١١٠٧٢٦

۸۷/۱۱۰۷۹۳
۸۷/۱۲/۱۲

دانشکده علوم پایه

بررسی مشکلات یادگیری دانشجویان در مکانیک کوانتوم

مبحث تونل زنی کوانتومی

نگارش
نسرین طاهری اصغری

اساتید راهنما: دکتر یوسف فرزان نهاد
دکتر منصور وصالی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته آموزش فیزیک

۱۳۸۷ /۱۲/ ۵
۱۰۱۳۲۸

دی ۱۳۸۷

۱۱۰۶۲۶

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
مدیریت تحصیلات تکمیلی

باسمه تعالی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب نسرین طاهری اصغری متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه / رساله حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاورد های پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان نامه / رساله قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد.

۱۳۸۷/۱۲/۰۵

نسرین طاهری اصغری

امضاء

آدرس: تهران- لویزان- کدپستی ۱۶۷۸۸- صندوق پستی ۱۶۳- ۱۶۷۸۵ تلفن ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰ نمابر ۲۲۹۷۰۰۳۳
پست الکترونیکی sru@ sru.ac.ir

شماره: ۹۲۲۵/۱۴
تاریخ: ۸۷/۱۰/۲۸
پیوست: -

بسمه تعالی

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

صورتجلسهٔ دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خانم **نسرین‌طاهری‌اصغری** رشتهٔ **آموزش فیزیک** تحت عنوان **بررسی مشکلات یادگیری دانشجویان در مکانیک کوانتم مبحث تونل زنی کوانتمی**، که در تاریخ: **۸۷/۱۰/۲۸** با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی برگزار گردید و مردود ☐ دفاع مجدد ☐ قبول (بادرجه عالی امتیاز ۱۹) ☑ نتیجه به شرح زیر می باشد.

۱ ـ عالی (۲۰ – ۱۸)

۲ ـ بسیار خوب (۱۷/۹۹ – ۱۶)

۳ ـ خوب (۱۵/۹۹ – ۱۴)

۴ ـ قابل قبول (۱۳/۹۹ – ۱۲)

اعضاء	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر یوسف فرزان نهاد	استادیار	
استاد راهنما	دکتر منصور وصالی	استادیار	
استاد داور داخلی	دکتر مهدی سعادت	استادیار	
استاد داور خارجی	دکتر محمد نوری زنوز	دانشیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر ایوب اسماعیل پور	استادیار	

آقای دکتر حمید مسکرانی

رئیس دانشکده علوم پایه

دانشگاه شهید رجائی

تهران - لویزان - کدپستی ۱۶۷۸۸۱۵۸۱۱ - صندوق پستی ۱۶۳-۱۶۷۸۵ تلفن ۹-۲۲۹۷۰۶۰۰
نمابر ۲۲۹۷۰۰۳۳ پست الکترونیکی : sru @ sru.ac.ir

تقدیم به

پدرم، کوه استوار و تکیه گاه افتخارم در زندگی؛

و

مادرم، چشمه زلال و بی پایان محبت و معنای زندگیم.

من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

تقدیر و تشکر

«منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت»

خدای بزرگ را سپاس گذارم که این امکان و موقعیت را به من ارزانی داشت تا بتوانم قدمی دیگر در راه کسب علم بردارم و همواره از او می خواهم، این علم را به معرفتی در دلم بدل کند که درونم به آن روشن شود، و به شکرانه ی این نعمت، توان خدمتی هر چند ناچیز به بندگانش را روزیم قرار دهد. و هزاران بار شاکرم که به من توفیق کسب علم در محضر اساتید گرانمایه و ارجمندی را ارزانی نمود، که وجودشان همیشه برایمان نعمت و غنیمت است و نامشان زینت بخش لوح افتخار این سرزمین، بزرگوارانی که طی این مسیر نه چندان سهل، بدون کمک و راهنمای های آنان ممکن نبود، لذا بر خود وظیفه می دانم، از صمیم قلب از تمامی آنان مراتب سپاس و قدردانی را به جای آورم.

سروران گرامی:

استاد گرانمایه **جناب آقای دکتر وصالی** به عنوان استاد راهنما با صبر و دقتی وصف ناپذیر در تمامی مراحل کار با حضوری گرم و فعال، نقایص کار را برطرف و نکات ظریفی را متذکر بودند.

جناب **آقای دکتر فرزان نهاد** که به عنوان استاد راهنما، راهنمایی و همکاری های همیشگی ایشان، بخصوص در زمینه تولید آزمون، هماهنگی های لازم با دانشگاه ها برای برگزاری آزمون، همواره موجب دلگرمی و پیشرفت کار بود.

همچنین مراتب سپاس و قدردانی خود را تقدیم می کنم به:

اساتید محترم گروه فزیک، بخصوص **جناب آقای دکتر صدرالاشرافی**، **جناب آقای دکتر سعادت** که شاگردی ایشان افتخاری بزرگ برایم محسوب می شود، همچنین **جناب آقای دکتر نیک عمل** که در امر تصحیح و بازنگری سؤال های آزمون از محضر شریفشان بهره بردم؛

جناب آقای دکتر احمدی و جناب آقای دکتر امام جمعه که با صبر و حوصله ی فراوان در مراحلی از کار از راهنمایی های مدبرانه ایشان بهره بردم؛

سرکار خانم سپیده مجی دوست عزیزم که در تهیه و اجرای آزمون یاریم نمود. همچنین خانم ها ثریا نیک نیا و محبوبه آیت اللهی دوستان عزیزم که بودن در کنارشان شور و شوق و شیرینی پاره ای از عمرم را که در این دوران گذشت دو چندان کرد و همه دوستانم که بودن در کنار آنها برای من افتخاری بود؛

مراتب سپاس و قدردانی را از تمام اساتید دانشگاه ها و دانشجویانی که هم در برگزاری آزمون و هم در اجرای مصاحبه ها مرا یاری نمودند دارم، بخصوص جناب آقای دکتر غفوری مدیر گروه دانشگاه شهید بهشتی؛

همچنین بر خود لازم می دانم تشکر ویژه ای بنمایم از جناب آقای مجتبی جهانی فر که کمک های بسیار شایسته ای در زمینه نحوه انجام روش تحقیق به بنده نمودند؛ همچنین خواهران و برادر عزیزم که مهربانانه مانند همیشه در کنارم بودند؛

و در نهایت، سپاسگذار کسانی هستم که بعد از خداوند منان، هر چه دارم مدیون صبر، محبت، پشتیبانی و تلاش آنهاست،

پدر و مادرم که هر چه در زندگی دارم، متعلق به آنهاست.

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی مشکلات دانشجویان در درک مفاهیم مکانیک کوانتومی و بطور خاص تونل زنی کوانتومی می باشد. نمونه پژوهشی مورد نظر از بین دانشجویان ۴ دانشگاه تهران انتخاب گردیدند. نمونه مورد نظر طبق آماری که از دانشگاه ها گرفته شد در حدود ۱۵۰ نفر بود، اما به دلیل محدودیت های پژوهش این نمونه ی در دسترس به ۸۶ نفر تقلیل یافت.

ابزار گردآوری داد ها در این پژوهش برگزاری آزمون چند گزینه ای همراه با استدلال، و مصاحبه با دانشجویان داوطلب بود. برای تولید آزمون از سؤال های استانداردی که در QMCS [1] وجود دارند استفاده شده است. جهت تحلیل توصیفی داده ها از شاخص آماری درصد استفاده شده است و از آنجا که رویکرد حاکم بر روش های بکار گرفته شده در این پژوهش رویکردی کیفی می باشد از تحلیل کیفی برای بررسی سؤال ها بهره گرفته شده است.

نتایج تحقیق حاکی از آن است که دانشجویان در درک پدیده تونل زنی کوانتومی مشکل دارند. این مشکلات را می توان بطور خلاصه به این صورت بیان نمود که عدم درک دانشجویان از مفاهیم مکانیک کوانتومی به ضعف آنها در درک مفاهیم مکانیک کلاسیک از جمله نمودار انرژی پتانسیل، و احتمال بر می گردد. همچنین دانشجویان در درک تابع موج کوانتومی مشکل دارند و آنرا به عنوان مسیر حرکت در نظر می گیرند. علاوه بر این دانشجویان در ریاضیات پیچیده ای که همراه وجزء لاینفک مکانیک کوانتوم است دچار مشکل هستند و آنرا درک نمی کنند. بررسی ها نشان می دهد که دانشجویان در یادگیری این مبحث یادگیری معناداری ندارند و نمی توانند ارتباطی بین مفاهیم برقرار نمایند. همچنین یافته های این تحقیق نشان دهنده ی آن است که دانشجویان در یادگیری این مبحث از سه مدل ذهنی کلاسیکی، ترکیبی و مخلوط بهره می گیرند.

کلمات کلیدی: مکانیک کوانتوم، تونل زنی کوانتومی، یادگیری معنادار، مدل سازی ذهنی، کج فهمی.

[1] - Quantum Mechanics Conceptioal Survey

فهرست مطالب:

عناوین **صفحه**

تأییدیه هیأت داوران.....الف
تقدیم نامه ..... ب
تقدیر و تشکر .....ج
چکیده .....ه
فهرست مطالب .....و
فهرست جدول ها .....ل
فهرست شکل ها .....م

فصل اول: طرح مسأله

مقدمه ۲
۱-۱ بیان مسأله ۳
۱-۲ اهمیت و ارزش تحقیق ۵
۱-۳ اهداف و سؤال های تحقیق ۸
۱-۳-۱ هدف کلی ۸
۱-۳-۲ اهداف فرعی سؤال های تحقیق.....۸
۱-۴ تعریف واژه ها، مفاهیم و متغیر ها ۹
۱-۵ نمای کلی پایان نامه ۱۰

فصل دوم: مروری بر ادبیات موضوع

مقدمه ۱۲

بخش ۱

۲-۱ معرفی تحقیق در آموزش فیزیک ۱۲
۲-۲ تحقیق درباره ی درک دانشجویان از علم ۱۳
۲-۳ تحقیق درباره ی درک دانشجویان از فیزیک ۱۴
۲-۴ تحقیق درباره ی درک دانشجویان از فیزیک مدرن ۱۷
۲-۴-۱ تحقیق درباره ی فهم دانشجویان از فیزیک کوانتوم پیشرفته ۱۹
۲-۵ تحقیق درباره ی درک دانشجویان از مکانیک کوانتومی ۲۱
۲-۵ -۱تحقیق درباره ی توسعه برنامه درسی مکانیک کوانتوم ۲۲
۲-۵-۲ تحقیق درباره ی ایده های دانشجویان در مورد مکانیک کوانتومی ۲۳
۲-۵-۲-۱ کج فهمی های عمومی در مکانیک کوانتوم ۲۳
۲-۵-۲-۲ منابع در مکانیک کوانتوم ۲۴

۲-۵-۲-۳ خصوصیات موجودات کوانتومی ۲۵
۲-۵-۲-۴ ساختار اتم ها ۲۶
۲-۵-۲-۵ مدل رسانش ۲۶
۲-۵-۲-۶ موقعیت موجودات کوانتومی ۲۶
۲-۵-۲-۷ احتمال ۲۶
۲-۵-۲-۸ درک مفهومی و شهودی دانشجویان از مکانیک کوانتوم ۲۷
۲-۵-۲-۹ تغییر مفهوم در مکانیک کوانتوم ۲۷
۲-۵-۳ نوآوری در برنامه درسی مکانیک کوانتوم ۲۸
۲-۵-۳-۱ شبیه سازی کامپیوتری ۲۸
۲-۵-۳-۱-۱ مکانیک کوانتوم بصری ۲۸
۲-۵-۳-۱-۲ تاتوریال ها ۲۸
۲-۵-۳-۱-۳ دوره های اصلاح شده ۲۸
۲-۵-۴ ایده های دانشجویان در مورد امواج ۲۹
۲-۵-۴-۱ ایده های دانشجویان در مورد موج های مکانیکی ۲۹
۲-۵-۴-۲ درک دانشجویان از ماهیت موج ماده ۳۰
۲-۵-۵ مشکلات دانشجویان با مکانیک کوانتوم ۳۱
۲-۵-۶ مشکل با مفهوم انرژی در مکانیک کوانتومی ۳۱
۲-۵-۷ پیش نیاز های کلاسیکی ۳۱
۲-۵-۷-۱ مشکلات دانشجویان با پیش نیاز های کلاسیکی ۳۲
۲-۵-۷-۲ تأثیر ذهنیت کلاسیک در یادگیری مکانیک کوانتوم ۳۴
۲-۵-۸ مفاهیم کوانتومی مهم ۳۴
۲-۵-۸-۱ ارتباط بین انرژی و شکل تابع موج ۳۴
۲-۵-۸-۲ تفسیر احتمالاتی تابع موج ۳۴
۲-۵-۸-۳ استدلال دانشجویان ۳۵
۲-۵-۹ مشکلات مفهومی و ریاضیاتی دانشجویان ۳۵
۲-۵-۹-۱ استفاده از ریاضی در فیزیک ۳۵
۲-۵-۹-۱-۱ مبتدیان و خبرگان در استفاده از ریاضی در فیزیک ۳۶
۲-۵-۹-۱-۲ نمودارها ۳۶
۲-۵-۹-۱-۳ توابع، معادلات، و نمادهای ریاضی ۳۷
۲-۵-۹-۱-۴ مهارت های ریاضی و موفقیت در فیزیک ۳۸
۲-۵-۱۰ تدریس و یادگیری در مکانیک کوانتوم ۳۹
۲-۵-۱۰-۱ روش های سنتی تدریس فیزیک ۳۹
۲-۵-۱۰-۲ اهمیت بررسی روش های تدریس مکانیک کوانتوم ۳۹

۲-۵-۱۰-۳ سختی ارتباط با تدریس مکانیک کوانتومی ۴۲
۲-۵-۱۰-۴ روش تدریس های جدید مکانیک کوانتوم ۴۳
۲-۶ تحقیقات قبلی درباره ی درک دانشجویان از تونل زنی ۴۵
۲-۶-۱مدل سازی دانشجویان برای یادگیری مکانیک کوانتوم ۴۵
۲-۶-۲ بررسی چگونگی تفکر و یادگیری مکانیک کوانتوم: مثالی از تونل زنی..... ۴۷
۲-۶-۳ مفهوم انرژی در تونل زنی..... ۴۷
۲-۶-۴ بررسی احتمال ۴۹
بخش ۲
بررسی نظریه های پیرامون موضوع تحقیق ۵۱
برخی نظریه های های رایج در یادگیری ۵۱
۲-۱ نظریه رشد شناختی پیاژه ۵۱
۲-۱-۱ ساخت ۵۱
۲-۲ نظریه یادگیری معنی دار کلامی ۵۲
۲-۲-۱ الگوی پیش سازمان دهنده ۵۳
۲-۲-۲ ساخت شناسی چیست؟ ۵۳
۲-۲-۳ یادگیری معنادار چیست؟ ۵۴
۲-۲-۴ نقشه مفهومی ۵۵
مدل سازی دانشجویان
۲-۳ اهمیت مطالعه مدل های دانشجویان ۵۵
۲-۴ تعریف مدل های دانشجویان ۵۶
۲-۵ مدل تفکر دانشجویان در فیزیک ۵۷
الف- ایده های های نامشخص..... ۵۸
ب- ارتباط مطالب (وابستگی) ۵۸
ت- وابستگی به بافت ۵۹
ث- تغییر پذیری ۵۹
ج- انعطاف پذیری ۵۹
۲-۶ مدل کج فهمی ۵۹
۲-۶-۱خصوصیات ایده های دانشجو ۵۹
۲-۷ مدل های دانشجویان در مکانیک کوانتوم ۶۰
۲-۷-۱ بررسی و شناسایی مدل های دانشجویان ۶۰
۲-۷-۱-۱ درگیری شدید با ایده های کلاسیکی ۶۱
۲-۷-۱-۲ مدل های ترکیبی ۶۱
۲-۷-۱-۳ حالت های مخلوط ۶۲

بخش سوم

۲-۱ اهمیت تونل زنی ۶۳
۲-۲ فیزیک تونل زنی ۶۵
۲-۲-۱ حل ریاضی معادله شرودینگر ۶۵
۲-۲-۲ تفسیر نموداری از تونل زنی کوانتومی ۶۹
۲-۳ تاریخچه و کاربرد های تونل زنی ۷۰
۲-۳-۱ واپاشی آلفا ۷۰
۲-۳-۲ گسیل سرد و میکروسکوپ روبشی تونلی ۷۱

فصل سوم: روش تحقیق

مقدمه ۷۵
۳-۱ روش تحقیق در آموزش فیزیک ۷۵
۳-۱-۱ مصاحبه ۷۵
۳-۱-۲ سؤال های چند گزینه ای ۷۶
۳-۲ روش تحقیق ما در این پروژه ۷۷
۳-۳ ابزار و نحوه جمع آوری داده ها ۷۷
۳-۳-۱ معرفی QMCS ۷۷
۳-۳-۲ تولید آزمون ۷۸
مراحل مختلف تولید آزمون ۷۸
۳-۳-۲-۱ مرحله اول (تعیین اهداف آزمون) ۷۸
۳-۳-۲-۲ مرحله دوم (ایجاد سؤال های آزمون و تجدید نظر) ۸۱
سؤال های تصحیح شده ۸۶
۳-۴ جامعه آماری ۸۸
۳-۵ شیوه اجرا ۸۸
۳-۶ روش تجزیه و تحلیل داده ها ۸۸

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده ها (یافته های تحقیق)

مقدمه ۹۰
۴-۱ بررسی سؤال ۱ ..... ۹۱
۴-۲ بررسی سؤال ۲ ..... ۹۲
۴-۳ بررسی سؤال ۳ ..... ۹۵
۴-۴ بررسی سؤال ۴ ..... ۹۶
۴-۵ بررسی سؤال ۵ ..... ۹۷
۴-۶ بررسی سؤال ۶ ..... ۹۹
۴-۷ بررسی سؤال ۷ ..... ۱۰۰

۴-۸ بررسی سؤال ۸ ..... ۱۰۱
۴-۹ بررسی سؤال۹"الف" ۱۰۲
۴- ۱۰ بررسی سؤال ۹"ب" ۱۰۴
۴- ۱۱بررسی سؤال ۹"پ" ۱۰۶
۴-۱۲ بررسی سؤال ۹"ت " ۱۰۶
۴-۱۳ برسی سؤال ۹"ث " ۱۰۷
۴-۱۴ بررسی سؤال ۹ "ج" و سؤال ۹ "چ" ۱۱۰
۴-۱۵ بررسی سؤال ۹ "ح" ۱۱۳
۴-۱۶ بررسی سؤال ۱۰ ..... ۱۱۵
۴-۱۷ بررسی سؤال ۱۱ و ۱۲ ..... ۱۱۸
۴-۱۸ بررسی سؤال۱۳ ..... ۱۲۲
۴-۱۹ بررسی سؤال ۱۴ ..... ۱۲۵
۴-۲۰ بررسی سؤال ۱۵ ..... ۱۲۷
۴-۲۱ بررسی سؤال ۱۶ ..... ۱۲۸
۴-۲۲ بررسی سؤال ۱۷ ..... ۱۲۹

فصل پنجم: نتیجه گیری، بحث و پیشنهاد ها

مقدمه ۱۳۲
۵-۱ میزان توزیع انواع سؤال ها در آزمون ۱۳۳
۵-۲ درک دانشجویان از موج مکانیکی ۱۳۳
۵-۳درک دانشجویان از احتمال کلاسیکی ۱۳۵
۵-۴ درک دانشجویان از نمودار انرژی پتانسیل ۱۳۵
۵-۴-۱ درک دانشجویان از پله پتانسیل ۱۳۷
۵-۴-۲ درک دانشجویان از سد پتانسیل ۱۳۹
۵-۴-۲-۱ انرژی ذره در تونل زنی ۱۴۰
۵-۴-۲-۲ رسم تابع موج برای ذره تونل زده، در سه ناحیه ۱۴۳
۵-۴-۲-۳ ذره ای با انرژی بیشتر ۱۴۵
۵-۴-۲-۴ تغییر سد (ارتفاع و عرض) ۱۴۶
۵-۴-۲-۴-۱ مدل های انرژی دانشجویان ۱۴۹
۵-۴-۳ درک دانشجویان از بازتاب کوانتومی ذره با انرژی بیشتر از انرژی سد و انرژی متوسط ۱۵۰
۵-۴-۳-۱ رسم تابع موج برای ذره ای که با انرژی بیشتر از انرژی سد به سمت آن فرستاده می شود..... ۱۵۰
۵-۴-۴ دید دانشجویان در مورد انرژی کل، جنبشی و پتانسیل ۱۵۱
۵-۵ درک دانشجویان از تابع موج ۱۵۲
۵-۵-۱ شکل ریاضی تابع موج ۱۵۴

۵-۵-۲ پیوسته بودن تابع موج در نواحی مرزی..... ۱۵۴
۵-۶ محدوده کارکرد مکانیک کوانتوم و کلاسیک و خصوصیات مواد کوانتومی ۱۵۵
۵-۷ اصل عدم قطعیت ۱۵۶
۵-۸ فصل مشترک مکانیک کوانتوم و کلاسیک ۱۵۶
۵-۹ نتایج ۱۵۷
۵-۱۰ پاسخ به سؤال های تحقیق ۱۶۳
۵-۱۱ مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات قبلی..... ۱۶۵
۵-۱۲ بحث و بررسی ۱۶۸
۵-۱۳ پیشنهاد ها ۱۷۴
۵-۱۴ محدودیت های تحقیق ۱۷۵
پیوست ها
ضمیمه ۱ (سؤال های آزمون برگزار شده) ۱۷۷
ضمیمه ۲ (متن کامل مصاحبه ۱) ۱۸۷
ضمیمه ۳ (متن کامل مصاحبه ۲) ۱۹۳
فهرست مقالات ارائه شده ۱۹۹
مرجع ها و مأخذ ها ۲۰۰

فهرست جدول ها :

جدول۲-۱ خصوصیاتی که دانشجویان برای ذره (جدول سمت راست) و موج (جدول سمت چپ) بیان کرده اند ۱۸
جدول ۲-۲ لیست بعضی از کج فهمی های مشاهده شده توسط استیر ۱۹
جدول ۲-۳ مثال هایی از الگوهای نمادین و طرح مفهومی ۳۷
جدول ۳-۱ نمونه جدول برای نمره گذاری سؤال ها ۸۲
جدول ۳-۲ سنجش روایی ظاهری و محتوایی سؤال ها ۸۳
جدول ۳-۳ مشخصات دو نسخه آزمایشی و اصلی آزمون ۸۴
جدول ۳-۴ محاسبه ضریب دشواری سؤال ها ۸۵
جدول ۴-۱ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۱، در مورد رسم نمودار انرژی پتانسیل ۹۲
جدول ۴-۲ بررسی آماری جوابهای دانشجویان به سؤال ۲ در مورد احتمال کلاسیکی ۹۴
جدول ۴-۳ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۳ در مورد درک دانشجویان از دامنه، طول موج و عدد موج مکانیکی ۹۶
جدول ۴-۴ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۴ در مورد ارتباط انرژی موج مکانیکی به دامنه و طول موج ۹۷
جدول ۴-۵ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۵ در مورد محدوده کارکرد مکانیک کلاسیک و کوانتوم ۹۸
جدول ۴-۶ بررسی آماری جوابهای دانشجویان به سؤال ۶ در مورد خصوصیت مواد کوانتومی ۹۹
جدول ۴-۷ بررسی آماری جوابهای دانشجویان به سؤال ۷ در مورد درک دانشجویان از اصل عدم قطعیت ۱۰۰
جدول ۴-۸ بررسی آماری جوابهای دانشجویان به سؤال ۸ مفهوم چگالی احتمال حضور ذره ۱۰۱
جدول ۴-۹ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال "۹ الف" در مورد احتمال وقوع پدیده تونل زنی ۱۰۳
جدول ۴-۱۰ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال" ۹ ب" در مورد مقایسه انرژی ذرات در ناحیه III و I ۱۰۵
جدول ۴-۱۱ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال" ۹ پ" در مورد پیوستگی پتانسیل و مشتق آن در نواحی مرزی ۱۰۶
جدول ۴-۱۲ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال" ۹ ت" در مورد شکل ریاضی تابع موج در نواحی سه گانه ۱۰۸
جدول ۴-۱۳ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال "۹ث" در مورد رسم تابع موج ۱۰۹
جدول ۴-۱۴ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال "۹ج" و "۹ چ" در مورد سودمندی تابع موج ۱۱۲
جدول ۴-۱۵ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال "۹ح" در مورد تشخیص حد کلاسیک و کوانتوم ۱۱۴
جدول ۴-۱۶ بررسی آماریجواب های دانشجویان به سؤال ۱۰ در مورد تأثیر افزایش انرژی ذره در تونل زنی ۱۱۶
جدول ۴- ۱۷ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال های ۱۱ و ۱۲ در مورد جواب های دانشجویان در مورد احتمال تونل زنی هنگامی که عرض سد یا انرژی سد افزایش یابد ۱۱۹
جدول ۴-۱۸ مدل هایی که دانشجویان برای تغییر انرژی در دو سد با انرژی و عرض بیشتر دارند ۱۲۱
جدول ۴-۱۹ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۱۳ در مورد ذره با انرژی بیشتر از سد ۱۲۳
جدول ۴-۲۰ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۱۴ در مورد پایستگی انرژی ۱۲۶
جدول ۴-۲۱ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۱۵ در مورد کاربردهای تونل زنی ۱۲۷
جدول ۴-۲۲ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۱۶ ..... ۱۲۸
جدول ۴- ۲۳ بررسی آماری جواب های دانشجویان به سؤال ۱۷ در مورد مقایسه دو پله پتانسیل ۱۳۰
جدول ۵-۱ نحوه توزیع سؤال ها در آزمون ۱۳۳

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱ توزیع مطالعات روی مفاهیم علمی دنشجویان ۱۴
شکل ۲-۲ توزیع تحقیقات روی فهم دانشجویان از موضوعات مختلف در فیزیک ۱۶
شکل ۲-۳ سؤال امتحان کلاسی مفهومی در مورد چاه پتانسیل داده شده در فیزیک ۲۶۳ در دانشگاه مریلند ۲۰
شکل ۲-۴ طرح رسم شده توسط دانشجویان برای نمایش انرژی پتانسیل (خط پر) و انرژی کل (خط چین) ۴۹
شکل ۲-۵ طرح ساخت شناسی یک فرد ۵۵
شکل۲-۶ نمایش استاندارد تونل زنی کوانتومی ۶۴
شکل ۲-۷ طرح سد پتانسیل، تابع موج و انرژی پتانسیل ۷۰
شکل ۲-۸ مدلی برای سد پتانسیلِ واپاشی آلفا ۷۰
شکل ۲-۹ یک طرف سد انرژی پتانسیل ۷۱
شکل ۲-۱۰ نمایی از کارکرد میکروسکوپ روبشی تونلی ۷۲
شکل ۳-۱ نقشه مفهومی تونل زنی ۸۰
شکل ۵-۱ نمونه ای از طرح های دانشجویان از تابع موج ۱۴۳

فصل ۱

- بیان مسأله
- اهمیت و ضرورت
- اهداف و سؤال های تحقیق
- تعریف واژه ها

مقدمه:

در دو دهه اخیر رشد تحقیق در زمینه آموزش فیزیک بسیار زیاد بوده است بطوری که محققان مطالعاتی درباره ی فهم دانشجویان از انواع پدیده های فیزیکی انجام داده اند، و مدل هایی برای توصیف فرایند تفکر دانشجویان، توسعه برنامه درسی برای بهبود فهم دانشجویان، و ارزیابی تأثیر روش های گوناگون و تحول یافته ی آموزش انجام داده اند. بسیاری از کارها در این زمینه، درباره ی فهم دانشجویان از موضوعات در دوره های فیزیک مقدماتی است، در حالی که در مقایسه، کار کمی درباره ی فهم دانشجویان در دوره های پیشرفته انجام شده است. هرچند این روند با توسعه گروه های تحقیقاتی و افزایش تمرکز روی تفکر دانشجویان در مکانیک کلاسیک، فیزیک حرارت، الکتریسته پیشرفته ومغناطیس، و مکانیک کوانتم، و موارد دیگر در حال دگرگونی است.

این پایان نامه به بررسی فهم دانشجویان از تونل زنی کوانتومی پرداخته است. از طریق مصاحبه ها و جواب هایی که دانشجویان به سؤال های امتحان داده اند، استدلال های دانشجویان در مورد پدیده ها تحلیل شده و مشکلاتی که دانشجویان با آنها روبرو هستند شناسایی گردیده است.

تونل زنی فرصت بسیار مناسبی برای مطالعه پذیرش ایده های مکانیک کوانتومی توسط دانشجویان است. مکانیک کوانتومی احتمال تونل زنی از سد انرژی پتانسیل را مجاز می داند، چیزی که قوانین فیزیک کلاسیک آنرا ممنوع می داند. بنابراین انتظار می رود بسته به این که استدلال ها با کدام یک از ایده های کلاسیکی یا کوانتومی بیان شوند، رفتار ذرات بطور چشم گیری متفاوت باشد. تونل زنی و دیگر پدیده های مکانیک کوانتومی نیاز به تفسیر احتمالاتی سیستم دارند، چیزی که بطور معمول در فیزیک کلاسیک با آن روبرو نیستیم. واژه های سد و واپاشی که کاربرد عرفی دارند، مشکلاتی را برای دانشجویان ایجاد می کند، تفسیر تابع موج که در نگاه اول شباهت نزدیکی به موج های مکانیکی دارد، چالش هایی را بوجود می آورد، و بسیاری از مشکلات دیگر که در طول این پژوهش به آنها پرداخته خواهد شد.

۱-۱بیان مسأله

مکانیک کوانتومی نظریه ای است که تقریباً همه ادراک امروزی ما از جهان فیزیکی بر پایه آن استوار است وتغییر اساسی در دیدگاه ما نسبت به جهان فیزیکی ایجاد کرده است. در ابتدای قرن بیستم، ظهور نسبیت و مکانیک کوانتومی نه تنها نشان دهنده ی کشف تئوری های جدیدی بود، بلکه یک چارچوب کاملاً جدید برای همه ی فیزیک محسوب می شد. نسبیت ایده های فیزیکدانان را از فضا و زمان تغییر داد و مکانیک کوانتومی عدم قطعیت، احتمالات و غیر جایگزیدگی را در بنیانهای فیزیک ایجاد کرد.

قلمرو نظریه کوانتومی از ابداع آن تا به امروز به حدی توسعه یافته که می توان رفتار ذرات زیر اتمی، خواص هسته و ساختار آن، و خواص جامدات را به کمک آن با موفقیت توصیف کرد. با وجود این، نظریه کوانتومی از همان آغاز درگیر مسایل مفهومی و فلسفی بوده است که فهم آن را دشوار و پذیرش آن را مشکل کرده است.

به طور مثال پدیده تونل زنی کوانتومی و مفهوم مستتر در آن با مفاهیم متعدد فیزیکی و فلسفی پیوند دارد (در نقشه مفهومی فصل سوم به این مفاهیم اشاره شده است). فهم این شبکه ی مفهومی برای درک پدیده تونل زنی اهمیت دارد.

بنا بر آنچه در بالا به آن اشاره شد درس مکانیک کوانتومی از دید دانشجو درسی سخت و انتزاعی و در عین حال جذاب است، به خاطر آن که درک مفاهیم آن، شهود دانشجو را دچار چالش می کند. شاید سخت تر از پذیرش مفاهیم مکانیک کوانتومی، فهم درست و عمیق آنهاست. تحقیقات نشان داده که حتی هنگامی که دانشجویان این ایده ها را می پذیرند، اغلب آنها را نمی فهمند یا اگر بفهمند در بعضی موارد دچارکج فهمی می شوند. برای تغییر این وضعیت باید فهم واضحی از اینکه چگونه دانشجویان در مورد این مفاهیم فکر می کنند بدست آوریم[۶].

تجربه نشان داده دانشجویانی که برای اولین بار با مکانیک کوانتومی آشنا می شوند در درک آن دچار مشکلاتی هستند. چرا که سالیان زیادی فقط کاربرد فیزیک کلاسیک و قوانین دینامیکی آن را آموخته و چارچوب ذهنی آنها به این صورت رشد کرده است[۱]. به بیان دیگر دانشجو عادت به درک مفاهیمی کرده است که با حواس خود می تواند با آنها ارتباط برقرار کند. در آموزش این درس به ناگاه دانشجو مجبور می شود دیدگاه خود را عوض کرده و در مورد پدیده هایی فکر کند که ارتباطی با تجربه های پیشین و شخصی او ندارند و گاهی اوقات با شهود کلاسیک او در تناقض هستند. او باید به پدیده هایی توجه کند که توصیف کمی آنها فقط با احتمال امکان پذیر است.

در حقیقت مکانیک کوانتومی یک انحراف از چارچوب سنتی فکری است که دانشجو قبلاً داشته است. به همین دلیل است که مکانیک کوانتومی از نظر دانشجو یک موضوع مهم و در عین حال مشکل است. در آموزش و یادگیری مکانیک کوانتومی مشکلات چندی وجود دارد از جمله:

۱- درک مفاهیم انتزاعی آن برای دانشجویی که عادت دارد برای درک هر چیزی، تصویری در ذهن ایجاد کند مشکل است؛

۲- مکانیک کوانتومی دارای ریاضیات سطح بالا و پیچیده است؛

۳- تدریس سنتی ارتباطی بین درس و جهان واقعی برقرار نمی کند. بنابراین دانشجو اهمیت مکانیک کوانتومی را درک نمی کند؛

۴- هنگام یادگیری مکانیک کوانتومی دانشجو سعی می کند برای فهم مفاهیم کوانتومی، آنها را با دانش قبلی خود در مکانیک کلاسیک ارتباط دهد[۷].

بنابراین، روش آموزش مکانیک کوانتومی باید به گونه ای باشد که علاوه بر تسهیل یادگیری برای دانشجویان، از ایجاد مفاهیم نادرست در ذهن آنها جلوگیری نماید. یعنی، برای دانشجو کج فهمی از مفاهیم به وجود نیاورد. پس قدم اول آن است که برای فهم مفاهیم مکانیک کوانتومی سعی شود تا راه جدید فکر کردن به دانشجو آموزش داده شود.

بیشترتحقیق های آموزش علوم بطور عام، و تحقیق آموزش فیزیک بطور خاص به بررسی ماهیت ایده های دانشجویان می پردازد. برای ما بهتر است که مشخصات ایده هایی که دانش آموزان دارند را بدانیم - خواه آنها همدوس (مترادف) یا متضاد هم باشند، وابسته یا غیر وابسته به بافت باشند، و مانند اینها- برای ما بهتر است که طرز تفکر دانشجو را توصیف و پیش بینی کنیم. چنین توضیح و قدرت پیش گویی می تواند به ما به عنوان معلم و طراح برنامه درسی در بهتر کردن کارکردمان کمک کند[۸].

از لحاظ تاریخی بسیاری از تحقیقاتی که در آموزش فیزیک انجام شده به بررسی استد لال هایی که دانشجویان در پاسخ دهی به سؤال ها انجام داده اند پرداخته است و بیشتر به چارچوب های منسجمی از ایده هایی که در ذهن دانشجویان رسوخ کرده و مانعی برای آموزششان هستند و محققان آنها را "کج فهمی"[1] نامیده اند، توجه شده است[۸].

تحقیقات انجام شده روی فهم دانشجویان از فیزیک نشان داده که دانشجویان در حل مسأله ایده های ثابتی ندارند و گاهی اوقات حتی ایده های متناقضی را برای جواب به سؤال های مشابه استفاده می کنند. در بعضی موارد هنگامی که یک مفهوم تحت بافت فیزیکی متفاوتی ارائه می شود (مانند سؤال های مختلف از یک مفهوم)، دانشجویان در شناسایی فیزیک صحیح آن مشکل دارند و تمایل به استفاده از آن بخشی از دانششان را دارند که توسط خصوصیات سطحی بافت خاصی تحریک شده است. بنابراین به نظر می رسد دانشجویان آمیزه ای از مدل های مختلف دارند (درست یا غلط) و بدون شناسایی شرایط مناسب آنها را به کار می برند[۹]. هدف اصلی این تحقیق این است که

[1] -Misconception