معرفی و بررسی سامانه جامع آزمایشگاه­های مجازی دانشگاه آمریتا

رضوانه امراللهی بیوکی[[1]](#footnote-1)، پریسا ملکی[[2]](#footnote-2)

**چکیده**

سیستم آموزشی جهان قبل از همه­گیری بیماری کووید-19 دچار بحران ترک تحصیل، توزیع نادرست تجهیزات آموزشی، عدم دسترسی حدود 250 میلیون دانش آموز به مدرسه بوده است. همه­گیری بیماری کووید-19 باعث تعطیل شدن بسیاری از مدارس و دانشگاه­ها و مضاعف شدن معضلات آموزشی شده است. یکی از مهم­ترین چالش­ها در این دوران، برای دروس آزمایشگاه­های عملی بوده است. سامانه­های آزمایشگاهی جامع بر پایه وب که بدون نیاز به نرم افزار­های پیچیده و در دسترس همگان علی­الخصوص دانشگاه­­ها و مدارس باشند، نیازی است که در دوران پساکووید هم مورد توجه خواهد بود. ازین رو ابتدا باید نمونه­های موفق موجود در جهان بررسی شوند تا بتوان نسخه بومی آن را پیاده سازی کرد. در این مقاله سعی شده به معرفی و بررسی وب سایت جامع آزمایشگاه­های مجازی دانشگاه آمریتا پرداخته شود. این وب­سایت با ساختار به­روز، بسیاری از رشته های مهندسی و علوم پایه را در عین رایگان بودن در بردارد. استفاده از این وب سایت شبیه سازی شده برای اولین بار در کشور و برای درس آزمایشگاه حالت جامد پیشرفته دانشگاه علم و صنعت ایران بررسی و نقد شده است.

کلمات کلیدی : آزمایشگاه مجازی، آموزش مجازی، سامانه آزمایشگاه آمریتا و آزمایشگاه فیزیک

**مقدمه**

آزمایشگاه های مجازی تحول بزرگی در عرصه ی آموزش علوم مختلف بوده اند. در حال حاضر بسیاری از کشورها یادگیری فیزیک و علوم دیگر را در این زمینه ارتقا دادند. استفاده از سامانه آزمایشگاه های مجازی امروزه همه گیر است و کاربران می توانند در هر ساعتی از شبانه روز و در هر مکانی به صورت برخط (آنلاین) آزمایش خود را به بهترین شکل انجام دهند (Heradio, 2016). در حالی­که آزمایشگاه های فیزیکی سنتی این امکان را صلب می­کنند. البته به این نکته نیز باید توجه داشت که آزمایشگاه مجازی هیچ گاه نمی­­ تواند به طور کامل جایگزین آزمایشگاه حضوری شود (Makransky,2019). ولی آزمایشگاه های مجازی در عین حال مقرون به صرفه هستند. وب­سایت آمریتا وابسته به دانشگاه آمریتا در کشور هند از فناوری های جدید یادگیری بهره گرفته و برای نسل جدید دانشجویان جذاب است. این سایت با استفاده از توضیح کامل بخش تئوری و داشتن شبیه ساز آزمایش و استفاده از انیمیشن ها، یادگیری آزمایشگاه های مجازی برای علوم فیزیک،شیمی و .... آسان تر می­کند و افراد می­توانند شبیه ساز آزمایش های مختلف را به صورت برخط تماشا کنند و تا حدودی با کارکرد دستگاه ها آشنا شوند. محیط های آزمایش با استفاده از پیشرفته ترین فناوری ها شبیه سازی شده اند. اغلب رشته های تحصیلی علوم پایه و مهندسی دارای واحد های عملی هستند که می­توان آنها را به دو صورت حضوری (سنتی) و مجازی ارائه کرد. با توجه به بیماری کووید-19 و هم چنین کمبود ابزار های آزمایشگاهی در برخی دانشگاه ها یا مدارس می توان به صورت بر خط و مجازی آزمایش های فیزیک را در وب سایت ها به خوبی انجام داد (Achuthan, 2018). برای آزمایشگاه های مجازی گزینه های بسیار زیادی وجود دارد مانند­­: Physics Simulations, Corocodil Physics, PhET, Physics Vlab وAmrita virtual lab (Fang, 2000) .

Amrita university یا Amrita vishwa Vidyapeetham یک از جوانترین دانشگاه های هند است که سرعت بسیار بالایی در رشد علم داشته است. این دانشگاه دارای بالاترین درجه الف از شورای ملی ارزیابی و اعتبار سنجی هند است. سامانه آمریتا در پاسخ به مأموریت ملی وزارت توسعه منابع انسانی هند در زمینه آموزش از طریق فناوری اطلاعات و ارتباطات طراحی شده است. پروژه آزمایشگاه های مجازی و قابل دسترس برای آموزش جهانی و برای دانشجویان کالج و دانشگاه­­ها در سراسر هند که ممکن است به امکانات یا تجهیزات آزمایشگاهی کافی دسترسی نداشته باشند. این آزمایشگاه مجازی فقط به اینترنت با پهنای باند مناسب و مرورگر وب استاندارد نیاز دارند. بیش از سیصد آزمایشگاه مجازی برای نه رشته اصلی علوم و مهندسی را در بر می­گیرد. این پروژه با مأموریت ملی و جهانی تا کنون با میلیون ها دانشجوی مهندسی و علوم پایه در سطوح کارشناسی و کارشناسی ارشد ارتباط برقرار کرده است (Achuthan, 2011).

آزمایشگاه مجازی یک محیط یادگیری تعاملی سه بعدی همه جانبه است که محیط یادگیری بسیار شبیه به محیط حقیقی آزمایشگاه است. بیش از 1000 مدرسه، کالج و دانشگاه در سراسر جهان از آزمایشگاه مجازی به عنوان منبع یادگیری و به عنوان مکمل یا جایگزین آزمایشگاه حضوری در طول همه گیری ویروس کووید-19 استفاده کرده اند (Osman, 2021). علی رغم قابلیت های فراوان وب­سایت آزمایشگاه­های مجازی آمریتا و رایگان بودن آن تاکنون گزارشی مبنی بر استفاده آن در کشور گزارش نشده است و برای اولین بار در درس آزمایشگاه حالت جامد پیشرفته دانشگاه علم و صنعت بررسی و استفاده شده است. استفاده از آزمایشگاه مجازی می­تواند در موارد زیر کمک کننده باشد.

* آزمایشگاه مجازی به عنوان کمک بصری برای آموزش مفاهیم پیچیده:

از آزمایشگاه های مجازی می توان برای کمک به دانش اموزان و دانشجویان در توضیح مفاهیم پیچیده نظری استفاده کرد. یک تجربه بصری و همه جانبه می تواند به دانش آموزان کمک کندکه مفاهیم پیچیده ای مانند ترکیب DNA را درک کنند.

* ابزاری برای به روزکردن دانش دانشجویان و دانش اموزان:
* یک تمرین قبل از آزمایشگاه حضوری :

می تواند به عنوان یک تمرین برای آموزش اقدامات ایمنی، تکنیک ها و روش های ایمنی مورد نیاز دانشجویان قبل از انجام آزمایش حضوری مورد استفاده قرار گیرد.

* برای تسهیل یادگیری بر خط در زمان شیوع همه گیری بیماری
* آزمایشگاه مجازی به عنوان یک تمرین برای بعد از درس آزمایشگاه حضوری :

قابل ذکر است که با توجه به فواید بسیار زیادی که آزمایشگاه های مجازی دارند نقاط ضعف و معایبی نیز دارند:

* کمبود امکانات، ابزارهای هوشمند و نبود اینترنت با سرعت مناسب در برخی نقاط کشور
* عدم یادگیری مسائل ایمنی در مواجه با دستگاه­های آزمایشگاهی

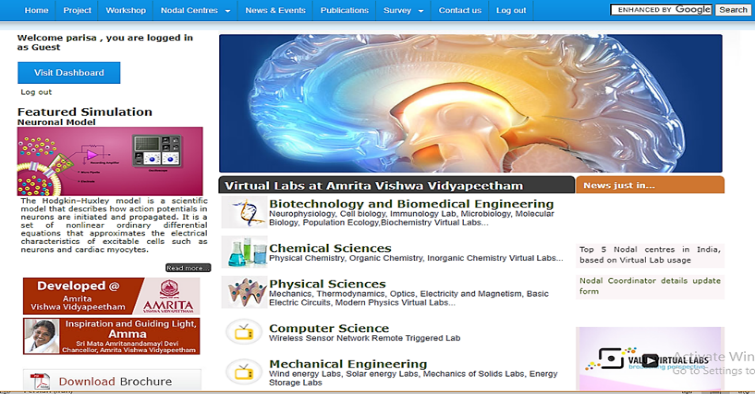
**معرفی وب سایت آمریتا و آزمایش های ارائه شده در ان وطریقه ی ثبت نام در آن :**

پس از جستجوی ادرس وب سایت <https://vlab.amrita.edu/> اولین صفحه ی وب سایت که در شکل یک نشان داده شده ­است وارد می شود.



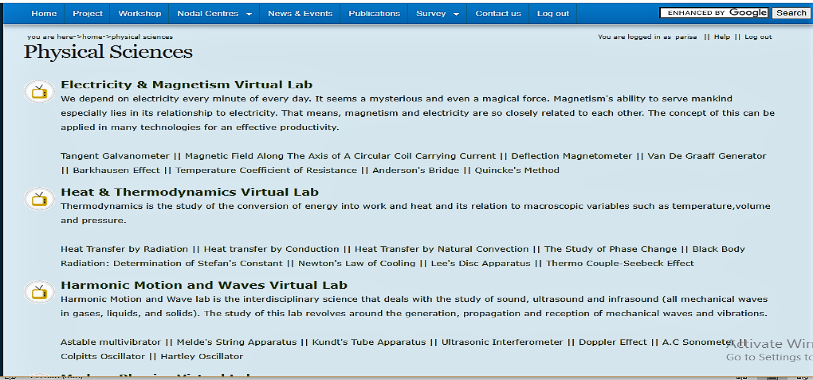
شکل 1: اولین صفحه ی وب سایت آمریتا جهت ثبت نام و ورود

بعد از وارد کردن ایمیل و انتخاب رمز برای صفحه شخصی وارد صفحه شکل دو خواهد شد. استفاده از این وب­سایت در راستای اهداف بشردوستانه دانشگاه آمریتا در حال حاضر برای دانشجویان در سراسر جهان رایگان است.



شکل2: صفحه ی اصلی وب سایت آمریتا، زمینه های علمی مختلف قابل مشاهده است.

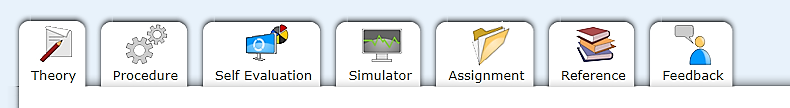
به طور مثال برای رشته فیزیک، آزمایشگاه­­های درسی مختلف در شکل 3 نمایش داده شده است.



شکل3: آزمایش های مربوط به رشته ی فیزیک

وب سایت آمریتا آزمایش­های مربوط به رشته شیمی را در 4 دسته ارائه کرده است که تعداد آزمایش های این 4 دسته نزدیک به 37 عدد است. رشته بیوتکنولوژی و مهندسی پزشکی شامل 25 دسته و نزدیک به 227 آزمایش است. رشته فیزیک آزمایش های خود را در 10 دسته ارائه کرده است که شامل 81 آزمایش است. مهندسی پزشکی نیز شامل 4 دسته و 34 آزمایش را دارا است. هر آزمایش نیز دارای 6 بخش است (شکل 4).

بخش اول تئوری آزمایش است که شامل هدف و معرفی ابزارهای مورد استفاده است. بخش دوم روند آزمایش را بیان می­کند و با توجه به این بخش می­توان به طور کامل آزمایش را انجام داد. بخش سوم شبیه ساز آزمایش است که دانشجو با توجه به فعایت­های گفته شده در بخش دوم آنها را انجام خواهد داد. بخش چهارم بخش انجام تکالیف است و وظایفی را بر عهده ی دانشجو خواهد گذاشت که با حل این تمرین ها به درک بالایی از آزمایش خواهد رسید. بخش پنجم بخش منابع و بخش ششم بخش ارزیابی شخصی است.



شکل 4: نوار مربوط به بخش های مختلف یک آزمایش

آزمایشگاه مجازی شیمی آمریتا آزمایش های خود را در 4 دسته ارائه می دهد:

1) شیمی فیزیک،2) شیمی آلی، 3) شیمی معدنی 4) شیمی تحلیلی پیشرفته

آزمایش های بخش مهندسی مکانیک نیز در 4 بخش ارائه شده است:

1) انرژی باد 2) انرژی خورشیدی 3) مکانیک جامدات 4) ذخیره انرژی

و در بخش مهندسی کامپیوتر درسی را تحت عنوان آزمایشگاه راه اندازی شبکه از راه دور سنسور بی سیم (آزمایشگاه سنجش از راه دور بی سیم، آزمایش، نظارت و مدیریت) می­توان مشاهد کرد. در پیوست جدول های منتخب از آزمایش­های رشته های مختلف آورده شده است. در این قسمت فقط به بررسی آزمایش های مربوط به رشته فیزیک پرداخته می­شود.

سامانه جامع آمریتا برای این رشته آزمایش های تقریبا کاملی را در 10 درس ارائه کرده است :

1) الکتریسیته و مغناطیس 2) گرما و ترمودینامیک 3) حرکت نوسانی و موج ها 4) فیزیک مدرن 5) اپتیک و لیزر 6) مکانیک 7) مدار های الکتریکی 8) مکانیک پیشرفته 9) اپتیک پیشرفته 10) حالت جامد

جدول 1: درس های مربوط به رشته فیزیک و شرح آزمایش های آن در سامانه آمریتا

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1) آزمایشگاه مجازی الکتریسیته و مغناطیس | 2) آزمایشگاه مجازی گرما و ترمودینامیک | 3) آزمایشگاه مجازی حرکت نوسانی و موج ها | 4) آزمایشگاه مجازی فیزیک مدرن | 5) آزمایشگاه مجازی اپتیک و لیزر |
| گالوانومتر | انتقال گرما توسط تابش | اثر داپلر | آزمایش فرانک – هرتز | تداخل سنج مایکلسون- ضریب شکست صفحه ی شیشه ای |
| میدان مغناطیسی در امتداد محور جریان سیم پیچ دایره ای | انتقال گرما توسط هدایت | تداخل سنج اولتراسونیک | صفحه ی خورشیدی | حلقه های نیوتن- ضریب شکست مایعات |
| مغناطیس سنج انحرافی | انتقال گرما توسط همرفت طبیعی | نوسانگر Hartley | اثر فوتوالکتریک | تداخل سنج مایکلسون – طول موج پرتوی لیزر |
| ژنراتور Van De Graaff | - مطالعه ی تغییر فاز | - مولتی ویبراتور پایدار | یافتن ثابت پلانک | واگرایی پرتو لیزر و اندازه ی لکه |
| اثر Barkhausen | - تشعشع جسم سیاه : تعیین ثابت استفان | دستگاه Melde's String | طیف های انتشار | حلقه های نیوتن – طول موج نور |
| ضریب مقاومت دما | Newton's Law of Cooling | دستگاه Kundt's Tube | خصوصیات مواد مغناطیسی از طریق هیسترزیس | تعیین زاویه ی بروستر |
| پل اندرسون | دستگاهLee's Disc | A.C Sonometer | قطره روغن میلیکان | دیافراگم عددی فیبر نوری |
| روش Quincke | اثرThermo Couple Seebeck | نوسان ساز Colpitts | Abbe's Refractometer |  |

ادامه جدول شماره 1

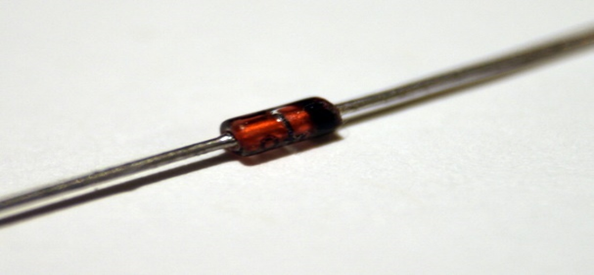
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 6) آزمایشگاه مجازی فیزیک مکانیک | 7) آزمایشگاه مجازی مدار های الکتریکی | 8) آزمایشگاه مجازی مکانیک پیشرفته | 9) آزمایشگاه مجازی اپتیک پیشرفته | 10) آزمایشگاه مجازی حالت جامد |
| لحظه ی سکون چرخ و فلک | مدارهای RC موازی | ضریب سفتی سیم تعلیق آونگ پیچشی | توان تجزیه ی یک منشور | ویژگی های دیود زنر |
| اونگ بالستیک | مدارهای LC موازی | مدول یانگ-nonuniform bending | زاویه منشور با استفاده از طیف سنج | ویژگی های ترمیستور |
| حرکت پرتابه | قضیه ی Thevenin | آونگ مرکب متقارن | اسپکترومتر منحنی i-i' | مقاومت به روش چهار پروب |
| برخورد الاستیک و غیر الاستیک | مدار های سری RL | پاندول Kater | اسپکترومتر منحنی i-d | منحنی B-H |
| برخورد توپ ها | قضیه ی Norton | محاسبه مدول یانگ | Spectrometer- Determination of Cauchy's constants | آزمایش اثر هال |
| قانون دوم حرکت نیوتون | مدار های سریLCR | ممان اینرسی پاندول پیچشی | طیف سنج، ضریب شکست مواد منشور | آزمایش Cornus |
| ممان اینرسی چرخ | قوانین کیریشهوف | Rigidity Modulus | طیف سنج، قدرت پراکندگی منشور | دیود زنر به عنوان تنظیم کننده ولتاژ |
| نوسانات پیچشی در مایعات مختلف | مدار های سری RC,LC,LCR,RL |  | پراش سنج Diffraction Grating | ساختار کریستالی |

آزمایشات بسیار زیادی در این وب سایت وجود دارند اما تمرکز در این پژوهش بر روی شاخه ی فیزیک حالت جامد و ماده چگال است. در آزمایشگاه حالت جامد 8 آزمایش اصلی این شاخه در این وب­سایت وجود دارد که می­توان به صورت شبیه سازی شده با دستگاه های آن کار کرد و داده های مورد نظر را به دست آورد. به طور مثال در این بخش به آزمایش "دیود زنر به عنوان تنظیم کننده ولتاژ" به طور دقیق تر پرداخته می­شود.

**الف-مشخصات دیود زنر:**

دیود یک جز الکترونیکی است که از دو الکترود به نام های آند و کاتد تشکیل شده است. بیشتر دیود ها از مواد نیمه رسانا مثل سیلیکون و ژرمانیوم یا سلنیوم ساخته می شوند (Witt, 2000) . از دیودها می­توان به عنوان یکسو کننده ها، محدود کننده­های سیگنال، تنظیم کننده­های ولتاژ، کلیدها، تعدیل کننده های سیگنال، میکسرهای سیگنال، دمولاتورهای سیگنال و اسیلاتورها استفاده کرد.

در این آزمایش نوع خاصی از دیود ها به نام دیود زنر مدنظر است. دیود زنر هم مثل یک دیود نیمه هادی عادی جهت جریان را به یک سمت هدایت می کند اما خصوصیت منحصر به فرد آن این است که وقتی ولتاژ به یک مقدار مشخص (ولتاژ شکست) میرسد به جریان اجازه می دهد که در جهت معکوس حرکت کند. در این آزمایش دانشجو نمودار مشخصه I-V یک دیود اتصال را رسم می­کند.



شکل 5: نمایی از دیود زنر

محیط انجام آزمایش به صورت شکل 6 است. در شکل گزینه ی insert a key button را قرار دارد. از این گزینه برای قرار دادن دکمه روی کلید متصل به باتری استفاده کرده است. این کلید فقط در صورت کامل بودن اتصال فعال میشود.

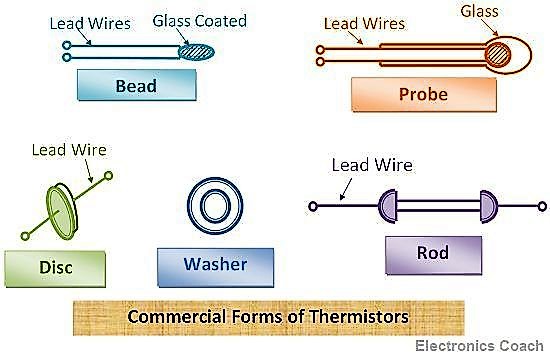


شکل6: محیط آزمایش دیود زنر

قدم دوم انتخاب دیود زنر است. جعبه ی ترکیبی برای انتخاب دیود های مختلف زنر با ولتاژهای متفاوت استفاده می­شود.

مرحله­ی بعدی، انتخاب مقدار مقاومت سری است که می­توان مستقیما در قسمت مربوطه وارد کرد. سپس با استفاده از لغزنده رئوستات را کنترل کرد. مقدار مقاومت بار را باید با استفاده از نوار لغزنده تنظیم یا تغییر داد و نهایتا دکمه ی reset برای تنظیم مجدد همه ی اتصالات است.

**ب – مشخصات ترمیستور :** ترمیستور نوعی مقاومت است که مقاومت آن به شدت به دما بستگی دارد. کلمه ترمیستور ترکیبی از کلمات "حرارتی" و "مقاومت" است. ترمیستور عنصر حسگر دما است که از مواد نیمه رسانای متخلخل و گاهی مخلوطی از اکسیدهای فلزی مانند منگنز، نیکل، مس و آهن تشکیل شده است که متناسب با تغییر اندک دما، مقاومت زیادی را نشان می­دهد. فلزات خالص دارای ضریب مقاومت دمایی مثبت، آلیاژها تقریباً برابر ضریب مقاومت صفر هستند و نیمه هادی­ها دارای ضریب مقاومت دمایی منفی هستند.

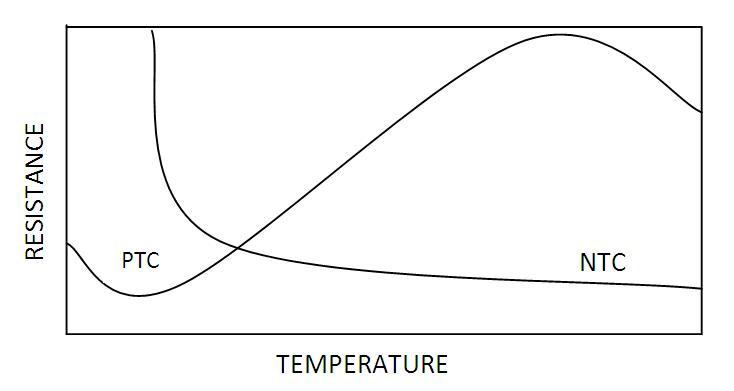
شکل7: ترمیستور های مختلف و ساختار آنها

ترمیستورها را می توان به دو نوع طبقه بندی کرد:

1-ترمیستور ضریب دمای مثبت که با افزایش دما مقاومت افزایش می یابد.

2-ترمیستور ضریب دمای منفی که با افزایش دما مقاومت کاهش می یابد.

ترمیستور یک ویژگی بسیار غیرخطی از مقاومت در برابر دما را نشان می دهد به نمودار شماره ی 8 دقت کنید:



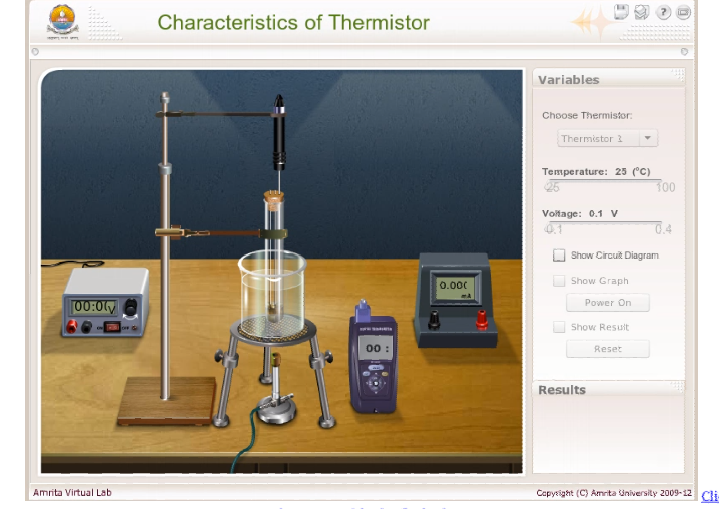
شکل8: نمودار مقاومت – دما ترمیستور که بیانگر ویژگی غیر خطی است

از ترمیستور های ضریب دمای مثبت می­توان به عنوان عناصر گرمایشی در کوره های کنترل شده با درجه حرارت کوچک استفاده کرد و از ترمیستور های ضریب دمای منفی می توان به عنوان دستگاه های محدود کننده ی جریان تهاجمی در مدار های منبع تغذیه استفاده کرد. جریان هجومی به جریان مصرفی بار الکتریکی در لحظه اتصال بار به منبع تغذیه گفته می‌شود. ترمیستورها در اندازه ها و اشکال مختلف موجود هستند.کوچکترین اندازه ی دانه ها با قطر 0.15میلی متر تا 1.25 میلی متر هستند. برای تغییر دمای ترمیستور داخلی یا خارجی دو روش اساسی وجود دارد. دمای ترمیستور را می توان با تغییر دمای محیط اطراف و در داخل با گرمایش خود حاصل از جریانی که در دستگاه جریان دارد تغییر داد. وابستگی مقاومت به دما را می توان با معادله زیر تقریب زد :

R مقاومت ترمیستور در دمای T است دمای T برحسب کلوین بیان میشود.

مقاومت ما در دمای T0است این دما نیز بر حسب کلوین بیان میشود.وβثابت ماده ی خاص است. ثابت خاص ترمیستور ضریب دمای منفی اندازه گیری مقاومت ان در یک دما نسبت به مقاومت ان در دمای متفاوت است (Razeghi, 2006).

اگر از رابطه ی 1 لگاریتم میگیریم :



شکل9: محیط کار آزمایش ترمیستور

**نتیجه گیری :**

آزمایشگاه مجازی بر پایه وب­سایت شبیه سازی شده یکی از روش جایگزین کلاس های درس آزمایشگاه به روش حضوری است که در دروان همه گیری بیماری کووید-19 مورد استفاده قرار گرفته است. در این مقاله به معرفی یکی از این وب­سایت ها از دانشگاه آمریتا در هند پرداخته شد. قابلیت ها و بخش­های مختلف وب­سایت برای رشته­های مختلف بررسی شد. به طور خاص آزمایش­های رشته فیزیک به طور مفصل بیان شد و به عنوان نمونه دو آزمایش مربوط به درس حالت جامد، آزمایش دیود زنر و آزمایش ترمیستور، دقیق تر و به همراه جزییات شرح داده شد. علی رغم رایگان بودن این وب سایت و امکانات فراوان آن تا کنون گزارشی مبنی بر استفاده از آن برای دروس مجازی در کشور ملاحظه نگردیده است. این آزمایشگاه برای اولین بار در درس حالت جامد پیشرفته دانشگاه علم و صنعت ایران گزارش گردید.

**منابع:**

Achuthan, K., Sreelatha, K. S., Surendran, S., Diwakar, S., Nedungadi, P., Humphreys, S., . . . Mahesh, S. (2011). The VALUE @ amrita virtual labs project: Using web technology to provide virtual laboratory access to students. Paper presented at the Proceedings - 2011 IEEE Global Humanitarian Technology Conference, GHTC 2011, 117-121.

Achuthan, K., Kolil, V. K., & Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. Education and Information Technologies, 23(6), 2499-2515.

Fang, H., Wu, H., Yang, P., & Zhai, C. X. (2014). VIRLab: A web-based virtual lab for learning and studying information retrieval models. Paper presented at the SIGIR 2014 - Proceedings of the 37th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, 1249-1250.

Heradio, R., De La Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. Computers and Education, 98, 14-38.

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. Learning and Instruction, 60, 225-236.

Razeghi, M. (2006). Fundamentals of solid state engineering. Fundamentals of solid state engineering (pp. 1-882)

Witt, D., & Reymann. (2000). Using power spectra and allan variances to characterise the noise of zener-diode voltage standards. IEE Proceedings: Science, Measurement and Technology, 147(4), 177-182.

Usman, M., Suyanta, & Huda, K. (2021). Virtual lab as distance learning media to enhance student's science process skill during the COVID-19 pandemic. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series, 1882(1)

**پیوست**

جدول 2: آزمایش­های مربوط به رشته شیمی

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1- شیمی فیزیک** | **2- شیمی آلی** | **3- شیمی معدنی** | **4- شیمی تحلیلی پیشرفته** |
| طیف سنجی (spectrophotometry) | تشخیص گروه های عملکردی | تجزیه و تحلیل آب- تعیین پارامترهای فیزیکی | تعیین میزان کربن آلی موجود در خاک |
| (cryoscopy) | تشخیص عناصر: آزمایش Lassaigne | تجزیه و تحلیل آب- تعیین پارامترهای شیمیایی | تعیین میزان نیتروژن موجود در خاک ب |
| Ebullioscopy | جداسازی ترکیبات با استفاده از کروماتوگرافی ستونی | تیتر کردن اسید - باز | تعیین میزان فسفر موجود در خاک به روش |
| اندازه گیری EMF | تصفیه با تقطیر جزئی/تبلور | تخمین وزنی باریوم | برآورد الکترواگرامتری فلزات |
| تعیین ویسکوزیته­ی حلال های آلی | تصفیه با تقطیر بخار /تبلور | تخمین وزنی نیکل | برآورد محتوای فسفات در نوشابه ها |
| ایزوترم جذب | فتومتر فلاش لیزری | نظریه میدان بلور | فوتومتری شعله |
| (Tafel equation) | آماده سازی آلی \_ ترکیب ایزاتین | نظریه گروهها | پولاروگرافی-تعیین­غلظت­ناشناخته کادمیوم |
| تعیین ویسکوزیته ی میانگین وزن مولکولی پلیمر | تخمین آسپرین | تجزیه و تحلیل آلیاژ (برنج) | پولاروگرافی- تعیین غلظت ناشناخته ویتامین C |
| (Calorimetry) | تخمین گلوکز | تعیین رسانایی خاص خاک |  |
|  | محاسبه ی لامبدای (لاندا ) ماکزیمم ترکیبات آلی با استفاده از قوانین woodward Fieser | تعیین pH خاک |  |

جدول 3: آزمایش­های مربوط به رشته بیوتکنولوژی و مهندسی پزشکی

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1) بیوانفورماتیک و علم داده در بیوتکنولوژی | 2) نوروفیزیولوژی | 3) شبیه سازی نورون | 4) بیوشیمیI | 5) بیوشیمی II | 6) اکولوژی جمعیت I |
| نوشتن و خواندن داده های متوالی در R | آماده سازی برش مغز | مدل سازی پتانسیل های استراحت در سلول های عصبی یا نورون ها | تجزیه و تحلیل کیفی کربوهیدرات ها | جداسازی β\_Amylase از سیب زمینی شیرین | جمعیت با رشد مداوم و گسسته |
| خواندن FASTA با استفاده از SequinR | مدل نورون ساده –نورون HH | مدل سازی پتانسیل های عمل(action) | ته نشینی ایزوالکتریک پروتئین ها | Zymography | گسترش افات جمعیت-تهاجم جمعیت |
| تنظیم توالی زوجی از توالی پروتئین یا DNA | تکنیک Patch Clamp | مدلسازی یکسوساز تاخیری کانال­های پتاسیم | برآورد کمی اسیدهای آمینه توسط نین هیدرین | استخراج کافئین از چای | ساختار سنیLeslie Matrix |
| استعلام پایگاه داده NCBI در R | تکنیک Current Clamp | مدل سازی کانال یون سدیم و اثرات آن بر پیام رسانی عصبی | جداسازی اسیدهای آمینه با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک | ساخت منحنی استاندارد Maltoseبا روش DNS | Stage Structured Leslie Matrix |
| بازیابی توالی پروتئین UniProt در R | تکنیک Voltage Clamp | پروتکل Current Clamp | براوردی از صابون سازی و مقدار چربی ها و روغن های ان | جداسازی رنگدانه های گیاهی با استفاده از کروماتوگرافی ستونی | دینامیک فراجمعیت مدلLevins |
| تجزیه و تحلیل محتوای سیتوزین \_ گوانین و مبانی آمار توالی DNA | مطالعه ی انتقال Synaptic | پروتکل Voltage Clamp | تشخیص تقلب در شیر | مطالعات ساختاری Phycobiliproteins از Spirulina | رقابت بین گونه ای و همزیستی |
|  | اندازه گیری پتانسیل های میدانی با استفاده از تراشه های MEA | درک رابطه ی فرکانس – جریان | تجزیه و تحلیل کیفی اسید آمینه | ساخت منحنی استاندارد پروتئین با استفاده از روش Folin’s Lowry | تأثیر رقابت بین گونه ای بر مرز گونه ها |
|  | درک ویژگیهای غیرفعال یک نورون ساده | نمودار جریان – ولتاژ | برآورد مقدار ید در چربی ها و روغن ها | تأثیر غلظت لایه بر سینتیک آنزیم ها | رشد جمعیت لجستیکی: پیوسته و گسسته |
|  | اثرات کانال های یونی در بیوفیزیک غشایی | تأثیر مسدود کننده های دارویی بر پتانسیل عمل | منحنی تیتراسیون اسیدهای آمینه | تاثیر دما بر سینتیک آنزیم | دینامیک انگل واره – میزبان |
|  | تأثیر نویز بر روی عصب های افزایش یافته |  | برآورد قند خون با روش Glucose oxidase |  | حفاظت از گونه های در خطر انقراض |

جدول 3: ادامه آزمایش­های مربوط به رشته بیوتکنولوژی و مهندسی پزشکی

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8) اکولوژی جمعیت II | 9) ایمونولوژی I | 10) ایمونولوژی II | 11) میکروبیولوژیI | 12) میکروبیولوژیII | 13) زیست شناسی مولکولی I | 14) زیست شناسی مولکولی II |
| شبیه سازی Lotka Volterra | جمع آوری سرم از خون | انتشار دوگانهOuchterlony-titration | روش Gram Stain | تست Voges Proskauer | تهیه سهام بافر (TBE، TE و TAE) | آماده سازی فنول متعادل |
| Effect of Predator Efficiency on Equilibrium Densities & Pop. Stability | آزمایش گروه بندی خون | انتشار دوگانه Ouchterlony-الگوها | تکنیک آسپتیک و انتقال میکروارگانیسم ها | Triple Sugar Iron Agar | جداسازی پلاسمید | جداسازی RNA |
| تاثیر رفتار اجتماعی بین جمعیت شکار-شکارچی | Latex Agglutination | تصفیه آنتی بادی های igg با سولفات آمونیوم | روش Streak Plate | تست Urease | استخراج DNA از ماهیان باله | الکتروفورز ژل پلی اکریل آمید |
| اثرات حمل ظرفیت و اشباع در دینامیک طعمه شکارچی | INDIRECT Elisa | حذف تیموس و طحال از موش | Motility Test | آزمایش شیر لیتموس | روش هات شات استخراج DNA | Ligation (Using T4 DNA Ligase) |
| Harvesting a Prey Population | DIRECT Elisa | بیهوشی و جمع آوری خون موش | Catalase and Coagulase Test | Slide Culture Technique for Fungi | Agarose Gel Electrophoresis (AGE) | واکنش زنجیره ای پلیمراز (PCR) |
| تغذیه مطلوب با حداقل زمان: موردی برای جستجوی شکارچیان | SANDWICH Elisa | تزریق های Parenteral | شناسایی میکروارگانیسم ها | سنجش پلاک باکتریوفاژ برای تیتر فاژ | هضم محدود کننده |  |
| تغذیه ی مطلوب : جستجوی شکارچیانی که انرژی را به حداکثر می رسانند | سنجش ELISPOT | برچسب گذاری فلورسنت آنتی بادی ها | Lecithinase Test | جداسازی و شناسایی جهش یافته هایAuxotrophic ومقاوم به دارو | نگهداری و ذخیره سازی سلول های DH5alpha E.coli | آبکاری باکتریوفاژ |
| گرده افشان های بهینه | برچسب گذاری آنتی بادی با HRP | تجزیه IgG با استفاده از Papain | منحنی رشد باکتری | جداسازی و شناسایی دو ناشناخته باکتریایی | آماده سازی سلول شایسته (درمان کلرید کلسیم) | Plasmid Curing |
| تغذیه ی مطلوب:نشستن و منتظر ماندن شکارچیانی که انرژی را به حداکثر می رسانند | استخراج آنتی بادی IgG از تخم مرغ ایمن سازی شده | تجزیه IgG با استفاده از پپسین | آزمایش تخمیر کربوهیدرات | مسیرهای تلقیح ویروسی در تخمک های جنینی | دگرگونی سلولهای میزبان | استخراج DNA باکتریوفاژ از کشتهای بزرگ با استفاده از پروتئیناز K و SDS |
| میکرو پارازیت و ماکروپارازیت-دینامیک میزبان | جداسازی لنفوسیت ها از خون کامل |  | Differential and Cytological Staining Techniques | توالی یابی RNA ریبوزومی 16S | استخراج DNA از ژل آگاروز | تهیه ذخایر باکتریوفاژ لامبدا با لیز صفحه و شستشو |

جدول 3: ادامه آزمایش­های مربوط به رشته بیوتکنولوژی و مهندسی پزشکی

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **15) زیست شناسی سلول I** | **16) زیست شناسی سلولII** | **17) تجزیه و تحلیل تصویر بیولوژیکی** | **18) بیوانفورماتیک I** | **19) بیوانفورماتیک II** | **20) بیوانفورماتیک III** | **21) زیست شناسی سیستم ها** |
| میکروسکوپ نوری | Lignin Staining | مقدمه ای بر تجزیه و تحلیل تصویر بیولوژیکی | بازیابی داده های متوالی از Entrez | هم ترازی جهانی دو دنباله الگوریتم Needleman Wunsch | تجسم ساختار ثانویه پروتئین | مدل سازی و شبیه سازی ریاضی شبکه بیوشیمیایی |
| سازمان سلولی و مطالعات ساختار زیر سلولی(Prokaryotic and Eukaryotic) | هموسیتومتر (شمارش سلول ها) | تعیین مقدار لیگنین در بخشهای بافت | مکان یابی کروموزوم یک ژن | Smith-Waterman Algorithm - Local Alignment of Sequences | محاسبه فاصله بین لیگاند و آمینو اسید خاص | وارد و شبیه سازی کردن مدل ها از پایگاه های داده مختلف |
| میکروسکوپ الکترونی عبوری | تعمیر و نگهداری خطوط سلولیMamallian | تجزیه و تحلیل مورفولوژی سلول | بازیابی داده های بیان ژن از GEO | تراز توالی زوجی با استفاده از BLAST | یافتنActive Site Pockets از یک مولکول پروتئین معین | برای وارد کردن و شبیه سازی یک مدل از مخزن |
| جداسازی Mitochondria | پیوست سلولی | شمارش ذرات فلورسنت | بازیابی مقالات با استفاده از PubMed | تراز توالی زوجی با استفاده از FASTA | تجزیه و تحلیل ساختار اولیه پروتئین با ProtParam | SBML |
| جداسازی کلروپلاست | مهاجرت سلولی | شمارش کل فلورسانس در یک سلول | پیدا کردن ORF از دنباله معین | تراز چند توالی با CLUSTAL W | تجزیه و تحلیل ساختار ثانویه یک پروتئین با SOPMA | ایجاد و تجسم یک مدل شبکه ساده |
| جداسازی شبکه آندوپلاسمی | Actin Assembly | تجزیه و تحلیل ژل های مولکولی (مطالعه موردی در الکتروفورز ژل پلی اکریل آمید) | بازیابی داده های ساختاری یک پروتئین با PDB | ساخت Cladogram | تجزیه و تحلیل سطحی پروتئین با CASTP | تجزیه و تحلیل شبکه های بیولوژیکی برای تشخیص ویژگی |
| مبانی فرهنگ بافت گیاهی | Mitosis in Onion Root Tips | Quantification of Stained Liver Cells | بازیابی اطلاعات موتیف پروتئین با استفاده از پروزیت | تجزیه و تحلیل فیلوژنتیک با استفاده از درختان ریشه دار PHYLIP | بازیابی جزئیات یک مولکول دارو | ادغام شبکه های بیولوژیکی و داده های بیان ریزآرایه |
| سنجش جذب گلوکز | تکثیر سلولی | تعیین تعداد مستعمرات باکتریایی در یک Agar Plate | بازیابی اطلاعات ژن از پایگاه داده TAIR | تجزیه و تحلیل فیلوژنتیک با استفاده از درختان فاقد ریشه PHYLIP | تبدیل فرمت های فایل شیمیایی | تجزیه و تحلیل شبکه با یافتن ماژول های فرعی |
| Transfection | مطالعات مسمومیت در ماهی زبرا | میزان اسیدهای آمینه موجود در مخلوط | طراحی پرایمر | حاشیه نویسی ژنوم و تراز چند توالی. | مدل سازی همولوژی با استفاده ازModeller |  |
| Western Blotting | فرهنگ سلولی اولیه | مقدار پروتئین موجود در یک نمونه |  |  | تداخل پروتئینی لیگاند |  |

جدول 3: ادامه آزمایش­های مربوط به رشته بیوتکنولوژی و مهندسی پزشکی

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **22) طراحی داروها به کمک رایانه** | **23) اکولوژی** | **24) Bio-inspired Robotics** | **25) بیوفیزیک** |
| ساخت مدل محاسباتی یک مولکول | تعیین pH نمونه فاضلاب | کنترل موتور servo در محیط زیستی روباتیک (Remote Trigger) | استفاده از میکروسکوپ نوری (Remote Trigger) |
| معرفی اتم های هیدروژن به عنوان یک مولکول | تقاضای اکسیژن بیولوژیکی | آشنایی با سینماتیک یک robotic upper arm | مشاهده سلول حیوانی با استفاده از میکروسکوپ نوری (Remot Trigger) |
| محاسبه زاویه دو طرفه یک مولکول | تقاضای اکسیژن شیمیایی از اب فاضلاب | Understanding the kinematics of a robotic upper arm - Interactive (Remote Trigger) | مطالعه خواص RC غشای سلولی (Remot Trigger) |
| به حداقل رساندن انرژی یک مولکول | چرخه نیتروژن | فرایند سنجش نور در یک مدار عصبی (Remote Trigger) | مطالعه سلولهای قابل تحریک الکتریکی (Remote Trigger) |
| پیش بینی ساختار مدل سازی همولوژی پروتئین | مقدمه ای مختصر بر تعاملات گونه ها در بوم شناسی | تشخیص الگو در شبکه عصبی سخت افزاری (Remote Trigger) | پدیده Burstingدر زیست شناسی از طریق مدل های RC |
| تداخل گیرنده- دارو | رشد جمعیت باکتریایی | مکانیسم حرکت ربات واکر با 4 نورون (راه اندازی از راه دور) | میکرومتری (Remote Trigger) |
| جذب و توزیع ویژگی پیش بینی در فرایند طراحی دارو | تهاجم جمعیت (تهدیدی برای اکوسیستم) | مطالعه تعامل با مدارهای عصبی | مدلسازی چند قسمتی رفتار بیوفیزیکی نورونها (Remote Trigger) |
| پیش بینی سمیت مولکول | بررسی تغذیه موجودات زنده در اکوسیستم | ساخت یک مغز شش هسته ای مانند مدار (Remote Trigger) | درک فتوسنتز به عنوان یک فرایند بیولوژیکی بسته |

جدول 4: ادامه آزمایش­های مربوط به مهندسی انرژی

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1) انرژی باد | 2) انرژی خورشیدی | 3) مکانیک جامدات | 4) ذخیره انرژی |
| بادسنج | اندازه گیری انرژی خورشیدی- pyrheliometer(دستگاه سنجش مقدار انرژی ساطع شده از خورشید) | تئوری پرتو I | ابرخازن |
| تجزیه و تحلیل مدل سازی باد | اندازه گیری انرژی خورشیدی- pyranometer (ابزاری که شدت تابش دریافتی از هر قسمت آسمان را اندازه گیری می کند) | تئوری پرتو II | باتری |
| تونل باد- فشار | اندازه گیری انرژی خورشیدی | مدول یانگ در UTM | باتری AC flywheel |
| تونل باد-نیرو | ردیاب PV خورشیدی | نسبت پواسون به UTM | باتری PbA |
| تونل باد – زاویه | External Compound Parabolic Collector (XCPC) - Oil | اصل Saint Venan | باتری Ni-cad |
| تونل باد pitot-(آنتن فشارسنج هوا) | External Compound Parabolic Collector (XCPC) - Water | توزیع تنش در اطراف یک سوراخ دایره ای | باتری Ni-MH |
| دینامومتر | از طریق پارابولیک- زاویه | Stress Concentration around a Notch using UTM | باتری Li-ion |
| توربین بادی (تولید برق در توربین بادی) | از طریق پارابولیک- نرخ جریان | آزمایش Creep | باتری Li-Po |

1. [استادیار](mailto:استادیار)، عضو هیئت علمی دانشکده فیزیک دانشگاه علم و صنعت، Amrollahir@iust.ac.ir [↑](#footnote-ref-1)
2. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش ماده چگال، دانشکده فیزیک دانشگاه علم و صنعت، Parisa\_maleki@physics.iust.ac.ir [↑](#footnote-ref-2)