

Comparison of Color Vision between Patients with Type II Diabetes Mellitus and Normal Subjects

Shojaee N, MSc; Jafarzadehpour E, PhD*; Mansouri MR, MD; Yaseri M, PhD; Nikoosokhan AK, MD

Iran University of Medical Science, Tehran, Iran

*Corresponding Author: jafarzadehpour.e@iums.ac.ir

Purpose: To evaluate color vision in patients with type II diabetes mellitus without diabetic retinopathy and compare the results with those of age- and sex- matched normal individuals.

Methods: This descriptive, comparative study was conducted on 100 diabetic patients without any sign of retinopathy and 100 age- and sex-matched normal subjects. Color vision was evaluated using Ishihara and Farnsworth D-15 color vision tests.

Results: Farnsworth D-15 color test showed that 26% of diabetic patients and 3% of normal subjects had color vision defect. Using Ishihara test, 3% of the subjects in each group had color vision defect.

Conclusion: D15 color test revealed a color vision defect in spite of the normal retinal appearance in diabetic patients. It means that functional changes may be detected with proper color vision test before any structural changes in retina. We recommend Farnsworth D-15 test for this purpose.

Keywords: Diabetes Type II, Color Vision Deficiency, Diabetic Retinopathy

• Bina J Ophthalmol 2014; 19 (4): 364-369.

Received: 28 December 2013

Accepted: 18 March 2014

مقایسه دید رنگ در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بدون رتینوپاتی دیابتی و افراد سالم

نادیا شجاعی^۱، دکتر ابراهیم جعفرزاده‌پور^۲، دکتر محمدرضا منصور^۳، دکتر مهدی یاسری^۴ و دکتر امیرکامران نیکوسخن^۵

هدف: مقایسه وضعیت دید رنگ در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بدون رتینوپاتی دیابتی و گروه شاهد هم‌سن و هم‌جنس. **روش پژوهش:** این مطالعه به روش توصیفی-مقایسه‌ای بر روی ۱۰۰ بیمار دیابتی (بدون رتینوپاتی دیابتی) و ۱۰۰ فرد سالم هم‌سن و هم‌جنس بیماران در سال ۱۳۹۲ در درمانگاه علی‌ابن‌ابیطالب (ع) تهران انجام شد. دید رنگ به وسیله دو روش Ishihara و Farnsworth D-15 تعیین شد.

یافته‌ها: شیوع اختلال دید رنگ بر مبنای آزمون Farnsworth D-15 در بیماران دیابتی ۲۶ درصد و در گروه شاهد ۳ درصد بود و با آزمون ایشی‌هارا (Ishihara) در هر دو گروه ۳ درصد بود.

نتیجه‌گیری: فراوانی اختلال دید رنگ بر پایه آزمون D-15 در بیماران دیابتی بدون رتینوپاتی، بسیار بیش‌تر از افراد سالم بود ولی آزمون ایشی‌هارا تفاوتی را در دو گروه نشان نداد. بنابراین به نظر می‌رسد که قبل از ایجاد تغییرات ساختاری در شبکیه، تغییرات عملکردی ناشی از دیابت ایجاد می‌شود. البته به نظر می‌رسد که آزمون دید رنگ ایشی‌هارا در بیماران دیابتی کاربرد چندانی نداشته باشد.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۳؛ دوره ۱۹، شماره ۴: ۳۶۴-۳۶۹.

• پاسخ‌گو: دکتر ابراهیم جعفرزاده‌پور (e-mail: jafarzadehpour.e@iums.ac.ir)

۱- کارشناس ارشد اپتومتری- شعبه بین‌الملل دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- دانشیار- دکترای اپتومتری- دانشگاه علوم پزشکی ایران

۳- استاد- چشم‌پزشک- دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- استادیار- دکترای آمار حیاتی- گروه اپیدمیولوژی و آمار- دانشگاه علوم پزشکی تهران

دریافت مقاله: ۷ دی ۱۳۹۲

تایید مقاله: ۲۷ اسفند ۱۳۹۲

مقدمه

اختلال دید رنگ، یک ناتوانی مهم به ویژه در برخی از مشاغل یا برای انجام برخی امور روزانه به حساب می‌آید. این اختلال می‌تواند به صورت مادرزادی و یا اکتسابی بروز کند. اختلال دید رنگ مادرزادی معمولاً به صورت اختلال قرمز- سبز و اختلال دید رنگ اکتسابی معمولاً به صورت اختلال زرد- آبی بروز می‌کند. در نوع اکتسابی اختلال دید رنگ، با پیش‌رفت بیماری ایجادکننده اختلال، نقص دید رنگ مشهودتر می‌شود در حالی که در نوع مادرزادی، نقص دید رنگ در تمام عمر بدون تغییر و ثابت باقی می‌ماند.^۱

اختلال دید رنگ زرد- آبی معمولاً به علت اختلال در سلول‌های شبکیه چشم بروز می‌کند. طبق نظر هاردی (Hardy) ممکن است علت ایجاد نقص دید رنگ حتی قبل از ایجاد رتینوپاتی دیابتی، تغییرات اسمزی ناشی از تغییرات قند خون و تغییرات در غشای گیرنده‌های نوری زرد- آبی باشد.^۲

اختلال دید رنگ زرد- آبی مادرزادی، بسیار ناشایع است و حدود ۰/۰۰۲ درصد از جمعیت نرمال را شامل می‌شود.^۳ در بیماران دیابتی که معمولاً باید مقدار قند خون را روزانه به وسیله یک نوار رنگی آزمون قند بررسی نمایند و یا افرادی که باید تعداد متعددی دارو به رنگ‌های مختلف مصرف نمایند؛ تمایز و تشخیص رنگ امر مهمی است.^۴

شیوع اختلال دید رنگ زرد- آبی در مطالعات قبلی در بیماران دیابتی بین ۵ تا ۵۰ درصد گزارش شده است.^{۵-۷} از طرفی به نظر می‌رسد که بین شیوع اختلال دید رنگ در بیماران دیابتی و شروع زود هنگام عوارض شبکیه‌ای بیماری، حتی پیش از بروز عوارض مشهود بالینی رتینوپاتی دیابتی، ارتباطی وجود داشته باشد.^{۸،۹} مطالعه حاضر با هدف مقایسه اختلال دید رنگ در مبتلایان به دیابت نوع II بدون رتینوپاتی دیابتی و افراد سالم انجام شده است.

روش پژوهش

در این مطالعه ۲۰۰ چشم از بیماران دیابتی بدون عوارض مشهود رتینوپاتی دیابتی و ۲۰۰ چشم از افراد سالم و طبیعی با تطبیق دهی از نظر سن و جنس با افراد دیابتی تحت بررسی قرار گرفتند. این مطالعه در گروه سنی ۴۰-۶۵ سال انجام شد.

تشخیص دیابت طبق معیار استاندارد تعیین شد.

سن، جنس، تاریخچه پزشکی افراد مبتلا به دیابت، مدت ابتلا به دیابت و روش کنترل قند خون ثبت گردید. اسفرف بین ± 4 و سیلندر بین ± 2 بود. دید افراد با بهترین تصحیح بایستی به حداقل $20/50$ می‌رسید.

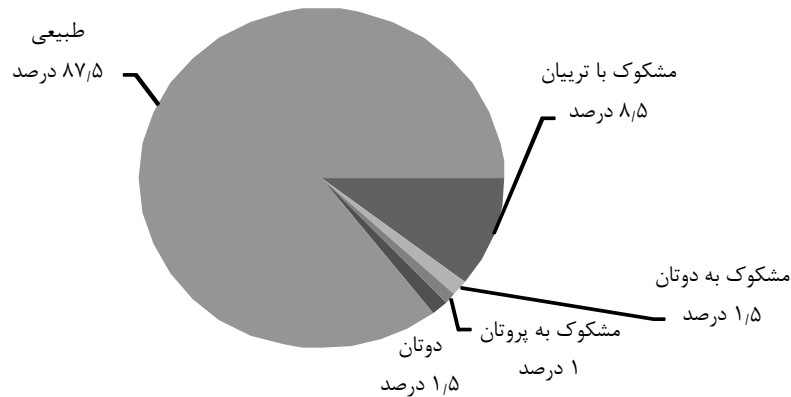
همه چشم‌ها برای رد کردن هر نوع کدورت مدیا و رتینوپاتی، با مردمک باز، به وسیله اسلیت‌لمپ با لنز ۹۰، توسط متخصص شبکیه معاینه شدند. در پایان ارزیابی دید رنگ به وسیله آزمون Farnsworth D-15 و ایشی‌هارا (Ishihara) به طور تک‌چشمی انجام شد.

یافته‌ها

افراد مورد مطالعه شامل ۸۶ زن (۴۳ درصد) و ۱۱۴ مرد (۵۷ درصد) مذکر بودند. میانگین سن افراد تحت بررسی 53.2 ± 6.2 سال با میانه 53.5 سال و دامنه ۴۰-۶۵ سال بود. میانگین طول مدت ابتلا به دیابت در افراد دیابتی، 8.9 ± 5.2 سال با میانه 8.5 سال و دامنه ۱-۲۴ سال بود.

آزمون ایشی‌هارا نشان داد که ۳۸۸ چشم (۹۷ درصد) نقص دید رنگی نداشتند و ۱۲ چشم (۳ درصد) دچار نقص دید رنگ بودند (فقط افراد مذکر) که ارتباط معنی‌داری بین نتایج آزمون دید رنگ ایشی‌هارا و جنسیت وجود داشت ($P=0.031$) اما ارتباط معنی‌داری بین نتایج این آزمون و گروه سنی افراد مورد مطالعه وجود نداشت ($P=0.752$). بیماران دیابتی، ۹۷ نفر معادل ۱۹۴ چشم (۹۷ درصد) طبیعی بودند، دو نفر معادل ۴ چشم (۲ درصد) مشکوک به Deutan و یک نفر معادل ۲ چشم (۱ درصد) مبتلا به Deutan بودند. در گروه شاهد ۹۷ نفر معادل ۱۹۴ چشم (۹۷ درصد) طبیعی بودند. دو نفر معادل ۴ چشم (۲ درصد) مشکوک به Deutan و یک نفر معادل ۲ چشم (۱ درصد) مبتلا به Deutan بودند. تفاوت معنی‌داری بین شیوع اختلال دید رنگ براساس آزمون ایشی‌هارا در دو گروه مورد مطالعه وجود نداشت ($P=1.0$).

براساس آزمون Farnsworth D-15، ۲۶ درصد افراد دیابتی و ۳ درصد افراد سالم اختلال دید رنگ داشتند ($P<0.001$). بیش‌ترین شیوع اختلال دید رنگ در گروه بیماران دیابتی بدون عوارض مشهود رتینوپاتی دیابتی، نقص دید رنگ تریتان بود (نمودار ۱).



نمودار ۱- توزیع درصد فراوانی اختلال دید رنگ در بیماران دیابتی بدون رتینوپاتی دیابتی بالینی براساس آزمون FW-D15

همراه بود.

نتایج حاصل از بررسی شیوع اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15 به تفکیک گروه‌ها و جنسیت افراد مورد مطالعه در جدول (۲) خلاصه شده است. ارتباط آماری معنی‌داری بین جنسیت افراد دیابتی و وجود اختلال دید رنگ براساس این آزمون مشاهده نشد. نتایج حاصل از بررسی شیوع اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15 به تفکیک گروه سنی در افراد دیابتی و گروه شاهد در جدول (۳) آمده است.

میانگین طول مدت ابتلا به دیابت در افراد بدون اختلال دید رنگ 7.19 ± 4.18 سال با میانگین ۷ سال و دامنه ۱-۱۹ سال و میانگین طول مدت ابتلا به دیابت در افراد با اختلال دید رنگ 11.7 ± 5.4 سال با میانگین ۱۱ سال و دامنه ۱-۲۴ سال بود ($P=0.001$). همچنین ارتباط مستقیم معنی‌داری از نظر آماری بین طول مدت ابتلا به دیابت و وجود اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15 مشاهده شد ($P=0.104$)؛ به طوری که افزایش مدت ابتلا به دیابت با احتمال افزایش خطر اختلال دید رنگ

جدول ۱- مقایسه توزیع مدت ابتلا به دیابت در افراد با یا بدون اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15

طول مدت ابتلا به دیابت	دیابتی با دید رنگ طبیعی	دیابتی با دید رنگ غیرطبیعی	مشکوک به تریان	مشکوک به دوتان	مشکوک به پروتان	مبتلا به دوتان	میزان P
کمتر از ۷ سال	۷۹ (%۹۴)	۵ (%۶)	۵ (%۶)	۰ (%۰)	۰ (%۰)	۰ (%۰)	<0.001
۷-۱۴ سال	۶۰ (%۶۹٫۸)	۲۶ (%۳۰٫۲)	۱۸ (%۲۰٫۹)	۶ (%۷)	۰ (%۰)	۲ (%۲٫۳)	0.149
بیش از ۱۴ سال	۱۷ (%۵۶٫۷)	۱۳ (%۴۳٫۳)	۱۱ (%۳۶٫۷)	۰ (%۰)	(%۶٫۷)	۰ (%۰)	<0.001

جدول ۲- مقایسه توزیع درصد فراوانی اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15

به تفکیک جنسیت در گروه بیماران دیابتی و گروه شاهد

دید رنگ	گروه شاهد		گروه دیابتی		میزان P
	زن	مرد	زن	مرد	
بدون اختلال	۸۶ (%۱۰۰)	۱۰۹ (%۹۵٫۶)	۶۹ (%۸۰٫۲)	۸۷ (%۷۶٫۳)	0.104
با اختلال	۰ (%۰)	۵ (%۴٫۴)	۱۷ (%۱۹٫۸)	۲۷ (%۲۳٫۷)	0.149
میزان P	0.104	0.104	0.006	0.006	

جدول ۳- مقایسه توزیع درصد فراوانی اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15

به تفکیک گروه سنی در بیماران دیابتی و گروه شاهد

میزان P	گروه دیابتی		گروه شاهد		دید رنگ گروه سنی (سال)
	با اختلال	بدون اختلال	با اختلال	بدون اختلال	
۰/۰۲۲	۶ (%۲۵)	۱۸ (%۷۵)	۰ (%۰)	۲۴ (%۱۰۰)	≤۴۵
۱/۰	۳ (%۷/۲)	۳۹ (%۹۲/۸)	۲ (%۴/۸)	۴۰ (%۹۵/۲)	۴۶-۵۰
<۰/۰۰۱	۱۶ (%۲۳/۵)	۵۲ (%۷۶/۵)	۰ (%۰)	۶۸ (%۱۰۰)	۵۱-۵۵
۰/۰۲۹	۱۳ (%۲۸/۳)	۳۳ (%۷۱/۷)	۴ (%۸/۷)	۴۲ (%۹۱/۳)	۵۶-۶۰
۰/۰۲۰	۶ (%۳۰)	۱۴ (%۷۰)	۰ (%۰)	۲۰ (%۱۰۰)	
	۰/۱۱۵۴		۰/۰۶۰۱		میزان P

قسمت بیوشیمیایی گیرنده‌های نوری باشد که باعث ایجاد تغییرات عملکردی بدون تغییرات ظاهری شبکیه می‌شود.^۲

طبق نظر Hardy^۲ ممکن است علت ایجاد نقص دید رنگ حتی پیش از ایجاد رتینوپاتی دیابتی، تغییرات اسمزی شبکیه باشد. او می‌گوید همان‌گونه که تغییرات اسمزی ناشی از تغییرات قند خون می‌توانند باعث ایجاد تغییراتی در نمره چشم بیمار به علت تغییرات اسمولاریته در عدسی چشم شوند، ممکن است همین تغییرات در غشای گیرنده‌های نوری در شبکیه باعث درجاتی از نقایص دید رنگ گردند. از طرفی، تغییرات قند خون ممکن است باعث یک نامنظمی اولیه در متابولیسم یاخته‌های عصبی هم‌چون گیرنده‌های نوری شبکیه و یا اتصالات نورونی آن‌ها گردد که در افتالموسکوپی دیده نمی‌شوند.^{۱۳}

در این پژوهش، بین نقص دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15 و ایشی‌هارا و میانگین سنی افراد ارتباط آماری معنی‌داری مشاهده نشد که از این جهت با مطالعه دکتر نیلی^{۱۱} اختلاف دارد. شاید علت این اختلاف در نوع نمونه‌های بررسی شده باشد. در این مطالعه فقط دیابتی‌های فاقد رتینوپاتی دیابتی مورد بررسی قرار گرفتند در حالی که در مطالعه دکتر نیلی تمام گروه‌های دیابتی وارد مطالعه شدند. شاید هم دلیل دیگر این اختلاف، نوع تقسیم‌بندی گروه‌های سنی مورد مطالعه باشد. در پژوهشی که توسط آقای دکتر هروی و همکاران^{۱۴} در سال ۱۳۸۸ در مشهد بر روی ۷۰ بیمار دیابتی شامل ۳۵ نفر بدون رتینوپاتی دیابتی و ۳۵ نفر با رتینوپاتی دیابتی انجام پذیرفت، دیده شد که بین نقایص دید رنگ افراد سالم و افراد بدون رتینوپاتی دیابتی تفاوتی وجود ندارد در حالی که در بیماران با رتینوپاتی دیابتی،

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که شیوع اختلال دید رنگ بر مبنای آزمون Farnsworth D-15 در بیماران مبتلا به دیابت، ۲۶ درصد و در گروه شاهد، ۳ درصد بود که اختلاف معنی‌داری داشت ولی با دید رنگ ایشی‌هارا، شیوع اختلال دید رنگ در هر دو گروه ۳ درصد بود. این یافته نشان می‌دهد که آزمون دید رنگ ایشی‌هارا برای نقایص دید رنگ اکتسابی که معمولاً زرد-آبی هستند، آزمون معتبری نیست.^{۱۰} در مطالعات قبلی، شیوع اختلال دید رنگ در بیماران دیابتی بر اساس آزمون‌های مختلف بین ۵-۵۰ درصد گزارش شده است.^{۵-۷}

در این پژوهش، شیوع اختلال دید رنگ بر مبنای آزمون Farnsworth D-15 در بیماران مبتلا به دیابت به تفکیک نوع اختلال، شامل ۲۱ درصد مشکوک به تریتان (نقص دید رنگ زرد-آبی)، ۳ درصد مشکوک به دوتان (نقص دید رنگ سبز)، ۱ درصد مشکوک به پروتان (نقص دید رنگ بیش‌تر در ناحیه قرمز) و ۱ درصد دوتان بودند. یعنی بیش‌ترین نقص دید رنگ بر مبنای این آزمون در افراد دیابتی، در ناحیه دید رنگ زرد-آبی وجود داشت (۲۱ درصد) که از این نظر با مطالعه دکتر نیلی و همکاران^{۱۱} در تهران (۲۴/۴ درصد) و مطالعه Feitosa و همکاران^{۱۲} مشابهت دارد. شاید علت اختلال بیش‌تر دید رنگ در ناحیه زرد-آبی در بیماران دیابتی به علت حساسیت بیش‌تر گیرنده‌های نوری حساس به رنگ زرد و آبی نسبت به تغییرات غلظت قند خون باشد. به نظر می‌رسد که بروز بیش‌تر اختلال دید رنگ اکتسابی زرد-آبی در بیماران دیابتی که هنوز دچار تغییرات ساختاری در شبکیه چشم نشده‌اند ناشی از تغییرات غلظت قند در جریان خون یا مایع میان بافتی در

نشان داده شد که تغییرات دید رنگ ارتباط مستقیمی با طول مدت ابتلا به دیابت ندارد و بیش‌تر با شدت رتینوپاتی دیابتی ارتباط دارد.

آزمون دید رنگ D-15 Farnsworth در واقع شکل خلاصه‌شده‌ای از آزمون FM-100 است. آزمون FM-100 از حساسیت بالاتری در تشخیص اختلالات دید رنگ اکتسابی برخوردار است ولی به دلیل پیچیدگی کار و وقت‌گیر بودن انجام آن، معمولاً از آزمون‌های ساده‌تری هم‌چون Farnsworth D-15 و Lanthony D-15 استفاده می‌شود.^۲

Ismail و همکاران^۸ و Feitosa و همکاران^۹ نیز نشان دادند که اختلال در دید رنگ می‌تواند قبل از بروز عوارض رتینوپاتی دیابتی (تغییرات عروقی شبکیه در دیابت) رخ دهد. البته در برخی مطالعات ارتباط معنی‌داری بین بروز اختلال دید رنگ و سن و جنس و طول مدت ابتلا به دیابت یافت نشد^۷. به نظر می‌رسد که علت تفاوت در نتایج، تفاوت در نمونه مورد مطالعه بیماران دیابتی نوع یک و نوع آزمون دید رنگ به کار رفته یعنی Lanthony D-15 و FM 100 باشد.

نتیجه‌گیری

از آن‌جا که موثرترین درمان برای رتینوپاتی دیابتی، پیش‌گیری از بروز آن است؛ کنترل شدید قند خون در بیماران دیابتی می‌تواند ایجاد رتینوپاتی را به تعویق بیندازد یا پیش‌رفت آن را کند کند. از طرفی، آزمون‌های سایکوفیزیک هم‌چون دید رنگ، ساده هستند و می‌توانند سریع انجام شوند. اگر انجام چنین آزمون‌هایی باعث شود به بیمار در مورد قریب‌الوقوع بودن رتینوپاتی هشدار دهد، می‌توان از بروز عواقب زودهنگام و خطیر بعدی تا حد زیادی جلوگیری به عمل آورد.

نقص دید رنگ براساس آزمون D-15 تفاوت قابل ملاحظه‌ای با افراد سالم داشت. شاید علت اختلاف نتایج این پژوهش با مطالعه ما در تعداد کم نمونه افراد بدون رتینوپاتی دیابتی (۳۵ نفر) باشد. در پژوهش ما، بین جنسیت افراد مبتلا به دیابت با نقص دید رنگ براساس آزمون Farnsworth-D15 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که از این نظر با مطالعه دکتر نیلی و مطالعه دکتر هرویانی سازگاری دارد.

هم‌چنین بین جنسیت افراد و نقص دید رنگ بر اساس آزمون ایشی‌هارا ارتباط معنی‌داری وجود داشت. این ارتباط در مطالعات دیگر نیز مطرح شده است^۱. به همین دلیل، اختلال دید رنگ اغلب یک اختلال وابسته به جنس قلمداد می‌گردد اما آزمون‌های مختلف ممکن است این رابطه را با تفاوت‌هایی نشان دهند. علت این اختلاف با آزمون دید رنگ Farnsworth D-15 در این است که با آزمون ایشی‌هارا فقط نقایص دید رنگ سبز- آبی قابل بررسی است که معمولاً مادرزادی و وابسته به جنس هستند (در مردان حدود ۸ درصد و در زنان حدود ۰/۴). درحالی‌که با آزمون Farnsworth D-15 نقایص دید رنگ اکتسابی که معمولاً از نوع زرد- آبی هستند و وابسته به جنس نمی‌باشند نیز علاوه بر نقص دید رنگ قرمز- سبز قابل تشخیص می‌باشند^{۱۵}.

از نظر طول مدت ابتلا به دیابت و اختلال دید رنگ براساس آزمون Farnsworth D-15، با افزایش شدت ابتلا، فراوانی اختلال دید رنگ به طور معنی‌داری افزایش می‌یافت. در مطالعه Bresnick و همکاران^۵ که در سال ۱۹۸۵ با آزمون FM-100 انجام گردید و مطالعه Feitosa و همکاران^{۱۲} که در سال ۲۰۱۰ با آزمون D-15d انجام شد نیز بین شدت رتینوپاتی و مدت ابتلا به دیابت و فراوانی بروز نقص دید رنگ زرد- آبی، ارتباط مستقیمی گزارش گردید. البته در مطالعه‌ای که توسط Galal^{۱۶} در سال ۲۰۱۳ انجام پذیرفت

منابع

- Jafarzadepur E, Hashemi H, Emamian MH, et al. Color vision deficiency in a middle-aged population: the Shahroud Eye Study. *Int Ophthalmol* 2014 Feb; 14.
- Hardy K, Lipton J, Scase M, et al. Detection of colour vision abnormalities in uncomplicated type 1 diabetic patients with angiographically normal retinas. *Br J Ophthalmol* 1992;76:461-464.
- Cole BL. Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice. *Clin Exp Optom* 2007;90:157-175.
- Lombrail P, Cathelineau G, Gervais P, et al. Abnormal color vision and reliable self-monitoring of blood glucose. *Diabetes Care* 1984;7:318-321.
- Bresnick GH, Condit RS, Pala M, et al. Association of hue discrimination loss and diabetic retinopathy. *Arch Ophthalmol* 1985;103:1317-1324.
- Fong D, Barton F, Bresnick G.. Impaired color vision associated with diabetic retinopathy: Early Treatment Diabetic Retinopathy. *Am J Ophthalmol* 1999;128:612-617.
- Roy MS, Gunkel R D, Podgor M J. Color vision defects in early diabetic retinopathy. *Arch Ophthalmol* 1986;104:225-228.
- Ismail GM, Whitaker D. Early detection of changes in visual function in diabetes mellitus. *Ophthalm Physiol Opt* 1998;18:3-12.
- Feitosa-Santana C, Oiwa N N, Paramei GV, et al. Color space distortions in patients with type 2 diabetes mellitus. *Visual Neuroscience* 2006;23:663.
- Mantjarvi M. Screening of colour vision defects in diabetic patients. *Acta Ophthalmologica* 1987;65:178-

- 184.
11. Nili-Ahmadabadi M, Karkhane R, Fard Saberi J, et al. Blue and yellow color vision impairment and related factors in diabetic patients. *Bina J Ophthalmol* 2003;8:247-252.
12. Feitosa-Santana C, Paramei G, Nishi M, et al. Ventura, D;2010. Color vision impairment in type 2 diabetes assessed by the D-15d test and the Cambridge Colour Test. *Ophthalm Physiol Opt* 2010;30:717-723.
13. Green FD, Ghafour IM, Allan D, et al. Colour vision of diabetics. *Br J Ophthalmol*. 1985;69:533-536.
14. Heravian H, Shoeibi N, Azimi A, et al. Assess the relationship between contrast sensitivity and color vision of unity of vision in patients with and without diabetic retinopathy. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 2010;53:177-184.
15. Neitz M, Neitz J. Molecular genetics of color vision and color vision defects. *Arch Ophthalmol* 2000;118:691.
16. Ismail GM. Color vision deficit in diabetes mellitus in presence of no or minimal diabetic retinopathy. ?? 2013;5:43-48.