

ساخت آزمون معتبر و پایای تفکرهندسی براساس سه سطح اول نظریه ون هیلی

الهه امینی فر^۱

بهرام صالح صدق پور^۲

نیره باقری^۳

تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۲۲

تاریخ وصول: ۹۰/۳/۱۲

چکیده

هندسه یکی از مهم ترین شاخه های ریاضی است که با استدلال و تفکر دانش آموزان در ارتباط می باشد. براساس نظریه ون هیلی یک دانش آموز برای دستیابی به استدلال موفق در هندسه بایستی پنج سطح متوالی و سلسله مراتبی مجزای تفکرهندسی را طی کند. تفکرهندسی شامل حل مسئله و دست کاری تصاویر فضایی است. هدف تحقیق حاضر ساخت آزمونی پایا و معتبر جهت اندازه گیری سطح تفکرهندسی دانش آموزان براساس نظریه ون هیلی است. روش پژوهش پیمایشی بوده و ابزار این پژوهش با توجه به مطالعه ادبیات پیشین و تحقیقات انجام شده، تهیه گردید. این ابزار، آزمونی مشتمل بر ۲۱ سؤال براساس نظریه ون هیلی است که سطح تفکر هندسی دانش آموزان را مشخص می کند. مفاهیم هندسی دخیل در ساخت این آزمون شامل زاویه، مثلث، مربع، مستطیل، لوزی، متوازی الاضلاع، دوزنقه و دایره هستند. جامعه آماری شامل دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم مقطع ابتدایی و دانش آموزان سه پایه مقطع راهنمایی شهر تهران است. با استفاده از روش نمونه گیری خوشه ای ۵۰۷ نفر از دانش آموزان شامل ۱۶۲ نفر

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

پایه چهارم، ۱۷۴ نفر پایه پنجم، ۸۵ نفر پایه ششم، ۴۷ نفر پایه هفتم و ۳۹ نفر پایه هشتم در شهر تهران انتخاب و آزمون روی آن‌ها اجرا شد. روش‌های به کار رفته شامل اعتبار محتوایی و سازه (تحلیل عاملی)، تحلیل گویه‌ها شامل ضریب دشواری، ضریب تمیز و مقدار آلفای کرونباخ برای هماهنگی درونی سؤالات است. پنج عامل به کمک تحلیل عاملی شناسایی شد که عبارتند از: ویژگی اشکال از بُعد زاویه؛ چرخش؛ ویژگی اشکال از بُعد زاویه قائمه؛ ویژگی اشکال و زوایا؛ و ارتباط اشکال با یکدیگر.

واژگان کلیدی: نظریه ون هیلی، سطوح تفکر هندسی، دانش آموزان ابتدایی و راهنمایی.

مقدمه

در قرون متمادی ریاضیات به عنوان یکی از دروس مؤثر در ارتقاء قدرت استدلال در نظر گرفته شده است. ویوس^۱ در قرن چهارم ریاضیات را مظهر نمایش قدرت ذهن معرفی کرد (نجفی، ۱۳۷۹). هندسه یکی از مهم‌ترین حیطه‌های ریاضی می‌باشد که با استدلال دانش آموزان در ارتباط است. هندسه شاخه‌ای از ریاضیات است که نقطه، خط، شکل‌های فضائی، و روابط بین آن‌ها، و اندازه‌ی طول، زاویه، مساحت و حجم اشکال را توصیف می‌کند (درسان^۲ و کوبان^۳، ۲۰۰۶؛ به نقل از یل‌دیز^۴، ۲۰۰۸). هندسه در یونان باستان از اهمیت بالائی برخوردار بوده است به طوری که پلاتو^۵ بر سر در دانشکده فلسفه نوشته بود: هر کس هندسه نمی‌داند وارد نشود (سیبلی^۶، ۱۹۹۸). از اهداف غایی یادگیری هندسه ارتقاء قدرت استدلال است. استدلال

1. Vives
2. Dursun
3. Çoban
4. Yıldız
5. Plato
6. Sibley

هندسی می‌تواند به عنوان استفاده از سامانه‌های سازه‌ای ترسیمی برای بررسی شکل و فضا تعریف شود (باتیستا^۱، ۲۰۰۷).

تفکرهندسی شامل تفکر و دست‌ورزی با تصاویر فضایی است و مثال‌های قابل درک می‌تواند برای صحت بخشیدن به آن‌ها کمک کند (هندسکوم^۲، ۲۰۰۵). مهارت‌های دیداری، شفاهی، ترسیمی، منطقی و کاربردی از مهارت‌های هندسی هستند. یادگیری مهارت دیداری هندسه توسط دانش‌آموز از سنین قبل از دبستان شروع می‌شود، یعنی زمانی که دانش‌آموز اشکال را در محیط اطراف خود شناسایی می‌کند. مهارت‌های شفاهی هنگام ورود به مدرسه یاد گرفته می‌شوند، اکنون دانش‌آموز قادر است اشکال را با نام‌های هندسی آن‌ها بشناسد. مهارت‌های ترسیمی بعد از یادگیری اسامی هندسی پدیدار شده و در سال‌های بالاتر سرانجام مهارت‌های منطقی هندسی یاد گرفته می‌شوند. دانش‌آموز با یادگیری قضایا شروع به استدلال در این زمینه می‌کند. یادگیری بیشتر هندسه به درک فضایی دانش‌آموز کمک کرده و با بالا بردن قدرت تحلیل مسائل در گره‌گشائی مشکلات روزمره وی مؤثر است (غلام‌آزاد، ۱۳۷۹).

دانش‌آموزان می‌توانند به کمک هندسه مهارت‌های استدلال و داوری برای ارتقاء نظریه‌های هندسی را توسعه بخشند (اردوگان^۳ و همکاران، ۲۰۰۹). اگر مفاهیم هندسی در دوران ابتدایی به‌درستی در ذهن دانش‌آموزان ساخته شوند در یادگیری‌های بعدی آن‌ها مفید و قادر به درک کاربردهای هندسه در محیط اطراف خود می‌شوند. به‌علاوه، از آنجایی که اشکال و اشیاء در ساختار هندسه قابل دسترس هستند، هندسه به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا دنیایی را که در آن زندگی می‌کنند، بهتر بشناسند (گوس^۴ و اسپنسر^۵، ۲۰۰۳).

به نظر بسیاری از دانش‌آموزان درک هندسه دشوار است و اگر محققان بتوانند دلایلی برای دشواری‌های عمومی در هندسه پیدا کنند، معلمان قادر هستند تا طرحی برای غالب آمدن

-
1. Batista
 2. Handscomb
 3. Erdogan
 4. Goos
 5. Spencer

بر آن‌ها بیابند (هندسکوم، ۲۰۰۵). چارچوب‌های نظری متفاوتی برای تحقیق و توسعه آموزش ریاضی و خصوصاً درباره موضوع هندسه تدوین شده است. یکی از این نظریه‌ها، نظریه تفکر هندسی ون‌هیلی^۱ است که کاربردهای زیادی در زمینه یادگیری هندسه مسطحه دارد. این نظریه توسط زوج هلندی پیره^۲ ون‌هیلی و دینا ون‌هیلی گلدوف^۳ در سال ۱۹۵۷ ارائه و بعد از مدتی توجه مجامع علمی را به خود جلب کرد.

ریحانی (۱۳۸۴) نظریه ون‌هیلی را شامل سطوح تفکری برمی‌شمرد که دانش آموز ضمن یادگیری هندسه از آن‌ها عبور می‌کند. علاوه بر این، مشکل دانش آموز را در یادگیری هندسه تبیین می‌کند. این مدل نظری شامل دو قسمت سطوح تفکر و مراحل آموزشی است. ون‌هیلی (۱۹۸۶) ادراک دانش آموز از هندسه را به پنج سطح طبقه‌بندی می‌کند و اذعان می‌دارد که پیشرفت در یادگیری هندسه مستلزم یادگیری سلسله مراتب سطوح زیر است:

- سطح یک (تشخیص یا دیداری^۴): دانش آموز به‌طور کلی اشکال هندسی را تنها توسط شکل‌شان و نه ویژگی‌هایشان می‌شناسد.

- سطح دو (تجزیه و تحلیل^۵): دانش آموز می‌تواند خصوصیات از اشکال را بررسی کرده کرده و اشکال را براساس این ویژگی‌ها تجزیه و تحلیل کند.

- سطح سه (استنتاج غیررسمی^۶): دانش آموز نه تنها قادر به تشخیص و درک ویژگی‌های ویژگی‌های درونی هر شکل است بلکه خواهد توانست روابط بین این ویژگی‌ها را در اشکال متفاوت شناسایی کند.

-
1. van Hiele geometric thinking theory
 2. Pierre van Hiele
 3. Dina van Hiele-Geldof
 4. recognition/visualization
 5. analysis
 6. informal deduction

- سطح چهار (استنتاج رسمی)^۱: دانش آموز می تواند روابط درونی و نقش جزءهای تشکیل دهنده یک سیستم اصول موضوعه مانند عبارات تعریف نشده، بدیهیات، مفروضات، تعاریف، و قضیه ها را درک کند.

- سطح پنج (دقت)^۲: دانش آموز می تواند شبکه ای از ارتباطات را توسعه داده و قادر به اثبات قضیه ها به طور دقیق است.

نظریه ون هیلی با توجه به ساختار خاص خود دارای ویژگی های زیر است:

- دنباله ثابت^۳: سطوح تفکرهندسی سلسله مراتبی هستند. یعنی یک دانش آموز نمی تواند در سطح n ون هیلی باشد، بدون این که $n-1$ سطح قبلی را طی کرده باشد. برخی از دانش آموزان با استعداد در ریاضی که در بین سطوح پرش دارند، شاید به این دلیل است که آن ها مهارت های استدلال منطقی را از راه های دیگری به غیر از هندسه کسب می کنند (تامپسون^۴، ۲۰۰۶).

- مجاورت^۵: در هر سطح تفکرهندسی آنچه در سطح قبلی عامل اصلی بوده در سطح کنونی به عامل فرعی تبدیل می شود (یوسسکین^۶، ۱۹۸۲).

- تمایز^۷: هر سطح تفکرهندسی نشانه های کلامی مخصوص به خود داشته و یک شبکه ارتباطی آن ها را به هم متصل می کند (یوسسکین، ۱۹۸۲).

-
1. formal deduction
 2. rigor
 3. fixed sequence
 4. Thompson
 5. adjacency
 6. Usiskin
 7. distinction

- ساده سازی^۱: وقتی از زبانی بالاتر از سطح کنونی دانش آموز برای یاددهی استفاده شود، او می کوشد با ساده سازی مطالب آموزش داده شده، مفاهیم جدید را درک کند (تامپسون، ۲۰۰۶).

نظریه ون هیلی به طور گسترده ای در بسیاری از پژوهش های آموزش ریاضی در جهان مورد استفاده قرار گرفته و جزء نظریه های یادگیری هندسه است. این در حالی است که در ایران به دلیل کمبود آزمون اندازه گیری مناسب پژوهش های کمتری در این زمینه انجام شده است. بنابراین، هدف پژوهش حاضر ساخت آزمونی برای اندازه گیری سطوح تفکر هندسی دانش آموزان بر اساس سه سطح اول این نظریه می باشد. سؤالات این پژوهش به قرار زیر است:

- تحلیل سؤالات آزمون سطوح تفکر هندسی بر اساس نظریه ون هیلی چگونه است؟

- آیا آزمون سطوح تفکر هندسی بر اساس نظریه ون هیلی دارای پایایی است؟

- آیا آزمون سطوح تفکر هندسی بر اساس نظریه ون هیلی دارای اعتبار است؟

روش شناسی تحقیق

روش پژوهش حاضر پیمایشی بوده، زیرا به منظور تولید و بازساخت آزمون اندازه گیری تفکر هندسی دانش آموزان نیاز به توصیف تفکر آنان بر اساس سطوح سه گانه نظریه ون هیلی است.

جامعه آماری شامل دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم مقطع ابتدایی و دانش آموزان سه پایه مقطع راهنمایی شهر تهران است. از آنجایی که فهرست کاملی از افراد جامعه در دسترس نبود روش نمونه گیری تصادفی خوشه ای انتخاب شد. از این رو افراد جامعه را در دسته هایی خوشه بندی کرده و سپس از میان خوشه ها نمونه گیری به عمل آمد. نمونه از مدارس ابتدایی و راهنمایی واقع در منطقه هشت تهران به صورت تصادفی انتخاب شد. حجم نمونه در مقطع ابتدایی ۳۳۶ نفر و در مقطع راهنمایی ۱۷۱ نفر بود.

به دلیل این که ابزار مناسبی جهت اندازه گیری سطوح تفکرهندسی براساس مدل ون هیلی در ایران موجود نبود، آزمون مورد استفاده در پژوهش حاضر ساخته شد. این آزمون شامل ۲۷ سؤال هندسه است که با توجه به مفاهیم پایه و اولیه هندسی که در کتاب های ریاضی پنج سال دوره دبستان موجود است طرح ریزی شد. از این رو جدول سه بعدی هدف - محتوا - مفهوم برای تخصیص اهداف رفتاری قابل دستیابی توسط دانش آموزان پس از اتمام دوره دبستان تهیه شد. به منظور تهیه محتوای آزمون از منابعی هم چون کتاب های ریاضی دبستان، کتاب های ریاضی راهنمای معلم دبستان، مقالات پژوهشی داخلی و خارجی، و پایان نامه های داخلی و خارجی استفاده شد. در ابتدا جداول هدف - محتوا برای هر کتاب به طور جداگانه تهیه شد. سپس جداول هدف - محتوا بر اساس مفاهیم نظریه ون هیلی به یک جدول سه بعدی هدف - محتوا - مفهوم تبدیل گردید (جدول ۱). براساس اهداف این جدول سؤالات طراحی گردیدند، که توسط اساتید دانشگاه و با تجربه در تدریس هندسه چهار سؤال اصلاح یا تغییر داده شدند. دومین تعدیل آزمون بعد از اجرای مقدماتی روی ۳۰ نفر از افراد نمونه بود که به صورت نمونه گیری در دسترس در یکی از کلاس های مقطع راهنمایی انجام شد.

جدول ۱. سه بُعد هدف - محتوا - مفهوم آزمون تفکرهندسی براساس نظریه ون هیلی

سطوح	سطح یک	سطح دو	سطح سه
مفاهیم	جابه جایی اشکال در صفحه	انواع زاویا در اشکال	زاویه قائمه در ویژگی زاویا و مقایسه اشکال
محتوا	زاویه	شکل	زاویه
هدف	زاویه های مختلف را تشخیص دهد.	شکل زاویه	شکل زاویه
اشکال هندسی	۱۰،۲،۳،۴،		
را به صورت	۵،۶		

			دیداری
			تشخیص دهد.
		۱۲،۱۶،	زاویه را در
		۲۰،۲۱	اشکال
			تشخیص دهد.
		۸	زاویه قائمه را
			به عنوان
			ویژگی اشکال
			تشخیص دهد.
		۱۵،۲	ویژگی های
		۲	زاویه را
			تشخیص دهد.
		۹،۱۰	ویژگی های
			مختلف اشکال
			را تشخیص
			دهد.
	۱۸،۱	۱۱،۱	انواع زوایا را
	۹	۳،۱۴،	با هم مقایسه
		۱۷	کند.
۲۳،۲			اشکال را با هم
۴،۲۵،			مقایسه کند.
۲۶،۲			
۷			

یافته‌های پژوهش

به منظور پاسخ‌گویی به سؤال اول پژوهش از ضریب دشواری^۱، ضریب تمیز^۲ و مقدار آلفای کرونباخ برای هماهنگی درونی سؤالات استفاده شده است. دشواری سؤال از طریق نسبت افرادی که به یک سؤال معین پاسخ درست می‌دهند تعیین می‌شود (کاپلان^۳ و ساکوزو^۴، ۱۹۴۷؛ مترجم دلاور، درتاج و فرخی، ۱۳۸۸). سؤال‌های دارای قدرت تمیز با نمره کل همبستگی داشته و همان چیزی را می‌سنجد که نمره کل می‌سنجد (دلاور و زهراکار، ۱۳۸۷). هماهنگی درونی سؤالات با استفاده از ضریب پایایی تمامی سؤالات محاسبه می‌شود و میزان پایایی سؤالات با حذف سؤالات دیگر به دست می‌آید. اطلاعات جدول ۲ نشان می‌دهد که هماهنگی درونی سؤالات با حذف سؤالات ۴، ۷، ۱۸، ۱۹، ۲۴ و ۲۵ افزایش می‌یابد. سؤالات باقی‌مانده در محاسبات به کار رفتند.

جدول ۲. نتایج تحلیل سؤالات آزمون تفکرهندسی براساس نظریه ون هیلی

سؤال	ضریب دشواری	ضریب تمیز	هماهنگی درونی	سؤال	ضریب دشواری	ضریب تمیز	هماهنگی درونی
۱	۳۳/۷۸	*۰/۴۲۶	۰/۷۱۴	۱۵	۱۷/۵۴	*۰/۵۰۵	۰/۷۰۶
۲	۵۰/۸۷	*۰/۱۳۸	۰/۷۳۰	۱۶	۸۳/۴۵	*۰/۴۲۱	۰/۷۱۲
۳	۰/۷۰	*۰/۳۹۹	۰/۷۱۴	۱۷	۸۳/۳۰	*۰/۳۸۸	۰/۷۱۵
۴	۵۰/۹۲	۰/۰۶۵	۰/۷۳۲	۱۸	۰/۵۰	-۰/۰۶۱	۰/۷۴۵
۵	۵۰/۷۷	*۰/۲۳۰	۰/۷۲۵	۱۹	۵۰/۷۰	-۰/۰۶۲	۰/۷۳۷
۶	۳۳/۶۸	*۰/۲۲۸	۰/۷۲۲	۲۰	۰/۴۰	*۰/۳۷۲	۰/۷۱۶
۷	۵۰/۷۷	۰/۰۴۹	۰/۷۳۵	۲۱	۸۳/۲۵	*۰/۲۹۸	۰/۷۲۱
۸	۳۳/۴۸	*۰/۴۱۳	۰/۷۱۲	۲۲	۳۳/۷۳	*۰/۲۷۵	۰/۷۲۲

1. difficulty index
2. discrimination index
3. Kaplan
4. Saccuzzo

۰/۷۲۳	*۰/۲۶۶	۱۷/۶۹	۲۳	۰/۷۲۱	*۰/۲۹۹	۵۰/۲۲	۹
۰/۷۴۵	۰/۱۹۲	۱۷/۵۴	۲۴	۰/۷۲۸	*۰/۱۹۴	۰/۵۰	۱۰
۰/۷۳۶	۰/۰۴۷	۵۰/۲۲	۲۵	۰/۷۰۹	*۰/۴۶۹	۸۳/۳۵	۱۱
۰/۷۲۳	*۰/۲۶۳	۶۷/۴۱	۲۶	۰/۷۲۰	*۰/۳۲۸	۱۷/۱۹	۱۲
۰/۷۳۱	*۰/۱۳۷	۵۰/۲۲	۲۷	۰/۷۲۱	*۰/۲۹۲	۴۲/۵۰	۱۳
				۰/۷۱۲	*۰/۴۲۶	۰/۳۰	۱۴

*p<۰/۰۵

جهت پاسخ گویی به سؤال دوم پژوهش مقدار آلفای کرونباخ برای آزمون ساخته شده با بیست و یک سؤال باقی مانده به ۰/۷۸۳ افزایش یافت، که نشان دهنده پایایی آزمون می باشد. به منظور پاسخ به سؤال سوم پژوهش برای تعیین اعتبار آزمون از اعتبار محتوایی و سازه استفاده شده است. اعتبار و یا روایی به عنوان هماهنگی بین نمره آزمون و سازه ای که قرار است توسط آن اندازه گیری شود، تعریف می شود (کاپلان، ساکوزو، ۱۹۴۷؛ مترجم دلاور، در تاج، فرخی، ۱۳۸۸).

اعتبار محتوایی آزمون ساخته شده توسط پنج نفر از اساتید رشته ریاضی با گرایش های مختلف و اطلاعات جدول ۱ مورد مطالعه قرار گرفت. نظرات اساتید در خصوص اصلاح، تغییر و حذف بعضی سؤالات اعمال شد و سؤالاتی که در زمینه خط و نقطه بودند به علت مجرد بودن مفاهیم آنها حذف شدند. هم چنین برخی از سؤالات که در مورد مفهوم واحدی بودند، حذف شدند.

به منظور تعیین عوامل مهمی که مجموعه موارد تشکیل دهنده یک آزمون را در برمی گیرند، از تحلیل عامل اکتشافی استفاده می شود. در این روش، ابتدا تعدادی از متغیرهای مورد ارزیابی ادغام شده و سپس تعداد معدودی متغیر که هر کدام عامل و در مجموع عوامل نامیده می شوند، ایجاد می شود. سپس همبستگی درونی و متقابل این عوامل به عنوان برآوردی از اعتبار سازه محاسبه می شود (دلاور و زهراکار، ۱۳۸۷). ابتدا برای اطمینان از این که داده ها

شرایط لازم برای تحلیل عاملی را دارند یا خیر از آزمون‌های کرویت بارتلت^۱ و کفایت نمونه‌برداری کیزر، مایر، اولکین^۲ (KMO) استفاده شد. مقیاس KMO برابر ۰/۶۹۷ بدست آمد، که از ۰/۶۰ ملاک مناسب بودن بالاتر است (دلاور و زهراکار، ۱۳۸۷). علاوه‌براین از آزمون بارتلت نیز مقدار معناداری به دست آمد که نشان‌دهنده شرایط لازم در داده‌ها برای تحلیل عاملی است (جدول ۳).

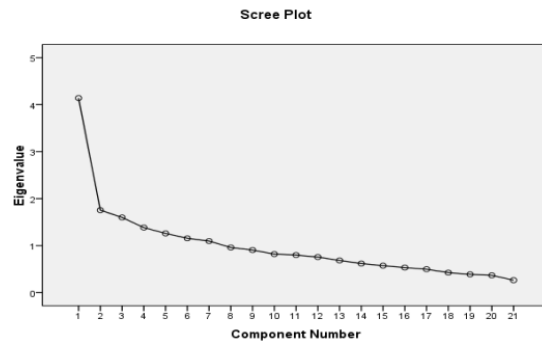
جدول ۳. نتایج مربوط به KMO و آزمون کرویت بارتلت

اندازه KMO	مجذور کای آزمون کرویت بارتلت	درجه آزادی	سطح معناداری
۰/۶۹۷	۴۸۹/۴۱۰	۲۱۰	$p < ۰/۰۰۱$

جهت بررسی عوامل آزمون از تحلیل عاملی با چرخش وریمکس^۳ استفاده شد و هفت عامل به دست آمد. از میان عوامل استخراجی اولیه، پنج عامل مورد تأیید قرار گرفت. سپس سؤال‌های مربوط به هر عامل به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند تا تعیین شود این سؤال‌ها مربوط به چه مفهومی می‌شوند و در نهایت عامل براساس سؤالات مربوطه نام‌گذاری شد. این عوامل عبارتند از: ویژگی اشکال از بُعد زاویه، چرخش، ویژگی اشکال از بُعد زاویه قائمه، ویژگی اشکال و زاویه، و ارتباط اشکال با یکدیگر. اطلاعات مربوط به تحلیل عاملی در شکل ۱ و جدول ۴ آمده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

1. Bartlett's test of Sphericity
2. Kaiser-Mayer-Olkin
3. Varimax rotation



شکل ۱. آزمون اسکری

جدول ۴. پنج مؤلفه استخراج شده با استفاده از چرخش وریمکس

عوامل		سؤالات					عوامل
پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول			
				۰/۷۴۰	۲۰	عامل اول	
				۰/۶۹۶	۲۱	(ویژگی اشکال از بعد زاویه)	
				۰/۶۶۴	۱۲		
				۰/۴۵۴	۱۶		
			۰/۷۷۴		۳	عامل دوم	
			۰/۷۲۷		۱	(چرخش)	
			۰/۶۲۰		۵		
		۰/۷۰۱			۲۲	عامل سوم	
		۰/۶۵۸			۱۵	(ویژگی اشکال از بعد زاویه)	
		۰/۵۴۸			۸	قائمه	
	۰/۷۴۳				۱۰	عامل چهارم	
	۰/۶۴۲				۱۴	(ویژگی اشکال و زوایا)	
	۰/۴۶۰				۱۷		
	۰/۴۵۴				۹		

۰/۷۸۸	۲۶	عامل پنجم
۰/۵۸۷	۲۳	(ارتباط اشکال با یکدیگر)
۰/۴۸۶	۱۱	

بحث و نتیجه گیری

ساخت آزمون تفکرهندسی بر اساس سه سطح اول نظریه ون هیلی که دارای پایایی و اعتبار لازم در ایران باشد، در این پژوهش انجام شده است. این آزمون دارای ۲۱ سؤال است که به صورت فردی یا گروهی قابل اجرا است. جهت پایایی و اعتبار این آزمون از روش های روان سنجی گوناگونی استفاده شد. پس از تحلیل و بررسی هماهنگی درونی تمامی سؤالات و محاسبه ضریب دشواری و ضریب تمیز، سؤالات ۴، ۷، ۱۸، ۱۹، ۲۴ و ۲۵ به دلیل نامناسب بودن از آزمون حذف شده و بقیه سؤالات در محاسبات باقی ماندند. در این آزمون از اعتبار محتوایی و سازه استفاده شد. از انواع اعتبار سازه روش تحلیل عاملی است. عامل اول به نام ویژگی اشکال از بعد زاویه است، که آن را می توان به عنوان «توانایی تعیین ویژگی های اشکال براساس تشخیص زاویه» تعریف کرد. عامل دوم به نام چرخش است، که آن را می توان به عنوان «توانایی تشخیص اشکال هندسی به همراه چرخش» تعریف کرد. عامل سوم به نام ویژگی اشکال از بعد زاویه قائمه است، که آن را می توان به عنوان «توانایی تعیین ویژگی های اشکال براساس تشخیص زاویه قائمه» تعریف کرد. عامل چهارم به نام ویژگی اشکال و زاویه است، که آن را می توان به عنوان «توانایی تشخیص رابطه اشکال هندسی با انواع زاویه» تعریف کرد. عامل پنجم به نام ارتباط اشکال است، که آن را می توان به عنوان «توانایی تشخیص رابطه اشکال هندسی با یکدیگر براساس اندازه و تعداد زاویه ها» تعریف کرد.

عامل دوم مربوط به سطح اول ون هیلی است، زیرا در این سطح دانش آموز اشکال هندسی را به وسیله شکل می شناسد. عوامل اول، سوم و چهارم مربوط به سطح دوم ون هیلی است، زیرا در این سطح دانش آموز توانایی بررسی اشکال را به کمک خصوصیات آنها دارد. عامل پنجم

نیز مربوط به سطح سوم ون هیلی است، زیرا در این سطح دانش آموز توانایی تشخیص روابط بین ویژگی های درونی اشکال متفاوت هندسی را دارد. در مجموع می توان گفت که کل سؤالات این آزمون سه سطح اول نظریه ون هیلی را در خصوص تفکر هندسی اندازه گیری می کند.

از جمله محدودیت های این پژوهش عبارتند از:

- محدود بودن سؤالات آزمون ون هیلی در مفاهیم زاویه، مثلث، مربع، مستطیل، متوازی الاضلاع، لوزی، ذوزنقه و دایره،
- عدم تمایل معلمان به برگزاری آزمون در کلاس درس،
- برگزاری آزمون فقط در تهران.

چون این آزمون تنها سه سطح اولیه نظریه ون هیلی را شامل می شود، بنابراین پیشنهاد می گردد که برای سطوح چهارم و پنجم نیز ابزار مشابهی ساخته شود. هم چنین از آن جایی که این آزمون در شهر تهران اجرا شده است، لذا پیشنهاد می شود برای بالابردن تعمیم پذیری نتایج، این آزمون در شهرهای دیگر و بر روی نمونه های بیشتری اجرا گردد.

منابع فارسی

- دلاور، علی و زهراکار، کیانوش. (۱۳۸۷). *سنجش و اندازه گیری در روان شناسی، مشاوره و علوم تربیتی*، نشر ارسباران، تهران.
- ریحانی، ابراهیم. (۱۳۸۴). *معرفی نظریه پیازه و فن هیلی در مورد یادگیری هندسه*، رشد آموزش ریاضی، شماره ۸۰، صص ۲۲-۱۲، دفتر انتشارات کمک آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.
- غلام آزاد، سهیلا. (۱۳۷۹). *رویکردهای نوین آموزش هندسه، رشد آموزش ریاضی*، شماره ۶۰-۵۹، صفحات ۲۳-۱۸، دفتر انتشارات کمک آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.
- کاپلان ام، ساکوزو د، مترجم: دلاور علی، درتاج فریبرز، فرخی نورعلی (۱۳۸۸). *روان آزمایی*، نشر ارسباران، تهران.

نجفی، لادن. (۱۳۷۹). هندسه درس شیرینی است اما...، چهارمین کنفرانس آموزش ریاضی ایران.

منابع لاتین

- Battista M. J. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking, In F. k. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Vol. 2, pp. 843-908, Charlotte, NC: Information Age.
- Edroğan T., Akkaya R. and Çelebi Akkaya S. (2009). The Effect of the van Hiele Model Based Instruction on the Creative Thinking Levels of 6th Grade Primary School Students, *Journal of Educational Sciences: Theory & Practice*, Vol.9, No.1, pp.181-194.
- Goos M. and Spencer T. (2003). Properties of Shape, Mathematics-Making Waves. Proceeding of the Nineteenth Biennial Conference of the Australian Association of Mathematics Teachers. pp. 424-434, Inc. Adelaide: AAMT Inc.
- Handscomb K. (2005). *Image-Based Reasoning in Geometry*, MSc Thesis, Faculty of Education, Simon Fraser University.
- Sibley T. Q. (1998). *The Geometric Viewpoint: A Survey of Geometries*, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Thompson E. (2006). *Euclid, the van Hiele Levels, and the Geometer's Sketchpad*, MSc Thesis, Florida Atlantic University.
- Usiskin Z. (1982). "Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry", University of Chicago.
- Yıldız C., Aydın M., and Köğçö D. (2009). Comparing the Old and New 6th - 8th Grade Mathematics Curricula in Terms of van Hiele Understanding Levels for Geometry, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, pp. 731-736.