نفر یا ۰.۲ درصد از آن‌ها را افراد زیر بیست سال تشکیل می‌دهند. سالانه حدود ۱.۶ میلیون نفر در ایالت متحده آمریکا به دیابت مبتلا می‌شوند. تخمین زده می‌شود تا سال ۲۰۵۰ تعداد مبتلایان به بیماری دیابت نوع۲ در این کشور به ۴۸ میلیون نفر برسد. سالانه حدود ۱۷۴ میلیارد دلار هزینه صرف درمان این بیماری در آمریکا می‌شود.

۱۴ تا ۲۳٪ ایرانیان بالای ۳۰ سال به دیابت مبتلا هستند که تنها ۵۰ تا ۶۰٪ این افراد از بیماری خود مطلع هستند [۲]. بر اساس آخرین آمار وزارت بهداشت، در حال حاضر حدود ۲ میلیون و ۷۰۰ هزار نفر در ایران که در گروه سنی ۱۵ تا ۶۵ سال هستند به دیابت مبتلا بوده و شناسایی شده‌اند. همچنین ۳ میلیون نفر نیز به اختلال گلوکز مبتلا هستند. سالانه بیش از ۴۰ میلیارد ریال از بودجه مصوب وزارت بهداشت برای برنامه

کنترل دیابت هزینه می گردد. گفته می‌شود که هر سال۶۰ هزار نفر از بیماران مبتلا به دیابت به زخم پای دیابتی مبتلا می‌شوند که از این تعداد ۱۳ هزار مورد به قطع عضو منجر می‌گردد.

افزایش قند خون سبب ایجاد عوارض زودرس و دیررس دیابت در بدن می‌شود. اگر دیابت پیشگیری و درمان نشود، بسیاری از عوارض دیابت کشنده بوده و یا حداقل سبب کاهش کیفیت زندگی فرد مبتلا به دیابت و خانواده وی می‌شود. بسیاری از افرادی که مبتلا به دیابت می‌شوند یا در معرض خطر این بیماری هستند، از وضعیت خود اطلاعی ندارند و معمولاً به صورت اتفاقی یا هنگامی که عوارض آن مانند زخم پا، اختلال در بینایی، ناراحتی قلبی و عروقی یا کلیوی برای آن‌ها به وجود می‌آید، تحت درمان قرار می‌گیرند که ممکن است برای درمان و پیشگیری از عوارض بعدی ناشی از آن دیر باشد.

دیابت باعث افزایش قند خون، عطش بیش از حد ، تکرر ادرار و همچنین تغییراتی در رگ‌های خونی بدن (سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها) می‌شود. دیابت می‌تواند به دلایل مختلفی روی دید تاثیر بگذارد، از جمله ایجاد آب مروارید، آب سیاه و مهمتر از همه صدمه به رگ‌های خونی داخل چشم .

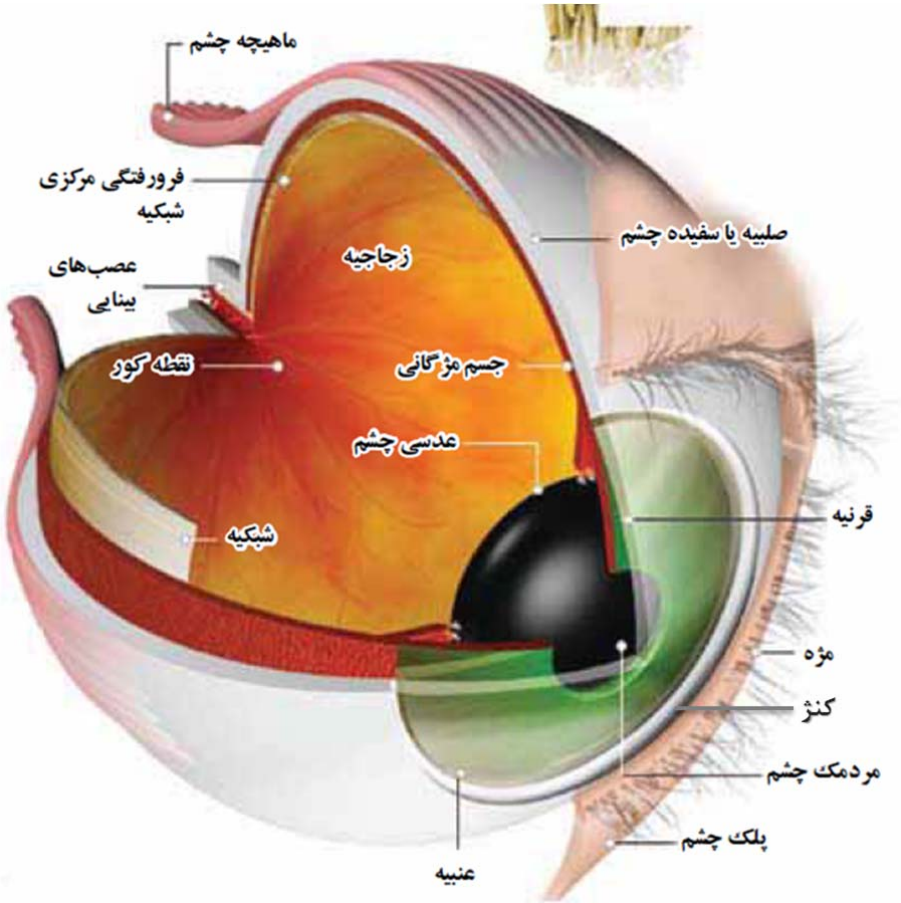
یکی از سریعترین راه‌های تشخیص بیماری دیابت تحلیل عروق موجود در سرتاسر بدن و مخصوصا عروق موجود در چشم می‌باشد که خیلی زود تحت تاثیر بیماری‌هایی مانند دیابت قرار می‌گیرند و از شکل طبیعی خود خارج می‌شوند. از این رو اخیرا برای تشخیص بیماری‌های زیادی به شناسایی و تحلیل عروق موجود در قسمت‌های مختلف بدن پرداخته می‌شود.

۱-۲- ساختار چشم انسان (آناتومی چشم انسان)

چشم‌ها از پیچیده‌ترین اعضای بدن ما انسان‌ها هستند و به ما کمک می‌کنند تا حتی پیش از این که جسمی را لمس کنیم یا تشخیص بدهیم که چقدر با ما فاصله دارد، بتوانیم درباره ابعاد یا ساختار آن پیشگویی‌هایی را انجام دهیم. وقتی چشم‌ها در معرض نور قرار می گیرند بیش از ۱۰۰ میلیون سلول به طور همزمان فعال می‌شود و تصویر مشاهده شده را به پیام‌های عصبی تبدیل خواهند کرد که به مغز منتقل می‌شود. به همین علت بیش از ۷۰ درصد از گیرنده‌های حسی بدن در چشم‌ها قرار گرفته‌اند. وجود گیرنده‌های حسی بیشمار در چشم‌ها به این معنی است که دریافت اطلاعات صحیح و بی عیب و نقص در چشم‌ها برای ما بسیار ضروری و حیاتی است، چرا که در غیر این صورت نمی‌توانیم شکل واقعی اجسام پیرامون خود را به درستی تشخیص دهیم.

ساختمان چشم شبیه یک کره است (شکل ۱-۱). در قسمت جلوی این کره یک پنجره شفاف به نام قرنیه[1] وجود دارد. نور از محیط خارج وارد قرنیه شده پس از عبور از مردمک[2] به عدسی[3] می‌رسد. عدسی چشم، نور را به صورت دقیق روی شبکیه[4] متمرکز می‌کند تا تصویر واضحی بر روی شبکیه ایجاد گردد.

کار اصلی چشم آن است که نورهایی را که از خارج دریافت می‌کند طوری روی پرده شبکیه متمرکز کند که تصویر دقیقی از شیء مورد نظر روی پرده شبکیه ایجاد شود. شبکیه این تصاویر را به صورت پیام‌های عصبی به مغز ارسال می‌کند و این پیام‌ها در مغز تفسیر می‌شوند. بنابراین برای واضح دیدن، قبل از هرچیز لازم است که نور به طور دقیق روی پرده شبکیه متمرکز شود.



شکل ۱-۱: ساختار چشم انسان

[1] Cornea
[2] Pupil
[3] Lens
[4] Retina

کنژ[1] چشم یک لایه شفاف محافظ است که سطح داخلی پلک‌ها و روی سفیدی کره چشم را می‌پوشاند.

عنبیه[2] بخش رنگی پشت قرنیه است که رنگ چشم افراد را تعیین می‌کند. رنگ این بخش در چشم افراد مختلف متفاوت است و از آبی و سبز تا عسلی و قهوه ای تغییر می‌کند. در وسط عنبیه سوراخی به نام مردمک وجود دارد که مقدار نور وارد شده به چشم را تنظیم می‌کند.

عدسی یک ساختمان شفاف در پشت عنبیه است که در متمرکز کردن دقیق پرتوهای نور بر روی شبکیه به قرنیه کمک می‌کند.

زجاجیه[3] مایع ژله مانند شفافی است که داخل کره چشم را پر می‌کند و به آن شکل می‌دهد.. زجاجیه از پشت عدسی تا روی پرده شبکیه وجود دارد.

شبکیه یک پرده نازک حساس به نور (شبیه فیلم عکاسی) است که در عقب کره چشم قرار دارد. پرتوهای نوری که به شبکیه برخورد می‌کنند به پیام‌های عصبی تبدیل می‌شوند که از طریق عصب بینایی به مغز منتقل می شوند و در مغز تفسیر می‌شوند.

در شبکیه انسان انواع مختلفی از سلول‌های گیرنده نوری وجود دارد که میزان حساسیت آن‌ها به نور متفاوت است. گیرنده‌های نوری استوانه‌ای بیشتر برای دید در محیط‌های تاریک به کار می‌روند. گیرنده‌های مخروطی برای تشخیص رنگ و جزئیات ظریف استفاده می‌شوند. ترتیب قرارگیری این سلول‌ها در شبکیه طوری است که در ناحیه مرکزی شبکیه (ماکولا) تعداد گیرنده‌های مخروطی بیشتر است. بنابراین وقتی فردی به صورت مستقیم به شیئی نگاه می‌کند تصویر آن شیء مستقیماً روی ماکولا در جایی می‌افتد که تعداد سلول‌های مخروطی بیشتر است و در نتیجه شیء با وضوح بیشتری مشاهده می‌شود.

مشیمیه[4] پرده نازک سیاه رنگی است که دور شبکیه را احاطه کرده است. این پرده تعداد زیادی رگ‌های خونی دارد که مواد غذایی را به بخش‌هایی از شبکیه می‌رساند. به علاوه سلول‌های این لایه حاوی تعداد زیادی رنگ دانه سیاه ملانین است که رنگ سیاهی به این بخش از چشم می‌دهد. وجود رنگ سیاه مانع از انعکاس نورهای اضافی در داخل کره چشم می‌شود و به تشکیل تصویر واضحتر کمک می‌کند.

صلبیه[5] بخش سفید رنگ نسبتاً محکمی است که دورتا دور کره چشم به جز قرنیه را می‌پوشاند و از

[1] Conjunctiva
[2] Iris
[3] Aqueous humor
[4] Choroid
[5] Sclera

ساختمان‌های داخل کره چشم محافظت می‌کند. این بخش از چشم اثر مستقیمی در فرآیند بینایی ندارد و در واقع مثل یک اسکلت خارجی از کره چشم محافظت می‌کند.

عصب بینایی که رابط کره چشم و مغز می‌باشد از عقب کره چشم خارج می‌شود و از طریق سوراخی در استخوان پروانه‌ای جمجمه به مغز می‌رسد. این عصب پیام‌های بینایی را به مغز ارسال می‌کند و این پیام‌ها در مغز تفسیر می‌شوند.

برای آنکه ما بتوانیم اشیاء را در جهات مختلف ببینیم لازم است بتوانیم چشم را در جهات مختلف بالا، پایین، چپ و راست بچرخانیم. حرکات کره چشم در هر چشم به وسیله شش عضله کوچک که به اطراف کره چشم می‌چسبد کنترل می‌شود.

۱-۳- رتینوپاتی دیابتی[1]

رتینوپاتی دیابتی عارضه‌ای ناشی از دیابت است که به دلیل تغییرات ایجاد شده در رگ‌های خونی رخ می‌دهد. وقتی عروق خونی در شبکیه آسیب می‌بینند ممکن است باعث نشت مایع یا خون، شده یا منجر به رشد شاخه‌های عروقی شکننده و کلافه مانند شده و باعث تخریب شبکیه شود در نتیجه تصویری که شبکیه به مغز می‌فرستد تار شده یا کج و معوج می‌شود. رتینوپاتی دیابتی یکی از علل اصلی کاهش دید است و کسانیکه دیابت درمان نشده دارند ۲۵ برابر شانس بیشتری برای کوری نسبت به افراد عادی دارند.

از آنجا که ۲۵ درصد موارد نابینایی مربوط به مبتلایان به دیابت است رتینوپاتی از درجه ی اهمیت بیشتری برخوردار است و بایستی مبتلایان بیش از گذشته به سلامت چشم خود رسیدگی کنند.

۱-۳-۱- انواع رتینوپاتی

۱-۳-۱-۱- رتینوپاتی زمینه‌ای[2]

رتینوپاتی زمینه‌ای مرحله اول رتینوپاتی دیابتی است. در این مرحله عروق کوچک در پرده شبکیه صدمه دیده و مایع یا خون از آن‌ها نشت می‌کند. مایع نشت کرده باعث تورم پرده شبکیه شده و یا رسوباتی به نام "اگزودا[3] "را ایجاد می‌نماید. با اینکه این مرحله معمولاً روی دید تاثیری نمی‌گذارد اما ممکن است بعداً به مراحل شدیدتری که منجر به کاهش دید می‌شود تبدیل شود. از این رو رتینوپاتی زمینه‌ای به عنوان یک

[1] Diabetic Retinopathy
[2] Background Retinopathy
[3] Exudate

علامت هشداردهنده محسوب می‌شود. گاهی مایعی که نشت کرده است در مرکز دید جمع می‌شود. مرکز دید مسئول دیدن جزئیات ریز اشیا می‌باشد (مثلاً حروف یا اعداد). این مسئله به نام تورم مرکز دید خوانده می‌شود و ممکن است سبب شود خواندن یا انجام کارهای نزدیک مشکل‌تر شود.

۱-۳-۱-۲- رتینوپاتی تکثیری[1]

رتینوپاتی تکثیری حالتی است که رگ‌های خونی جدید و غیرطبیعی برروی سطح شبکیه رشد می‌کنند. این پدیده "نئوواسکولاریزاسیون[2]" خوانده می‌شود. این عروق جدید دیواره ضعیف‌تری داشته و شکننده هستند و ممکن است منجر به خونریزی شوند. زجاجیه، ماده شفاف و ژله مانندی است که مرکز چشم را پر می‌کند. خون نشت کرده باعث کدر شدن زجاجیه شده و بصورت نسبی عبور نور از مردمک به پرده شبکیه را مانع می‌شود، در نتیجه تصویر تار و درهم می‌شود . این رگ‌های خونی غیرطبیعی ممکن است تبدیل به بافت سفتی شده که شبکیه را از پشت چشم جدا کنند و باعث جدا شدگی پرده شبکیه شوند که در صورت عدم درمان می‌تواند منجر به کاهش شدید دید و نابینایی شود.

رگ‌های خونی غیرطبیعی همچنین ممکن است اطراف مردمک، روی عنبیه (قسمت رنگی چشم) رشد کرده و با افزایش فشار داخل چشم باعث ایجاد آب سیاه شود. رتینوپاتی دیابتی تکثیری، شدیدترین نوع بیماری شبکیه ناشی از دیابت می‌باشد. حدود ۲۰درصد افراد دیابتی به آن مبتلا می‌شوند و می‌تواند باعث کاهش شدید دید و نابینایی شود.

۱-۳-۲- علائم رتینوپاتی

معمولاً در مرحله رتینوپاتی زمینه‌ای علامتی وجود ندارد. اگرچه ممکن است در صورت ایجاد تورم مرکز دید، تاری دید بصورت تدریجی ایجاد شود. معاینه چشم پزشکی تنها راهیست که به کمک آن می توان تغییرات داخل چشم را پیدا کرد.

وقتیکه خونریزی ایجاد می‌شود دید بیمار تار شده، لکه‌هایی در آن پیدا می‌شود و حتی ممکن است به کلی دید فرد از بین برود. رتینوپاتی دیابتی تکثیری اگرچه بدون درد است اما شکل شدیدی از بیماری است و نیازمند توجه پزشکی فوری است. حاملگی و افزایش فشار خون ممکن است رتینوپاتی دیابتی را تشدید کنند.

[1] Proliferative Retinopathy
[2] Neovascularization