

## *An Investigation of Aberration Components and their Associated Factors in Quintuple Normal Corneal Topographic Patterns in the Referrers of the Isfahan Persian Eye Clinic, 2014-2015, Iran*

Ali Mirzajani<sup>1</sup>, Sattar Aghataheri<sup>1\*</sup>, Seyed Mohammad Qoreishi<sup>2</sup>, Ibrahim Jafarzadehpour<sup>1</sup>,  
Mohadeseh Mohammadinia<sup>3</sup>, Masoud Safarzadeh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Optometry,  
Faculty of Rehabilitation  
Sciences, Iran University of  
Medical Sciences, Tehran,  
Iran.

<sup>2</sup>Department of  
Ophthalmology, Faculty of  
Medicine, Isfahan University  
of Medical Sciences, Isfahan,  
Iran.

<sup>3</sup>Persian Ophthalmology  
Clinic Research Center,  
Tehran, Iran.

\*Corresponding Author:  
**Sattar Aghataheri,**  
<sup>1</sup>Department of Optometry,  
Faculty of Rehabilitation  
Sciences, Iran University of  
Medical Sciences, Tehran,  
Iran.

Email:  
sattaraghataheri@gmail.com

Received: 22 Feb, 2016

Accepted: 24 Mar, 2016

### **Abstract**

**Background and Objectives:** Evaluation of anterior corneal surface aberrations according to normal corneal topography is important. In this study, aberrations of corneal anterior surface in eyes with normal topographic pattern, was comparatively investigated.

**Methods:** In this comparative study, 165 eyes of 97 patients (20-30 years old), which had normal corneal topographic pattern, were evaluated. Data collection tools were Pentacam topographer, Tomey topographer, standard Snellen visual acuity chart, and slit-lamp. Data were analyzed using Kolmogorov-Smirnov and Tukey post-hoc tests.

**Results:** Based on the results of the Kolmogorov-Smirnov, the distribution of all data was normal ( $0.058 < p < 1.000$ ). For symmetric bow-tie group, oval, round, and irregular groups the most level of aberration was related to RMS Total and for asymmetric bow-tie group was related to RMS Low order aberrations (LOAs). High order aberrations (HOAs) were higher in asymmetric bow-tie and irregular group compared to the other groups, and spherical aberration was significantly higher in the irregular pattern group compared to the other groups ( $p < 0.001$ ), except round pattern group ( $p = 0.089$ ).

**Conclusion:** The results of the present study showed that there is a significant relationship between corneal topographic patterns and corneal anterior surface aberrations, and according to the difference of some aberration components in subjects with normal topographic pattern, aberration analysis is essential to achieve higher visual quality after refractive surgery.

**Keywords:** Corneal wavefront aberrations; Topography, Medical; Refractive surgical procedures.

## بررسی مؤلفه‌های ابیراهی و عوامل همراه آن در الگوهای طبیعی پنجگانه توپوگرافی قرنیه در مراجعین به کلینیک چشم پزشکی پارسیان اصفهان، سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳

علی میرزاجانی<sup>۱</sup>، ستار آقاهاری<sup>۱\*</sup>، سیدمحمد قریشی<sup>۲</sup>، ابراهیم جعفرزاده پور<sup>۱</sup>، محدثه محمدی نیا<sup>۳</sup>، مسعود صفرزاده<sup>۱</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** بررسی ابیراهی‌های سطح قدامی قرنیه با توجه به الگوی نرمال توپوگرافی قرنیه در افراد کاندید جراحی‌های انکساری، حایز اهمیت است. در این مطالعه ابیراهی‌های سطح قدامی قرنیه در چشم‌های دارای الگوی نرمال توپوگرافی قرنیه به‌طور مقایسه‌ای بررسی گردید.

**روش بررسی:** در این مطالعه مقایسه‌ای، ۱۶۵ چشم از ۹۷ بیمار (۳۰-۲۰ ساله) که دارای الگوی نرمال توپوگرافی قرنیه بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای جمع‌آوری اطلاعات از ابزارهای توپوگرافر پنتاکم، توپوگرافر تامی، چارت استاندارد اسنلن و اسلیت لمپ استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و تست تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** براساس نتایج حاصل از تست کولموگروف-اسمیرنوف، توزیع تمامی داده‌ها نرمال بود ( $p < 0.001$ ). برای گروه Round، Oval، Symmetric Bow Tie و Irregular، بیشترین میزان ابیراهی مربوط به RMS Total و برای گروه Asymmetric Bow Tie به RMS (Low Order Aberrations) LOAs مربوط بود. میزان ابیراهی‌های مرتبه بالا (HOAs) در گروه Irregular و Asymmetric Bow Tie نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر گزارش شد ( $p < 0.001$ ). همچنین ابیراهی کوما در گروه Asymmetric Bow Tie نسبت به سایر گروه‌ها و ابیراهی اسفریکال در گروه Irregular نسبت به سایرین به غیر از گروه Round ( $p = 0.089$ )، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ( $p < 0.001$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد ارتباط معنی‌داری بین الگوهای نرمال توپوگرافی و ابیراهی‌های سطح قدامی قرنیه وجود دارد و با توجه به متفاوت بودن برخی از مؤلفه‌های ابیراهی در افراد با الگوی نرمال توپوگرافی، آنالیز ابیراهی‌ها جهت دست یافتن به کیفیت بینایی بیشتر با اعمال جراحی رفرکتیو شخصی‌سازی شده، امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

**کلید واژه‌ها:** ابیراهی‌های قرنیه؛ توپوگرافی پزشکی؛ روند جراحی رفرکتیو.

<sup>۱</sup>گروه آموزشی بینایی‌سنجی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

<sup>۲</sup>گروه آموزشی چشم‌پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، تهران، ایران.

<sup>۳</sup>مرکز تحقیقات کلینیک فوق تخصصی چشم‌پزشکی پارسیان، تهران، ایران.

\* نویسنده مسئول مکاتبات:

ستار آقاهاری، گروه آموزشی بینایی‌سنجی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:  
sattaraghataheri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۴

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۵

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Mirzajani A, Aghataheri S, Qoreishi SM, Jafarzadehpour I, Mohammadinia M, Safarzadeh M. An investigation of aberration components and their associated factors in quintuple normal corneal topographic patterns in the referrers of the Isfahan persian eye clinic, 2014-2015, Iran. Qom Univ Med Sci J 2017;10(12):8-16. [Full Text in Persian]

## مقدمه

در هر سیستم اپتیکی ممکن است اختلافاتی بین تصویر ایده‌آل و دریافتی از سیستم اپتیکی، وجود داشته باشد که از آن تحت‌عنوان ابیراهی‌ها یا معایب تصویر یاد می‌شود و می‌تواند کیفیت سیستم اپتیکی را کاهش دهد (۱). چشم انسان نیز به‌عنوان یک سیستم اپتیکی از این قضیه مبرا نیست. در دهه‌های اخیر، اصلاح عیوب انکساری توسط جراحی‌های رفرکتیو که عمدتاً بر ایجاد تغییر بر بافت قرنیه استوارند، توسعه یافته است. بنابراین، داشتن اطلاعات جامعی از بافت قرنیه، برای انجام چنین اعمال جراحی مهمی، طبیعی است. مطالعات گوناگونی، اهمیت بررسی ابیراهی‌های اپتیکی چشم و تلاش در جهت کاهش آن و در نتیجه رضایتمندی بیشتر بیماران پس از جراحی را تأیید کرده‌اند (۲،۳). همچنین در مطالعات بسیاری به بررسی ابیراهی‌های چشمی در بیماران مبتلا به کراتوکونوس و مقایسه این ابیراهی‌ها در این بیماران و افراد نرمال از نظر توپوگرافی (افرادی که الگوی توپوگرافی آنها نشان‌دهنده کراتوکونوس نمی‌باشد) پرداخته شده است (۴-۶). نتایج این گونه مطالعات عموماً نشان داده‌اند آنالیز ابیراهی‌ها در دو گروه کراتوکونوس و نرمال، به‌طور معنی‌داری متفاوت بوده و درجات این ابیراهی‌ها برای گروه کراتوکونوس بیشتر است (۷،۸). به‌نظر می‌رسد با توجه به اینکه اکثر تحقیقات مبین این موضوع هستند که ابیراهی‌های چشمی در افراد کراتوکونوس بیشتر است اهمیت بررسی ابیراهی‌ها در افراد نرمال از نظر توپوگرافی قرنیه کمی مورد غفلت قرار گرفته است. همچنین با توجه به اینکه افراد دارای الگوی نرمال توپوگرافی، کاندید جراحی‌های رفرکتیو هستند، لذا می‌توان با بررسی ابیراهی‌ها در این افراد، کمک شایانی به افزایش راندمان جراحی‌های رفرکتیو و در نتیجه بهبود کیفیت زندگی آنها کرد. این مطالعه با هدف تعیین مؤلفه‌های ابیراهی و عوامل همراه آن در الگوهای طبیعی پنجگانه توپوگرافی قرنیه در مراجعین به کلینیک چشم‌پزشکی پارسیان اصفهان در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ صورت گرفت.

## روش بررسی

این مطالعه در ۱۶۵ چشم از ۹۷ بیمار (۲۰-۳۰ ساله) دارای الگوی نرمال توپوگرافی مراجعه‌کننده به کلینیک چشم‌پزشکی پارسیان

اصفهان در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام شد. برای هر الگو، تعداد برابری نمونه (۳۳ چشم برای هر الگو) در نظر گرفته شد و قبل از انجام تست‌های گوناگون، بیماران در مورد آن توجیه شده و آزادی عمل افراد جهت شرکت در مطالعه رعایت گردید. الگوی توپوگرافی براساس نوع الگویی که در نقشه Sagittal Curvature در داده Four Map Selectable دستگاه پنتاکم مشخص بود، تعیین گردید. نوع ابیراهی به انواع نزدیک‌بینی، دوربینی، آستیگماتیسم، اسفیریکال، کوما، تریفویل، تترافویل، پنتافویل، هگزافویل و RMS (Root Mean Square)، تقسیم و میزان ابیراهی با واحد میکرومتر سنجیده شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل: داشتن الگوی نرمال توپوگرافی قرنیه، شرایط سنی بین ۲۰-۳۰ سال، سائز مردمکی بین ۶-۲ میلی‌متر که در داده‌های دستگاه پنتاکم مشخص است، طبیعی بودن وضعیت اشک بیمار (بیمارانی دارای وضعیت نرمال اشک در نظر گرفته می‌شوند که دارای زمان بریک آپ بیش از ۱۰ ثانیه در تست بررسی کیفیت اشک Tear Break Up Time باشند) و نداشتن سابقه بیماری‌های قرنیه‌ای و جراحی قرنیه مؤثر بر توپوگرافی قرنیه بود.

معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: انصراف بیمار از ادامه همکاری، افراد دارای الگوی توپوگرافی Irregular و Asymmetric Bow Tie که به‌وسیله سایر دستگاه‌های توپوگرافیک از جمله توپوگرافی تامی قوز قرنیه‌ها مسجل گردد و یا دارای BCDVA=10/10 نباشند.

با توجه به انحراف معیار و حدود اطمینان  $1/96 \pm 0/58$  براساس مطالعه McCormick GJ و همکاران (۹) و خطای اندازه‌گیری  $0/2$ ، تعداد ۳۳ نفر برای هر الگو طبق فرمول زیر تعیین گردید.

$$n = \frac{z^2 \cdot sd^2}{d^2} = \frac{1.96^2 \cdot 0.058^2}{0.02^2} = 33.3$$

بیماران پیش از مواجهه با تست‌های گوناگون در مورد اجرای طرح و هدف از انجام آن توجیه شده و در مورد سابقه انجام جراحی بر روی قرنیه و سابقه بیماری‌های قرنیه مورد پرسش قرار گرفتند. در ادامه، به‌وسیله دستگاه پنتاکم (دارای نرم‌افزار 6.02r نسخه ۱۰) توپوگرافی قرنیه صورت گرفت، سپس در پنج گروه برطبق تقسیم‌بندی Bogan دسته‌بندی شدند (۱۰).

همچنین با کمک تست تعقیبی توکی داده‌های مربوط به آن دسته از متغیرهایی که با آزمون مقایسه واریانس اختلاف معنی‌دار نشان دادند، ارزیابی گردید تا مشخص شود واریانس‌ها بین کدام گروه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داده و بین کدام گروه‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداده است.

### یافته‌ها

در این مطالعه، ۱۶۵ چشم از ۹۷ بیمار بررسی گردید. اطلاعات دموگرافیک مربوط به بیماران در جدول شماره ۱ آورده شده است.

برای بیمارانی که دارای الگوی Irregular و Asymmetric Bow Tie بودند توپوگرافی قرنیه به وسیله دستگاه تامی و بهترین دید دور اصلاح شده ثبت گردید. همچنین بیماران از نظر وضعیت اشک مورد بررسی قرار گرفتند. با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج اطلاعات، ابرومتربیک هر چشم برای بررسی در پرونده ثبت شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷، آزمون کولموگروف-اسمیرونوف (برای توزیع نرمال داده‌ها) و آزمون واریانس یک‌طرفه (برای مقایسه واریانس‌ها) تجزیه و تحلیل شدند.

جدول شماره ۱: اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه

الگوی توپوگرافی	جنس		سن	کراتومتري	آستيگماتيسم قرنیه
	مرد	زن			
Round	۷	۱۱	۲۸/۸±۳/۳	۴۴/۳±۱/۶	۰/۶±۰/۳
Oval	۹	۱۲	۲۶/۴±۱/۵	۴۳/۹±۰/۹	۱/۰±۰/۴
Symmetric Bow Tie	۹	۱۲	۲۶/۹±۱/۹	۴۳/۳±۱/۲	۲/۶±۰/۸
Asymmetric Bow Tie	۴	۱۴	۲۷/۹±۲/۳	۴۳/۹±۱/۳	۱/۷±۰/۷
Irregular	۹	۱۰	۲۷/۷±۲/۸	۴۳/۸±۰/۹	۰/۶±۰/۵
همه بیماران	۳۸	۵۹	۲۷/۱±۲/۵	۴۳/۸±۱/۳	۱/۳±۱/۰

براساس نتایج تست کولموگروف-اسمیرونوف، در جدول توزیع تمامی داده‌ها نرمال بوده است ( $p < 0.05$ ).

گروه Asymmetric Bow Tie به RMS LOA مربوط بود (جدول شماره ۲).

پس از دسته‌بندی الگوها، ابیراهی‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. برای گروه Round، Oval، Symmetric Bow Tie و Irregular، بیشترین میزان ابیراهی مربوط به RMS Total و برای

جدول شماره ۲: انواع ابیراهی‌ها و مقادیر p مربوط به تست واریانس

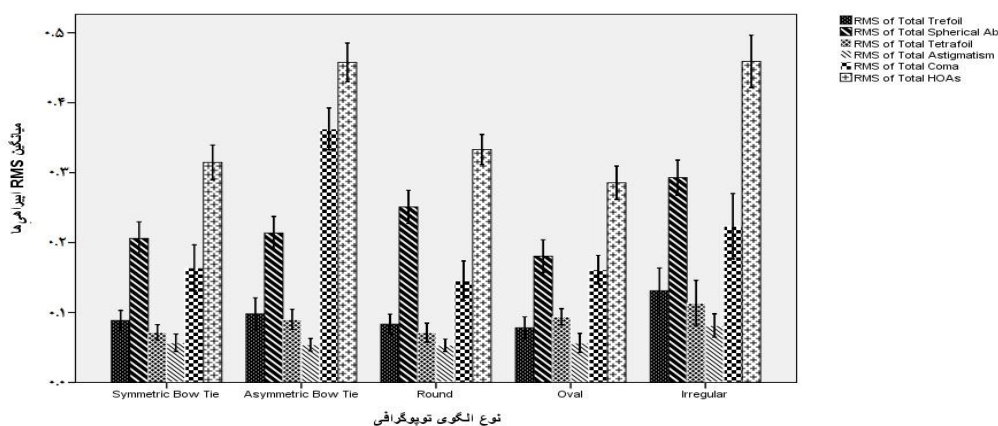
مقادیر p	گروه irregular	گروه Asymmetric Bow Tie(μm)	گروه Symmetric Bow Tie(μm)	گروه Oval(μm)	گروه Round(μm)	ضریب زرنیکه	متغیر
۰/۲۸۲	-۰/۰۱۸±۰/۱۲۵	-۰/۰۰۸±۰/۰۷۶	-۰/۰۱۱±۰/۰۴۹	۰/۰۱۳±۰/۰۶۴	۰/۰۱۷±۰/۰۵۳	Z <sub>3</sub> <sup>-3</sup>	Vertical Trefoil
<۰/۰۰۱	۰/۰۴۲±۰/۱۹۶	-۰/۰۱۷±۰/۰۳۰۶	-۰/۰۳۳±۰/۱۴۹	-۰/۰۷۹±۰/۰۹۷	-۰/۰۱۷±۰/۰۸۳	Z <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	Vertical Coma
۰/۹۴۶	۰/۰۰۰±۰/۱۵۹	-۰/۰۰۹±۰/۱۳۵	-۰/۰۲۰±۰/۱۰۸	-۰/۰۰۶±۰/۰۷۷	-۰/۰۱۸±۰/۱۴۱	Z <sub>3</sub> <sup>+1</sup>	Horizontal Coma
۰/۲۷۱	۰/۰۰۲±۰/۰۶۱	-۰/۰۲۱±۰/۰۷۹	-۰/۰۰۴±۰/۰۶۸	۰/۰۰۹±۰/۰۴۲	۰/۰۰۶±۰/۰۴۶	Z <sub>3</sub> <sup>3</sup>	Horizontal Trefoil
۰/۵۹۱	۰/۰۰۵±۰/۰۹۵	۰/۰۱۹±۰/۰۵۷	۰/۰۱۱±۰/۰۵۲	-۰/۰۰۲±۰/۰۵۳	-۰/۰۰۳±۰/۰۵۳	Z <sub>4</sub> <sup>-4</sup>	Vertical Tetrafoil
۰/۶۲۷	۰/۰۰۳±۰/۰۶۰	-۰/۰۰۸±۰/۰۳۷	۰/۰۰۱±۰/۰۴۵	۰/۰۰۷±۰/۰۴۵	۰/۰۰۸±۰/۰۳۹	Z <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	vertical Secondary Ast
<۰/۰۰۱	۰/۰۲۹±۰/۰۷۱	۰/۰۲۱±۰/۰۶۷	۰/۰۲۰±۰/۰۶۷	۰/۰۱۷±۰/۰۶۶	۰/۰۲۵±۰/۰۶۷	Z <sub>4</sub> <sup>0</sup>	Spherical
<۰/۰۰۱	-۰/۰۳۹±۰/۰۵۱	۰/۰۰۷±۰/۰۴۴	-۰/۰۱۶±۰/۰۴۵	۰/۰۰۲±۰/۰۴۶	۰/۰۰۷±۰/۰۴۱	Z <sub>4</sub> <sup>2</sup>	Horizontal Secondary Ast
۰/۰۵۰	-۰/۰۴۲±۰/۰۹۳	-۰/۰۳۱±۰/۰۶۹	-۰/۰۱۶±۰/۰۵۳	-۰/۰۶۴±۰/۰۵۱	-۰/۰۳۳±۰/۰۴۹	Z <sub>4</sub> <sup>4</sup>	Horizontal Tetrafoil
۰/۱۳۶	۰/۰۲۴±۰/۰۷۹	۰/۰۰۲±۰/۰۲۵	۰/۰۰۵±۰/۰۲۸	۰/۰۰۰±۰/۰۲۲	۰/۰۱۲±۰/۰۱۸	Z <sub>5</sub> <sup>-5</sup>	Pentafoil
۰/۰۷۵	-۰/۰۲۶±۰/۰۶۳	-۰/۰۰۳±۰/۰۴۱	-۰/۰۱۵±۰/۰۳۷	-۰/۰۲۸±۰/۰۲۸	-۰/۰۲۷±۰/۰۳۸	Z <sub>5</sub> <sup>-3</sup>	Secondary Trefoil
۰/۴۵۲	۰/۰۰۰±۰/۰۴۷	۰/۰۰۰±۰/۰۲۳	۰/۰۰۱±۰/۰۲۱	۰/۰۱۲±۰/۰۳۱	۰/۰۰۳±۰/۰۲۳	Z <sub>5</sub> <sup>-1</sup>	Secondary Coma
۰/۰۷۴	۰/۰۰۷±۰/۰۳۱	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۱	-۰/۰۰۴±۰/۰۱۵	-۰/۰۰۶±۰/۰۱۴	-۰/۰۰۱±۰/۰۱۴	Z <sub>5</sub> <sup>1</sup>	Secondary Coma
۰/۶۱۹	-۰/۰۰۷±۰/۰۴۰	۰/۰۰۳±۰/۰۳۱	-۰/۰۰۳±۰/۰۳۱	-۰/۰۰۶±۰/۰۲۳	-۰/۰۰۸±۰/۰۳۵	Z <sub>5</sub> <sup>3</sup>	Secondary Trefoil
۰/۴۱۶	-۰/۰۱۱±۰/۰۳۷	۰/۰۰۰±۰/۰۲۱	-۰/۰۰۳±۰/۰۲۷	-۰/۰۰۶±۰/۰۱۶	۰/۰۰۰±۰/۰۲۵	Z <sub>5</sub> <sup>5</sup>	Pentafoil
۰/۴۴۶	-۰/۰۰۱±۰/۰۳۰	۰/۰۰۷±۰/۰۲۰	۰/۰۰۱±۰/۰۱۶	-۰/۰۰۳±۰/۰۲۲	۰/۰۰۲±۰/۰۱۷	Z <sub>6</sub> <sup>-3</sup>	Hexafoil
۰/۶۴۸	۰/۰۰۰±۰/۰۳۰	-۰/۰۰۴±۰/۰۱۶	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۵	۰/۰۰۱±۰/۰۱۴	۰/۰۰۲±۰/۰۱۵	Z <sub>6</sub> <sup>-2</sup>	Tetrafoil
۰/۲۵۸	۰/۰۰۴±۰/۰۲۰	۰/۰۰۴±۰/۰۰۹	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۱	۰/۰۰۱±۰/۰۱۰	-۰/۰۰۱±۰/۰۹۶	Z <sub>6</sub> <sup>-1</sup>	Ast 6 th
<۰/۰۰۱	۰/۰۰۷±۰/۰۱۷	۰/۰۰۵±۰/۰۱۳	۰/۰۰۵±۰/۰۱۲	۰/۰۱۹±۰/۰۱۱	۰/۰۰۶±۰/۰۰۸	Z <sub>6</sub> <sup>0</sup>	Spherical Ab6 <sup>th</sup> Order
۰/۶۸۷	-۰/۰۰۴±۰/۰۲۴	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۱	-۰/۰۰۵±۰/۰۱۰	-۰/۰۰۷±۰/۰۱۹	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۰	Z <sub>6</sub> <sup>1</sup>	Ast 6th
۰/۰۱۶	۰/۰۱۲±۰/۰۳۳	۰/۰۰۰±۰/۰۱۵	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۴	۰/۰۰۹±۰/۰۱۳	۰/۰۰۴±۰/۰۱۲	Z <sub>6</sub> <sup>2</sup>	Tetrafoil
۰/۸۸۲	-۰/۰۰۵±۰/۰۲۲	-۰/۰۰۲±۰/۰۱۹	-۰/۰۰۶±۰/۰۲۱	-۰/۰۰۷±۰/۰۱۶	-۰/۰۰۵±۰/۰۱۳	Z <sub>6</sub> <sup>3</sup>	Hexafoil

RMS HOA در دو گروه (p=۰/۱۰۰) Oval و Round و دو گروه (p=۱/۰۰۰) Asymmetric Bow Tie و Irregular از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد و در گروه Symmetric Bow Tie با گروه Asymmetric Bow Tie Irregular اختلاف معنی‌دار بود (p<۰/۰۰۱).

پس از انجام تست تعقیبی توکی برای مؤلفه‌های ابیراهی که بین گروه‌ها با تست واریانس، اختلاف معنی‌دار نشان دادند، مشخص گردید ابیراهی RMS Total و RMS LOA در سه گروه Oval، Round و Irregular از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارد و در گروه Symmetric Bow Tie، به‌طور معنی‌داری بیشتر از Asymmetric Bow Tie (p=۰/۰۴) و سه گروه دیگر است (p<۰/۰۰۱).

در این مطالعه در مورد سایر ابیراهی‌ها، تیلت در راستای افقی، آستیگماتیسم مایل، تریفویل افقی و مایل، تترافویل افقی و مایل، هگزافویل افقی و مایل، کوماای عمودی در مرتبه پنجم و کوماای افقی، بین پنج گروه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $0.000 < p < 0.000$ ). همچنین RMS مواردی چون Total Higher Order Aberrations (شامل ردیف‌های ۳، ۴، ۵ و ۶)، Total Trefoil ( $Z_3^{-3}, Z_5^{-3}, Z_3^{-3}$ )، coma ( $Z_3^{-1}, Z_5^{-1}, Z_3^{-1}$ )، Total Spherical Aberration ( $Z_6^0, Z_4^0$ )، Total Tetrafoil ( $Z_4^{-2}, Z_6^{-2}, Z_4^{-2}, Z_6^{-2}$ ) و Higher Order Astigmatism ( $Z_4^{-2}, Z_6^{-2}, Z_4^{-1}, Z_6^{-1}$ ) نیز ارزیابی شد که داده‌های به‌دست آمده در نمودار مشخص شده است.

در مورد ابیراهی‌های مرتبه بالا، کوماای عمودی در گروه Oval و Asymmetric Bow Tie نسبت به Symmetric bow Tie، Irregular و Round، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، ولی بین این دو گروه تفاوت معنی‌داری دیده نشد ( $p=0.026$ ). همچنین ابیراهی اسفریکال در گروه Irregular نسبت به Symmetric Bow Tie، Asymmetric Bow Tie و Oval بیشتر بود، ولی با گروه Round، اختلاف معنی‌داری نداشت ( $p=0.009$ ). آستیگماتیسم افقی مرتبه چهارم به‌طور معنی‌داری در گروه Irregular نسبت به سایر گروه‌ها بجز Symmetric Bow Tie، کمتر و ابیراهی اسفریکال مرتبه ششم نیز در گروه Oval نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بود ( $p \leq 0.001$ ). تترافویل افقی مرتبه ششم نیز تنها بین گروه Symmetric Bow Tie و Irregular متفاوت بود ( $p=0.003$ ).



نمودار: مقایسه میانگین RMS میزان کلی ابیراهی‌ها در گروه‌های مختلف

## بحث

البته در مطالعه حاضر با توجه به اینکه ابیراهی کل چشم از ابیراهی‌های سطح قدامی، خلفی قرنیه و کریستالین لنز ناشی می‌شود، همچنین به دلیل تقسیم‌بندی و تفکیک بیماران با در نظر گرفتن الگوی توپوگرافی که با توجه به خصوصیات سطحی قرنیه شکل می‌گیرد، تنها به بررسی ابیراهی‌های سطح قدامی قرنیه پرداخته شد تا بتوان به‌طور واقعی‌تری به مقایسه مؤلفه‌های بین آنها پرداخت. مطالعات انجام‌شده در زمینه بررسی ابیراهی‌ها به تفکیک محل نیز نشان داده‌اند مقادیر ابیراهی‌های مرتبه بالا در سطح قدامی قرنیه نسبت به میزان چشمی آن، بیشتر است (۱۴).

بنابر اهمیت بررسی ابیراهی‌ها در جراحی‌های انکساری که در مطالعات متعددی مورد تأکید قرار گرفته، و با توجه به اینکه افراد کاندیدای جراحی‌های عیوب انکساری دارای الگوی نرمال توپوگرافی قرنیه می‌باشند (۱۱، ۱۲)، در این تحقیق سعی گردید تا با بررسی ابیراهی‌های چشمی در آنها و پی بردن به اهمیت در نظر گرفتن ابیراهی‌ها در جراحی‌های شخصی‌سازی‌شده، بتوان به بازدهی بیشتر و کیفیت بالاتر پس از جراحی دست یافت؛ چراکه در مطالعات متعدد تأثیر جراحی‌های عیوب انکساری بر ابیراهی‌ها و تأثیر بررسی ابیراهی‌ها در جهت کاهش ارتقای آنها با اعمال جراحی نشان داده شده است (۱۳).

نسبت به سایر گروه‌ها بود.

مطالعه فیضی و همکاران (سال ۲۰۱۳) نشان داد از نظر ابیراهی تریفویل و تترافویل، تفاوت معنی‌داری بین گروه کراتوکونوس و نرمال وجود ندارد و در واقع براساس این مطالعه، ارتباط معنی‌داری بین تترافویل (عمودی و افقی) و پارامترهای توپوگرافیک دیده نشد (۲۹) ولی در مطالعه حاضر، میزان بالاتری از  $Total\ Tetrafoil\ RMS\ (Z_3^{-3}, Z_3^3, Z_5^{-3}, Z_5^3)$  و  $Total\ Trefoil\ RMS\ (Z_4^{-4}, Z_4^4, Z_6^{-4}, Z_6^4)$  در گروه Irregular نسبت به سایرین مشاهده گردید. مطالعات پیشین نشان داده‌اند جراحی‌های رفرکتیو می‌تواند منجر به تغییرات اپتیکی در ابیراهی‌های مرتبه بالا، به‌ویژه کوما و اسفربیکال گردد. همچنین ارتباط قوی بین شکایات بینایی و ابیراهی‌های چشمی مانند دوبینی تک‌چشمی با کوما و خیرگی با ابیراهی اسفربیکال در مطالعات گذشته نیز نشان داده شده است (۳۰). در نتیجه با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان پیش‌بینی کرد با جراحی رفرکتیو؛ افرادی که دارای الگوی Asymmetric Bow Tie هستند به دلیل داشتن مقادیر بالاتری از ابیراهی کوما، پس از جراحی از دوبینی تک‌چشمی شکایت داشته باشند و افرادی که الگوی Irregular دارند نیز از خیرگی رنج ببرند. در مطالعه حاضر، در گروه Asymmetric Bow Tie که افراد دارای درجاتی از ناهمواری سطح قرنیه (تا حدودی شبیه به افراد کراتوکونوس) بودند، میزان  $RMS\ LOA$  و  $RMS\ Total$  نسبت به سایر گروه‌ها متفاوت بود و  $RMS\ HOA$  در این گروه و گروه Irregular که آنها نیز سطح قرنیه ناهمواری داشتند، اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $p=1/000$ )، ولی نسبت به سایر گروه‌ها که درجات کمتری از ناهمواری قرنیه را دارا بودند، اختلاف معنی‌داری داشت. بنابراین به‌نظر می‌رسد بیشتر میزان  $RMS$  ابیراهی‌های مرتبه بالا به همواری و ناهمواری سطح قرنیه مرتبط باشد تا سایر مؤلفه‌ها. همچنین دو گروه Oval و Round در مورد مؤلفه‌های مرتبه بالا تنها در ابیراهی اسفربیکال دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند ( $p<0/05$ ) که می‌تواند با شباهت ویژگی‌های مشابه سطحی آنها مرتبط باشد.

### نتیجه‌گیری

به‌نظر می‌رسد آنالیز سطح قدامی قرنیه با ابیریشن‌های چشمی

با توجه به اینکه در اکثر مطالعات، بررسی ابیراهی‌ها بر روی افراد کراتوکونوس معطوف بوده، در مطالعه حاضر این ابیراهی‌ها در افراد نرمال مورد بررسی قرار گرفت تا در صورت متفاوت بودن ابیراهی‌ها در الگوهای مختلف، کیفیت بهتری را از نظر بینایی در بین الگوهای مختلف پس از جراحی‌های رفرکتیو انتظار داشته باشیم. بنابراین، اهمیت تشخیص و اندازه‌گیری ابیراهی‌های مرتبه بالای سطح قرنیه نه تنها در جهت تفکیک افراد دچار کراتوکونوس؛ بلکه پیش از جراحی‌های عیوب انکساری برای شناسایی احتمال ایجاد اکتازی قرنیه و پیش‌بینی وضعیت ابیراهی‌ها در رابطه با الگوی توپوگرافی قرنیه الزامی است.

در این مطالعه مشخصات و ویژگی‌های ضرائب زرنیکه در چشم‌های دارای الگوی نرمال توپوگرافی قرنیه براساس سیستم تقسیم‌بندی Bogan گزارش گردید. در واقع این پژوهش، نخستین تحقیق در جهت بررسی و مقایسه ابیراهی‌های قرنیه‌ای مرتبه بالا در الگوهای مختلف نرمال توپوگرافی قرنیه بوده است. ارتباط بین الگوهای توپوگرافی و آستیگماتیسم قرنیه، همچنین ارتباط بین الگوهای توپوگرافی ابیراهی‌های مرتبه بالا در مطالعات قبلی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که یافته‌های آنها در مطالعه حاضر نیز تأیید گردید. در مطالعه‌ای که توسط HC Kim و همکاران (سال ۲۰۰۳) صورت گرفت نشان داده شد گروه Symmetric Bow Tie و Asymmetric Bow Tie دارای مقادیر بالاتری از آستیگماتیسم قرنیه نسبت به سایر الگوها بوده که این مطلب نشان می‌دهد نوع الگوهای توپوگرافی به‌طور گسترده‌ای با آستیگماتیسم قرنیه، قابل تشخیص است (۱۵).

مطالعات پیشین با مقایسه ابیراهی‌های کل چشم و ابیراهی‌های مرتبه بالای قرنیه (بین چشم‌های نرمال از نظر توپوگرافی و چشم‌های دارای کراتوکونوس)، گزارش داده‌اند ابیراهی‌ها در چشم‌های کراتوکونیک به‌طور معنی‌داری بیشتر از چشم‌های نرمال است (۱۶-۲۷). همچنین نتیجه گرفته‌اند نخستین تظاهرات عدم تقارن قرنیه‌ای در افراد مبتلا به کراتوکونوس، به‌صورت عمودی بروز می‌کند (۲۸). در مطالعه حاضر، این مورد در گروه Asymmetric Bow Tie یافت شد، همچنین در این مطالعه گروه Asymmetric Bow Tie دارای مقادیر بالاتری از ابیراهی‌های  $Total\ coma\ RMS\ (Z_3^{-1}, Z_3^1, Z_5^{-1}, Z_5^1)$  (به‌ویژه کوما عمودی)

بتوان قضاوت بهتری در مورد مقایسه ابیراهی‌های چشمی در آنها کرد. همچنین توصیه می‌شود مطالعاتی در زمینه ابیراهی‌های قبل و بعد جراحی‌های رفرکتیو، براساس آنالیز سطحی انجام گیرد تا اهمیت بررسی ابیراهی‌ها، محسوس‌تر باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پروژه تحقیقاتی پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد (به شماره ثبت اولیه ۹۳/ص/۱۰۳۲/۳۲۰) می‌باشد. نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را به تمامی عزیزانی که در به انجام رسیدن تحقیق زحماتی را متحمل شدند، تقدیم می‌دارند.

باعث می‌شود بتوان کیفیت اپتیکی هر بخش از قرنیه، به‌خصوص سطح قدامی قرنیه را بررسی کرد و نیز با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق و متفاوت بودن برخی از مؤلفه‌های ابرومتري مثل RMS کل، RMS ابیراهی‌های مرتبه بالا و پایین، اسفريکال، کوما و آستیگماتیسم؛ بررسی ابیراهی‌ها در افراد با الگوی نرمال توپوگرافی جهت دست‌یافتن به کیفیت بینایی بیشتر با اعمال جراحی رفرکتیو شخصی‌سازی‌شده، امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

پیشنهاد می‌گردد بررسی ابیراهی‌های کل و قدامی خلفی به تفکیک محل در مطالعات بعدی در افراد نرمال صورت گیرد تا

### References:

1. Lawless MA, Hodge C. Wavefront's role in corneal refractive surgery. *Clin Exp Ophthalmol* 2005;33(2):199-209.
2. Nilforoushan MR, Speaker M, Marmor M, Abramson J, Tullo W, Morschauser D, et al. Comparative evaluation of refractive surgery candidates with Placido topography, Orbscan II, Pentacam, and wavefront analysis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(4):623-31.
3. Wang L, Santaella RM, Booth M, Koch DD. Higher-order aberrations from the internal optics of the eye. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(8):1512-9.
4. Atchison DA, Mathur A, Read SA, Walker MI, Newman AR, Tanos PP, et al. Peripheral ocular aberrations in mild and moderate keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(12):6850-7.
5. Lim L, Wei RH, Chan WK, Tan DT. Evaluation of higher order ocular aberrations in patients with keratoconus. *J Refract Surg* 2007;23(8):825-8.
6. Okamoto C, Okamoto F, Samejima T, Miyata K, Oshika T. Higher-order wavefront aberration and letter-contrast sensitivity in keratoconus. *Eye (Lond)* 2008;22(12):1488-92.
7. Schlegel Z, Lteif Y, Bains HS, Gatinel D. Total, corneal, and internal ocular optical aberrations in patients with keratoconus. *J Refract Surg* 2009;25(10 Suppl):S951-7.
8. Wygledowska-Promienska D, Zawojcka I, Jaworski P. Evaluation of eye total aberration in patients with keratoconus. *Klin Oczna* 2004;106(1-2):54-60.
9. McCormick GJ, Porter J, Cox IG, MacRae S. Higher-order aberrations in eyes with irregular corneas after laser refractive surgery. *Ophthalmology* 2005;112(10):1699-709.
10. Bogan SJ, Waring GO 3rd, Ibrahim O, Drews C, Curtis L. Classification of normal corneal topography based on computer-assisted videokeratography. *Arch Ophthalmol* 1990;108(7):945-9.
11. OD WT. Identifying candidates for non-corneal refractive surgery; 2014.
12. Resan MVM, Milivojević M. Wavefront aberrations. *Advance in ophthalmology Rijeka: In Tech*; 2012. p. 191-204.



13. Moreno-Barriuso ELJ, Marcos S, Navarro R, Llorente L, Barbero S. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(6):1396-403.
14. Kelly JE, Mihashi T, Howland HC. Compensation of corneal horizontal/vertical astigmatism, lateral coma, and spherical aberration by internal optics of the eye. *J Vis* 2004;4(4):262-71.
15. Kim HC, Chang SD. Relationship between topographic patterns and corneal astigmatism in Korean adults. *Korean J Ophthalmol* 2003;17(2):91-6.
16. Alio JL, Shabayek MH. Corneal higher order aberrations: A method to grade keratoconus. *J Refract Surg* 2006;22(6):539-45.
17. Barbero S, Marcos S, Merayo-Llodes J, Moreno-Barriuso E. Validation of the estimation of corneal aberrations from videokeratography in keratoconus. *J Refract Surg* 2002;18(3):263-70.
18. Gobbe M, Guillon M. Corneal wavefront aberration measurements to detect keratoconus patients. *Cont Lens Anterior Eye* 2005;28(2):57-66.
19. Gordon-Shaag A, Millodot M, Ifrah R, Shneor E. Aberrations and topography in normal, keratoconus-suspect, and keratoconic eyes. *Optom Vis Sci* 2012;89(4):411-8.
20. Jafri B, Li X, Yang H, Rabinowitz YS. Higher order wavefront aberrations and topography in early and suspected keratoconus. *J Refract Surg* 2007;23(8):774-81.
21. Jinabhai A, Radhakrishnan H, O'Donnell C. Visual acuity and ocular aberrations with different rigid gas permeable lens fittings in keratoconus. *Eye Contact Lens* 2010;36(4):233-7.
22. Kosaki R, Maeda N, Bessho K, Hori Y, Nishida K, Suzaki A, et al. Magnitude and orientation of Zernike terms in patients with keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(7):3062-8.
23. Maeda N, Fujikado T, Kuroda T, Mihashi T, Hirohara Y, Nishida K, et al. Wavefront aberrations measured with Hartmann-Shack sensor in patients with keratoconus. *Ophthalmology* 2002;109(11):1996-2003.
24. Nakagawa TMN, Kosaki R, Hori Y, Inoue T, Saika M, et al. Higher-order aberrations due to the posterior corneal surface in patients with keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50(6):2660-5.
25. Schlegel Z H-XT, Gatinel D. Comparison of and correlation between anterior and posterior corneal elevation maps in normal eyes and keratoconus-suspect eyes. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(5):789-95.
26. Schwiegerling J, Greivenkamp JE. Using corneal height maps and polynomial decomposition to determine corneal aberrations. *Optom Vis Sci* 1997;74(11):906-16.
27. Shah S, Naroo S, Hosking S, Gherghel D, Mantry S, Bannerjee S, et al. Nidek OPD-scan analysis of normal, keratoconic, and penetrating keratoplasty eyes. *J Refract Surg* 2003;19(2 Suppl):S255-9.
28. Bühren JKC, Kohlen T. Defining subclinical keratoconus using corneal first-surface higher-order aberrations. *Am J Ophthalmol* 2007;143(3):381-9.
29. Feizi S, Einollahi B, Raminkhoo A, Salehirad S. Correlation between corneal topographic indices and higher-order aberrations in keratoconus. *J Ophthalmic Vis Res* 2013;8(2):113-18.
30. Chalita MR XM, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual symptoms using wavefront analysis in eyes after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2003;19(6):S682-6.