

An investigation of the contrast sensitivity in dyslexic children

Monireh Feizabadi^{1*}, Mohammad Aghazadeh Amiri², Mohammad Ghasemi Borumand³, Marzieh Shiri Aminloo⁴, Seyed Mehdi Tabatabaee⁵

1. Student Reseach Committee, MSc Student of Optometry, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (Corresponding author) feizabadi2013@gmail.com
2. OD in Optometry, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Professor of Ophthalmology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. MSc in Psychology and Education of Exceptional Children, Office of Special Education.
5. MSc in Biostatistics, Faculty of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Article Received on: 2014.10.21

Article Accepted on: 2015.2.20

ABSTRACT

Background and Aim: A review of the neurophysiological studies suggests that dyslexia is the result of a deficit in the magnocellular part of the visual system. Most of the evidence cited in favour of this hypothesis is from contrast sensitivity studies. This study tested the hypothesis that visual processing deficits may be present in dyslexia by comparing the visual contrast sensitivity of dyslexic children and controls.

Materials and Methods: contrast thresholds were recorded in 67 children, 26 dyslexic (mean age of 8.76 ± 1.33) and 41 control group (mean age 9.07 ± 1.40). Contrast sensitivity was measured using Freiburg acuity and contrast test (FrACT) version 3.7 at frequency 5cpd in both eyes. The results were then analyzed using SPSS-18.

Results: mean contrast threshold of Right eyes in dyslexic group (0.62 ± 0.12) and control group (0.68 ± 0.15), mean contrast threshold of Left eyes in dyslexic group (0.61 ± 0.16) and control group (0.67 ± 0.15) were measured. There were no statistically significant differences between two groups in ight eyes (pvalue: 0.279) and in left eyes (pvalue: 0.124).

Conclusion: The present study do not support the hypothesis of magnocellular visual pathway deficit in dyslexia. Our result show that there isn't relationship between reading ability and contrast sensitivity in dyslexic children.

Key Words: dyslexia, contrast sensitivity, Freiburg acuity and contrast test (FrACT), Magnocellular pathway

Cite this article as: Monireh Feizabadi, Mohammad Aghazadeh Amiri, Mohammad Ghasemi Borumand, Marzieh Shiri Aminloo, Seyed Mehdi Tabatabaee. An investigation of the contrast sensitivity in dyslexic children. J Rehab Med. 2015; 4(2): 118-126.

بررسی حساسیت کنتراست در کودکان مبتلا به نارساخوانی (دیسلکسیا)

منیره فیض آبادی^{۱*}، محمد آقا زاده امیری^۲، محمد قاسمی برومند^۳، مرضیه شیرینی امین لو^۴، سید مهدی طباطبایی^۵

۱. کمیته پژوهشی دانشجویی، کارشناس ارشد اپتومتری، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دکترای اپتومتری، استاد دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. دکترای تخصصی چشم پزشکی، استاد دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. کارشناس ارشد روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، سازمان آموزش و پرورش استثنایی.
۵. کارشناس ارشد آمار زیستی، مربی دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

مقدمه و اهداف

مطالعات نوروفیزیولوژیک اشاره بر این دارد که دیسلکسیا نتیجه اختلال در قسمت مگنوسلولار سیستم بینایی است. بیشتر شواهدی که اثبات کننده این نظریه است در نتیجه مطالعات حساسیت کنتراست بدست آمده است. در مطالعه حاضر حساسیت کنتراست کودکان دیسلکسیک و هم‌تایان غیر دیسلکسیک مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

آستانه کنتراست ۶۷ نفر که شامل ۲۶ دانش آموز دیسلکسیک (میانگین سنی $1/33 \pm 8/76$) و ۴۱ دانش آموز غیر دیسلکسیک (میانگین سنی $1/40 \pm 9/07$) بود، با استفاده از تست حساسیت کنتراست Freiburg acuity and contrast test (FrACT) نسخه ۳/۷ در فرکانس فضایی ۵ cpd در هر دو چشم اندازه گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز از آزمون‌های آماری t-test و Mann-whitney استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین آستانه کنتراست چشم راست در گروه دیسلکسیک ($0/12 \pm 0/62$) و گروه کنترل ($0/15 \pm 0/68$) اندازه گیری شد. تفاوت معنی داری بین میانگین حساسیت کنتراست در چشم راست هر دو گروه مشاهده نشد ($Pvalue = 0/279$). میانگین آستانه کنتراست چشم چپ در گروه دیسلکسیک ($0/16 \pm 0/61$) و گروه کنترل ($0/15 \pm 0/67$) اندازه گیری شد. در چشم چپ نیز در هر دو گروه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری دیده نشد. ($Pvalue = 0/124$)

نتیجه گیری

بر طبق پژوهش حاضر اختلالات خواندن در افراد دیسلکسیک مرتبط با کاهش حساسیت کنتراست نمی باشد. این مطالعه فرضیه نقص سیستم مگنوسلولار بینایی در دیسلکسیا راتایید نمی کند.

واژه‌های کلیدی

دیسلکسیا، حساسیت کنتراست، تست کنتراست فریبورگ، راه مگنو سلولار

پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۱۲/۱ *

* دریافت مقاله ۱۳۹۳/۷/۲۹

نویسنده مسئول: منیره فیض آبادی. تهران، میدان امام حسین(ع)، خیابان دماوند، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشگاه علوم پزشکی

شهید بهشتی، دانشکده علوم توانبخشی

تلفن: ۰۹۱۲۵۳۹۰۶۳۶

آدرس الکترونیکی: feizabadi2013@gmail.com

مقدمه و اهداف

اختلالات یادگیری^{۳۴} شامل گروه گسترده ای از اختلالات در کودکان است. این کودکان علی رغم داشتن بهره هوشی کافی دچار مشکلاتی در زمینه پردازش اطلاعات می باشند. ناتوانی های یادگیری بر روی فرآیند های عصب شناختی^۲ تاثیر گذاشته و ممکن است خود را به صورت ناتوانی در شنیدن، صحبت کردن، خواندن، نوشتن، هجی کردن، استدلال کردن، تمرکز کردن، حل مسائل ریاضی و سازماندهی کردن اطلاعات نمایان سازد^[۱]. نتایج مطالعات اخیر نشان داده است که حدود ۲۰٪ جمعیت به درجاتی از اختلالات یادگیری مبتلا هستند^[۲].

شایعترین اختلال یادگیری، دیسلکسیا(نارساخوانی) است که ۸۰٪ اختلالات یادگیری را در بر می گیرد^[۱]. دیسلکسیا عبارت است از: نقص در دستیابی به مهارت خواندن، علیرغم داشتن بهره هوشی و فرصتهای آموزشی، فرهنگی و اجتماعی کافی^[۳]. طبق تعریف انجمن نارساخوانی بریتانیا دیسلکسیا ترکیبی از مشکلات در روند یادگیری است که یک یا چند زمینه اساسی خواندن، هجی کردن و نوشتن را در بر می گیرد^[۴].

خواندن روان نیاز به پردازش سریع اطلاعات بینایی دارد که شامل اطلاعات فضایی و زمانی است^[۵ و ۶]. شیوع این اختلال در کودکان انگلیسی زبان، ۱۰ تا ۱۲ درصد گزارش شده است. شیوع این اختلال نیز در ایالات متحده تا ۲۰ درصد گزارش شده است^[۷].

بطور کلی دیسلکسیا را یک اختلال نوروبیولوژیک با منشا ژنتیک می دانند^[۸] ولی دیگر فرضیات مطرح شده در این مورد اختلال در پردازش شنوایی، نقص کنترل حرکتی، اختلال عملکرد مخچه، نقص پردازش شنوایی، نقص پردازش گفتاری و نقص در پردازش بینایی می باشد^[۳]. یکی از اولین فرضیات مطرح شده در خصوص اتیولوژی دیسلکسیا نقص پردازش بینایی است. بر اساس این فرضیه تجزیه و تحلیل قسمت عمده ای از اطلاعات در هنگام خواندن بر عهده ادراک بینایی می باشد و فرد باید محرکات بینایی را بصورت مطلوب و بهینه پردازش کند، در حالیکه کودکان نارسا خوان در پردازش ادراک بینایی اشکالات عمده ای دارند^[۹].

در سطح بیولوژیکال، اتیولوژی مطرح شده در خصوص نقایص حسی بینایی در دیسلکسیا بطور خاص در مهارتهای مرتبط با عملکرد راه مگنوسولولار مشاهده شده است. پردازش اولیه اطلاعات بینایی از طریق دو مسیر عمده مگنوسولولار (M) و پاروسولولار (P) صورت می گیرد^[۵ و ۱۰]. منشا این راهها از شبکیه بوده و سپس به لایه های مختلف لترال ژنیکولیت نوکلئوس (LGN) در تالاموس پروجکت شده و نهایتا در کورتکس بینایی اولیه پایان می یابند.

جدول ۱: خصوصیات نورونهای پاروسولولار و مگنوسولولار

مشخصه	نورونهای پاروو	نورونهای مگنو
کدگذاری رنگ	حساسیت به رنگ	ضعف یا عدم حساسیت به رنگ
پاسخدهی زمانی	پایدار	گذرا
حساسیت زمانی	فرکانسهای پایین	فرکانسهای بالا
سرعت ارسال پیام	کندتر	سریعتر
پارامتر خطی فضایی	خطی	نسبتا خطی
حساسیت فضایی	فرکانسهای بالا	فرکانسهای پایین
پاسخ به کنتراست	ضعیفتر	قویتر
پروجکشن کورتیکال V_1	$4C_{\beta}$	$4C_{\alpha}$

تقریبا ۸۵٪ پروجکشن های کورتیکال در سیستم بینایی از طریق این دو راه صورت می گیرد. اگر چه این دو راه از لحاظ عملکردی سیستمهای مستقلی نیستند، مطالعات زیادی نشان داده است که این دو راه به مشخصه های زمانی و فضایی بینایی متفاوتی حساس هستند. بنابر فرضیات مطرح شده مسیر M در خواندن روان نقش بسزایی دارد. این مسیر باعث شناخت لغات و تشخیص حرکت شده، همچنین در پردازش زبانی بینایی^{۳۵} نیز نقش دارد^[۱۱]. این سیستم در جمع آوری سریع اطلاعات بینایی در طی خواندن شرکت نموده و

³⁴ Learning disorders

² Neurocognitive process

³⁵ visual language processing

پردازش موثر اطلاعات زمانی و فضایی را موجب می شود [۱۵]. سیستم مگنوسولولار مسیر عمده و غالب در ادراک متن می باشد [۱۳]. مطالعات سایکو فیزیکی، fMRI و تکنیک های آناتومیکیال نشان داده است که در افراد دیسلکسیک اختلال در راه مگنوسولولار وجود دارد [۱۳]. شواهد مبتنی بر اختلال راه مگنوسولولار شامل: غیر طبیعی و کوچک بودن لایه مگنودر LGN [۱۴]، کاهش یا تاخیر پاسخهای الکتروفیزیولوژیکی و کاهش پاسخهای fMRI به محرکی که عمدتاً با راه M پردازش می شود [۱۵ و ۱۶]. علی رغم شواهد آناتومیکیال، تستهای سایکوفیزیکیال، کاهش حساسیت سیستم مگنوسولولار را نشان می دهد. بیشتر شواهد مبنی بر نقص سیستم مگنوسولولار در نتیجه بررسی حساسیت کنتراست بدست آمده است [۹]. سیستم M به کنتراستهای پایتتر و فرکانسهای زمانی بالاتر حساس تر است [۴]. همچنین نورونهای M به تغییرات کنتراست بیشتر و سریعتر از نورونهای P پاسخ می دهند [۱۲]. حساسیت کنتراست، اندازه گیری توانایی یک فرد برای تشخیص اختلاف در روشنایی بین دو ناحیه است [۱۷]. دو نوع حساسیت کنتراست وجود دارد. اگر دو ناحیه نزدیک بهم باشند توانایی تشخیص اختلاف در روشنایی، حساسیت کنتراست فضایی^{۳۶} نامیده می شود، و اگر نواحی بطور پیاپی و پشت سر هم ایجاد شوند توانایی تمایز اختلاف در روشنایی، حساسیت کنتراست زمانی^{۳۷} نامیده می شود [۱۸]. یک تعریف شایع کنتراست استفاده از معادله مایکلسون است:

$$Contrast = (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$$

L_{max} = حداکثر روشنایی، L_{min} = حداقل روشنایی و واحد لومینانس (روشنایی): cd/m^2 است.

کاهش حساسیت کنتراست باعث مشکلاتی در خواندن می شود. برای خواندن روان، کنتراست متن باید چندین برابر بیشتر از آستانه حساسیت کنتراست باشد [۱۹]. بر طبق این تئوری، نقص سیستم مگنوسولولار در کودکان نارساخوان باعث مشکلاتی در بعضی مهارتهای بینایی و حساسیت کنتراست خواهد شد که در نتیجه باعث اختلال در خواندن می شود. البته در مورد اختلال سیستم مگنوسولولار، در دیسلکسیا اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد، و در بعضی فرکانسهای فضایی همپوشانی قابل ملاحظه ای بین دو سیستم M و P وجود دارد [۱۳ و ۱۵]. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه حساسیت کنتراست در دانش آموزان دیسلکسیک و غیر دیسلکسیک با استفاده از تست Freiburg است. بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه در کودکان انگلیسی زبان بوده و با تستهای مختلف کنتراست نظیر چارت پلی -رابسون (Pelli-Robson) که در آن حروف انگلیسی بکاررفته، انجام شده است. تاکنون در ایران و در دانش آموزان فارسی زبان دیسلکسیک، حساسیت کنتراست بررسی نشده است.

تمرکز تحقیق ما بر روی حساسیت کنتراست فضایی (Spatial contrast sensitivity) می باشد که از این پس با عنوان حساسیت کنتراست بیان می شود.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع مورد - شاهدی می باشد. انتخاب نمونه ها به روش آسان (غیراحتمالی) و در دسترس انجام گرفت. پس از هماهنگی با اداره آموزش و پرورش استثنایی شهر تهران و اداره کل آموزش و پرورش شهر تهران و دریافت مجوز مربوطه، مرکز آموزشی و توانبخشی اختلالات یادگیری شماره ۳ شهر تهران برای گروه مورد انتخاب شده، در گروه کنترل نیز مدرسه ابتدایی مصطفی خمینی انتخاب شد. سپس با ایجاد هم‌تاسازی در دو گروه (گروه کنترل و گروه آزمایش) از لحاظ سن، جنس، سطح تحصیلی - اجتماعی، افراد در بهار ۹۳ مورد مطالعه قرار گرفتند.

تعداد افراد شرکت کننده در گروه مورد $n=26$ و در گروه شاهد $n=41$ بود. معیارهای ورود به مطالعه تشخیص قطعی دیسلکسیا، دارا بودن دامنه سنی ۷-۱۲ سال، داشتن حدت بینایی ۱۰/۱۰ و امترپ بودن فرد، عدم ابتلا به هر گونه بیماری نورولوژیک نظیر صرع، صدمه مغزی و نداشتن هر گونه اختلال چشمی مثل استرابیسم، آمبلیوپی بوده و معیارهای خروج از مطالعه مصرف هردارویی که در پردازش شناختی دخالت می کند و همچنین عدم همکاری فرد بود.

دانش آموزان مراجعه کننده به مرکز آموزشی و توانبخشی اختلالات یادگیری شماره ۳ شهر تهران توسط متخصص روانشناسی کودکان استثنایی با آزمونهای هوشی استنفورد-بینه و آزمون وکسلر تشخیص قطعی دیسلکسیا را گرفته و با توجه به معیارهای ورود برای مطالعه انتخاب شدند. پس از هماهنگی با مدیر مرکز تعداد ۲۶ نفر از این دانش آموزان انتخاب شده و با کسب اجازه و رضایت والدین مورد معاینه

³⁶ spatial contrast Sensitivity

³⁷ Temporal contrast sensitivity

قرار گرفتند. در گروه کنترل نیز با کسب اجازه از مدیر مدرسه و با انتخاب ۴۱ نفر از دانش آموزان توسط معلمین کلاسها در مقاطع اول تا ششم ابتدایی، پژوهش انجام شد. از معلمان مربوطه خواسته شد دانش آموزانی را که اختلال یادگیری نداشته و سلامت جسمانی داشته باشند انتخاب و معرفی کنند.

در هر دو گروه پس از گرفتن شرح حال از والدین و معلمان مبنی بر نداشتن هر گونه مشکل چشمی و داشتن معیارهای ورود، حدت بینایی این افراد با استفاده از چارت اسنلن در فاصله ۶ متری اندازه گیری شده و سپس با رتینوسکوپ (هاین -خطی) امتروپ بودن فرد کنترل گردید. در پژوهش حاضر از تست حساسیت کنتراست Freiburg acuity and contrast test (FrACT) که با حداقل تجهیزات لازم در فواصل و شرایط نوری و اپتوتایپهای مختلف قابل انجام است؛ استفاده شد [۲۰]. در صورت انتخاب شدن فرد قبل از انجام تست به دانش آموز اپتوتایپهای Landolt C نشان داده شده و به او نحوه پاسخ دهی آموزش داده می شد. همچنین برای برقراری انگیزه و توجه دانش آموزان در اجرای صحیح تست به آنها جایزه داده می شد. پس از آشنا شدن دانش آموز با تست، آستانه کنتراست با تست Freiburg نسخه ۳/۷ در شرایط نوری فوتوپیک در فاصله ۲ متری در فرکانس فضایی cpd5 و با AFC 4 (Alternative forced choice) برای هریک از چشم ها اندازه گیری و نتایج در فرم ثبت می شد. در گروه کنترل نیز آزمایشات به همین ترتیب انجام شد. یکسان سازی شرایط نوری نیز از طریق Illuminometer (SEKONIC i۳۴۶) - انجام شد.

در این مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۸ داده ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای توصیف متغیرها از شاخص های میانگین و انحراف معیار، می نیمم، ماکزیمم و دامنه و برای مقایسه متغیرها برحسب نرمال بودن یا نرمال نبودن داده ها از آزمون t-test و آزمون Mann-Whitney استفاده شد.

یافته ها

این مطالعه بر روی ۶۷ دانش آموز (۱۳۴ چشم) انجام شد که از این تعداد ۲۶ نفر (۵۲ چشم) در گروه دیسلکسیک و ۴۱ نفر (۸۲ چشم) در گروه غیر دیسلکسیک (کنترل) قرار داشتند. گروه دیسلکسیک شامل ۱۸ پسر و ۸ دختر با میانگین سنی $(۸/۷۶ \pm ۱/۳۳)$ و گروه کنترل شامل ۳۲ پسر و ۹ دختر با میانگین سنی $(۹/۰۷ \pm ۱/۴۰)$ بود.

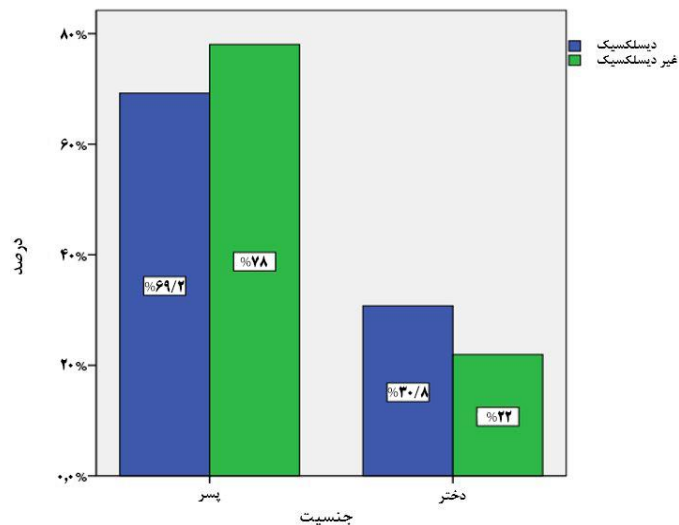
جدول ۲: توزیع میانگین و انحراف معیار سنی افراد مورد مطالعه (n=۶۷)

گروه ها	تعداد	میانگین	انحراف معیار
دیسلکسیک	۲۶	۸/۷۶	۱/۳۳
کنترل	۴۱	۹/۰۷	۱/۴۰

مقایسه میانگین سنی در دو گروه با استفاده از آزمون t صورت گرفت و تفاوت معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد. ($P_{value} = ۰/۳۸۲$)

جدول ۳: تعداد دختر و پسر در گروه دیسلکسیک و غیر دیسلکسیک (n=۶۷)

جنسیت	گروه		تعداد کل
	کنترل	دیسلکسیک	
پسر	۳۲	۱۸	۵۰
دختر	۹	۸	۱۷
تعداد کل	۴۱	۲۶	۶۷



مردار ۱: نمودار توزیع نسبت جنسیت در گروه دیسلکسیک و کنترل در افراد مورد مطالعه (n=67)

نرمال بودن توزیع داده های کنتراست چشم راست و چشم چپ با استفاده از آزمون Shapiro-wilk انجام شد. داده های OD نرمال نبوده، لذا از آزمون Mann-Whitney در تحلیل یافته ها استفاده شد. داده های OS نرمال بوده و از t-test برای مقایسه میانگین کنتراست دو گروه استفاده شد.

جدول ۴: توزیع شاخص های میانگین، ماکزیمم، مینیمم و انحراف معیار مربوط به آستانه کنتراست چشم راست در گروه دیسلکسیک و گروه کنترل با تست Freiburg (n=67)

انحراف معیار	میانگین	مینیمم	ماکزیمم	تعداد	کنتراست چشم راست
۰/۱۲	۰/۶۲۵۰	۰/۳۵	۰/۸۸	۲۶	دیسلکسیک
۰/۱۵	۰/۶۸۱۵	۰/۳۶	۱/۰۷	۴۱	کنترل

با استفاده از آزمون Mann-Whitney مقایسه میانگین کنتراست چشم راست در گروه دیسلکسیک و گروه کنترل انجام شد و اختلاف معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد (P value = ۰/۲۷۹).

جدول ۵: توزیع شاخص های میانگین، ماکزیمم، مینیمم و انحراف معیار مربوط به آستانه کنتراست چشم چپ در گروه دیسلکسیک و گروه کنترل با تست Freiburg (n=67)

انحراف معیار	میانگین	مینیمم	ماکزیمم	تعداد	کنتراست چشم چپ
۰/۱۶	۰/۶۱۵۴	۰/۳۴	۰/۹۴	۲۶	دیسلکسیک
۰/۱۵	۰/۶۷۷۶	۰/۳۲	۱/۱۳	۴۱	کنترل

با استفاده از آزمون t مستقل مقایسه میانگین کنتراست چشم چپ در گروه دیسلکسیک و گروه کنترل انجام شد و اختلاف معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد (P = ۰/۱۲۴).

بحث

آزمون کنتراست به عنوان ابزار دقیقی برای ارزیابی عملکرد بینایی توسط برخی محققین مورد توجه بوده است. برطبق بررسی های انجام شده بزرگترین دلیل نقص بینایی^{۳۸} در دیسلکسیا، تغییر در حساسیت کنتراست است^[۳۱]. در این مطالعه حساسیت کنتراست در دانش آموزان دیسلکسیک و دانش آموزان همسن غیر دیسلکسیک مورد بررسی قرار گرفت. گروه دیسلکسیک شامل ۱۸ پسر و ۸ دختر با میانگین سنی $(۱/۳۳ \pm ۸/۷۶)$ و گروه کنترل شامل ۳۲ پسر و ۹ دختر با میانگین سنی $(۱/۴۰ \pm ۹/۰۷)$ بود.

مقادیر آستانه حساسیت کنتراست با تست (FrACT) Freiburg acuity and contrast test در فرکانس فضایی ۵ cycle/deg و در شرایط نوری فوتوپیک بررسی شد. میانگین آستانه کنتراست چشم راست در گروه دیسلکسیک $(۰/۱۲ \pm ۰/۶۲)$ و گروه کنترل $(۰/۱۵ \pm ۰/۶۸)$ اندازه گیری شد. در چشم راست هیچ اختلاف معنی داری بین گروه دیسلکسیک و گروه کنترل مشاهده نشد $(P = ۰/۲۷۹)$. میانگین آستانه کنتراست چشم چپ در گروه دیسلکسیک $(۰/۱۶ \pm ۰/۶۱)$ و گروه کنترل $(۰/۱۵ \pm ۰/۶۷)$ اندازه گیری شد. در چشم چپ نیز بین دو گروه تفاوت معنی داری وجود نداشت $(P = ۰/۱۲۴)$ مقادیر آستانه حساسیت در هر دو گروه بسیار نزدیک بود. نتیجه مطالعه حاضر به همراه تحقیقات انجام شده در گذشته اشاره بر این مطلب دارد که شواهد بسیار محدودی برای اختلال حساسیت کنتراست در افراد دیسلکسیک وجود دارد^[۲۲-۲۵]. یکی از مسائل بحث برانگیز در پردازش بینایی در دیسلکسیا وجود اختلال در کانال مگنوسولولار است. طبق تحقیقات Skottun در سال ۲۰۰۰ بر روی ۲۲ مطالعه که حساسیت کنتراست فضایی را در افراد دیسلکسیک مورد بررسی قرار داده بودند، تنها ۴ مورد از این مطالعات اختلال سیستم مگنوسولولار را تایید می کرد، ۱۱ مطالعه با این تئوری متناقض بوده و ۷ مطالعه نیز به نتایج واضحی نرسیده بودند. بر طبق نظر Borsting نقص سیستم مگنو سلولار تنها مرتبط با یکی از انواع دیسلکسیا می باشد و این اختلال فقط در شرایط نوری کم ظاهر می شود^[۹] Martin و Lovegrove (۱۹۸۸ و ۱۹۸۴)، Felmingham و Jakobson (۱۹۹۵) به یافته های قابل توجهی در ارتباط با نقص مسیر مگنوسولولار در افراد دیسلکسیک رسیدند^[۲۵].

Atkinson در سال ۱۹۹۳ حساسیت کنتراست را در دو گروه دیسلکسیک و کنترل با استفاده از چارت Pelli-Robson (حروف با کنتراستهای مختلف به افراد نشان داده می شد) بررسی کرد. او کاهش حساسیت کنتراست را در افراد دیسلکسیک هنگامی که بصورت تک چشمی نگاه می کردند، مشاهده نمود ولی بصورت دوچشمی، حساسیت کنتراست در مقایسه با کنترل نرمال بود. مشخص نیست چطور این نتیجه مرتبط با نقص مگنوسولولار است^[۹].

Stuart و همکارانش در سال ۲۰۰۱ طبق مروری که بر مطالعات حساسیت کنتراست در دیسلکسیا انجام دادند، گزارش دادند که اکثر این تحقیقات ارتباطی بین فرکانس زمانی/ فضایی و گروه نمونه (دیسلکسیک، کنترل) را نشان نمی داد. در برخی از مطالعات نیز به این نتیجه رسیده اند که افراد دیسلکسیک به فرکانسهای فضایی بالاتر، حساسیت کمتری دارند در حالیکه در فرکانسهای فضایی پایین اختلافی بین افراد دیسلکسیک و گروه کنترل وجود ندارد. Evans و Drasdo و Richards دو گروه دیسلکسیک و غیر دیسلکسیک را مورد بررسی قرار دادند. آنها مشاهده نمودند که افراد دیسلکسیک در فرکانس های فضایی پایین، حساسیت کمتری نشان می دادند ولی این اختلاف قابل توجه نبوده و فاکتور مهمی در اختلال خواندن نمی باشد^[۴].

Chase و همکارانش در سال ۲۰۰۳ نقش سیستم مگنوسولولار را در فرآیند خواندن بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که نقص مگنوسولولار نمی تواند علت مشکلات خواندن در افراد دیسلکسیک باشد.

Skottun در سال ۲۰۰۵ خاطر نشان کرد که مطالعاتی که از تست حساسیت کنتراست برای بررسی اختلال سیستم مگنو در افراد دیسلکسیک استفاده کرده اند؛ موفق به یافتن این اختلال نشده اند. همچنین مطالعاتی که هیچگونه نقص حساسیت کنتراست مشاهده نکرده اند (با نظریه اختلال سیستم مگنو موافق نیستند) تعدادشان بیشتر از مطالعاتی است که نقص در حساسیت کنتراست دیده اند (با فرضیه نقص سیستم مگنو موافقت). این یافته بیانگر اینست که دیسلکسیا نتیجه اختلال سیستم مگنوسولولار نمی باشد^[۲۶].

همچنین علاوه بر حساسیت کنتراست فضایی مطالعات زیادی نیز حساسیت کنتراست زمانی را در دیسلکسیک مورد بررسی قرار داده اند. اکثر مطالعات سیستماتیک در این زمینه توسط Martin و Lovrgrove در سال ۱۹۸۷ انجام گرفته است. طبق بررسی های آنها کاهش حساسیت کنتراست با فرکانس زمانی دیده شد. همچنین Mason و همکارانش در سال ۱۹۹۳ کاهش قابل توجه حساسیت کنتراست را در

³⁸Visual deficit

محرک استاتیک و محرک ۲۰ HZ Flickering مشاهده نمودند. Evans در سال ۱۹۹۴ نیز کاهش حساسیت کنتراست در ۱۰ HZ Flickering مشاهده نمود ولی تفسیر این حالت مشکل است زیرا این محرک سیستم پاروسولولار را نیز تحریک می کند. اینطور به نظر می رسد که در مطالعات حساسیت کنتراست زمانی نیز تناقض های زیادی وجود دارد و همانند اطلاعات فضایی، مطالعات زمانی نیز دلیل واضحی برای نقص سیستم مگنوسولولار نمی دهد [۹].

نتیجه مطالعه حاضر با آن دسته از مطالعاتی که دیسلکسیا را نتیجه آسیب لایه مگنوسولولار LGN می داند، متناقض است ولی دو دیدگاه در این زمینه وجود دارد:

- ۱) اگر چه مسیر پاروسولولار و مگنوسولولار سالم هستند ولی یک تعامل غیر طبیعی بین آنها وجود دارد.
 - ۲) ممکن است اختلال در عملکرد نواحی بینایی در سطوح بالاتر که پروجکشنهای عمده ای از سیستم مگنو دریافت می کنند، وجود داشته باشد. درحالی که قسمت های محیطی تر سیستم ممکن است عملکرد نرمالی داشته باشند [۲۵].
- مطالعاتی نیز حساسیت کنتراست را در گروه های مختلف دیسلکسی مورد بررسی قرار داده اند. برطبق مطالعه Ryan و Slaghuis در سال ۱۹۹۹ هیچ تفاوتی بین گروه دیسلکسیک dyseidetic با گروه کنترل در فرکانس فضایی پایین و فرکانس زمانی بالا مشاهده نشد؛ بنابراین نقص سیستم مگنوسولولار ندارند. ولی ارتباط بین گروه های دیگر دیسلکسی (dysphonetic و dysphoneidetic) و عملکرد مگنوسولولار هنوز مشخص نیست. همچنین در مطالعه Williams و همکارانش در سال ۲۰۰۳ هیچ اختلاف قابل توجهی بین گروه های مختلف دیسلکسی و گروه کنترل به محرک های حساسیت کنتراست مشاهده نشد [۲۵].
- از لحاظ سایکوفیزیکی، کلمات تصاویر پیچیده ای هستند که در بردارنده دامنه وسیعی از اطلاعات فرکانس فضایی (مقادیر کم تا زیاد) می باشند که در ادراک کلمه نقش مهمی را ایفا می کند. بررسی های زیادی در مورد نقش مهم اطلاعات بینایی در زمینه شناخت و ادراک لغت (از جمله شکل کلمه و شکل حروف) انجام شده است. در نتیجه تفاوت های فردی در حساسیت به فرکانسهای فضایی خاص ممکن است در ادراک کلمه تاثیر بگذارد [۲۷].
- برای تعیین نقش دقیق حساسیت کنتراست فضایی در تشخیص کلمات و روند خواندن مطالعات بیشتری باید صورت گیرد و باید حساسیت کنتراست در فرکانس های فضایی متعدد بررسی شود. بررسی حساسیت کنتراست زمانی نیز در افراد دیسلکسیک حائز اهمیت است. همچنین باید مطالعات گسترده تری در زمینه گروه های مختلف دیسلکسی و ارتباط آن با حساسیت کنتراست انجام شود.

نتیجه گیری

کاهش حساسیت کنتراست در افراد دیسلکسیک تایید کننده تئوری نقص راه مگنوسولولار بینایی می باشد. بر طبق پژوهش حاضر اختلالات خواندن در افراد دیسلکسیک مرتبط با کاهش حساسیت کنتراست نمی باشد. در نتیجه این مطالعه فرضیه نقص سیستم مگنوسولولار بینایی در دیسلکسیا را تایید نمی کند.

تشکر و قدر دانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اپتومتری منیره فیض آبادی به راهنمایی دکتر محمد آقازاده امیری، دکتر محمد قاسمی برومند و مشاوره دکتر مرضیه شیری امین لو و مهدی طباطبایی می باشد. بدین وسیله از مسئولین و مدیر محترم مرکز آموزشی و توانبخشی اختلالات یادگیری شماره ۳ شهر تهران به ویژه خانم عابدینی، همچنین دانش آموزان شرکت کننده و والدین محترمشان که در اجرای این مطالعه همکاری داشته اند تشکر و قدر دانی می گردد.

منابع

1. Handler SM, Fierson WM. Learning disabilities, dyslexia, and vision. *Pediatrics*. 2011;127(3):e18-e56.
2. Shaywitz SE, Escobar MD, Shaywitz BA, Fletcher JM, Makuch R. Evidence that dyslexia may represent the lower tail of a normal distribution of reading ability. *New England Journal of Medicine*. 1992;326(3):145-50.
3. Fern-Pollak L, Wydell TN. A COMPREHENSIVE AND. 2012.
4. Nandakumar K, Leat SJ. Dyslexia: a review of two theories. *Clinical and Experimental Optometry*. 2008;91(4):333-40.

5. Quercia P, Feiss L, Michel C. Developmental dyslexia and vision. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*. 2013;7:869.
6. Schneps MH, Rose LT, Fischer KW. Visual learning and the brain: Implications for dyslexia. *Mind, Brain, and Education*. 2007;1(3):128-39.
7. Shaywitz S. *Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level*: Random House LLC; 2008.
8. Vellutino FR, Fletcher JM, Snowling MJ, Scanlon DM. Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of child psychology and psychiatry*. 2004;45(1):2-40.
9. Skottun BC. The magnocellular deficit theory of dyslexia: the evidence from contrast sensitivity. *Vision research*. 2000;40(1):111-27.
10. Zhang Y, Whitfield-Gabrieli S, Christodoulou JA, Gabrieli JD. Atypical Balance between Occipital and Fronto-Parietal Activation for Visual Shape Extraction in Dyslexia. *PloS one*. 2013;8(6):e67331.
11. Chouake T, Levy T, Javitt DC, Lavidor M. Magnocellular training improves visual word recognition. *Frontiers in human neuroscience*. 2012;6.
12. Chase C, Ashourzadeh A, Kelly C, Monfette S, Kinsey K. Can the magnocellular pathway read? Evidence from studies of color. *Vision Research*. 2003;43(10):1211-22.
13. Johnston A, Bruno A, Watanabe J, Quansah B, Patel N, Dakin S, et al. Visually-based temporal distortion in dyslexia. *Vision research*. 2008;48(17):1852-8.
14. Livingstone MS, Rosen GD, Drislane FW, Galaburda AM. Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1991;88(18):7943-7.
15. Demb JB, Boynton GM, Best M, Heeger DJ. Psychophysical evidence for a magnocellular pathway deficit in dyslexia. *Vision research*. 1998;38(11):1555-9.
16. Kubova Z, Kuba M, Peregrin J, Novakova V. Visual evoked potential evidence for magnocellular system deficit in dyslexia. *Physiological Research*. 1996;45:87-90.
17. Pelli DG, Bex P. Measuring contrast sensitivity. *Vision Research*. 2013;90(0):10-4.
18. Cornelissen P, Richardson A, Mason A, Fowler S, Stein J. Contrast sensitivity and coherent motion detection measured at photopic luminance levels in dyslexics and controls. *Vision research*. 1995;35(10):1483-94.
19. Crossland MD, Rubin GS. Text accessibility by people with reduced contrast sensitivity. *Optometry & Vision Science*. 2012;89(9):1276-81.
20. Kohnen T, Buehren J, Terzi E, Bach M, Wesemann W. The Frankfurt-Freiburg Contrast and Acuity Test System (FF-CATS): A New Test to Determine Contrast Sensitivity at Different Luminance Levels. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 2003;44(5):2592.
21. Habib M. The neurological basis of developmental dyslexia an overview and working hypothesis. *Brain*. 2000;123(12):2373-99.
22. Stuart GW, McAnally KI, Castles A. Can contrast sensitivity functions in dyslexia be explained by inattention rather than a magnocellular deficit? *Vision Research*. 2001;41(24):3205-11.
23. Castro SMC, Salgado CA, Andrade FP, Ciasca SM, Carvalho KMM. Visual control in children with developmental dyslexia. *Arquivos brasileiros de oftalmologia*. 2008;71(6):837-40.
24. Slaghuis WL, Ryan JF. Directional motion contrast sensitivity in developmental dyslexia. *Vision Research*. 2006;46(20):3291-303.
25. Williams MJ, Stuart GW, Castles A, McAnally KI. Contrast sensitivity in subgroups of developmental dyslexia. *Vision Research*. 2003;43(4):467-77.
26. Skottun BC. Magnocellular reading and dyslexia. *Vision research*. 2005;45(1):133-4.
27. Patching GR, Jordan TR. Spatial frequency sensitivity differences between adults of good and poor reading ability. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2005;46(6):2219-24.