

طرح درس جهت ارائه در نیمسال دوم 1402-1403

|               |                                           |               |                                                                                                                                                      |
|---------------|-------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| دانشکده       | علوم پایه                                 | گروه          | شیمی تجزیه                                                                                                                                           |
| گرایش         | شیمی تجزیه                                | مقطع          | دکتری                                                                                                                                                |
| نام درس       | حسگرهای شیمیایی و بیوشیمیایی<br>(5013048) | نوع درس       | پایه <input type="checkbox"/> نظری ×<br>تخصصی × <input type="checkbox"/> عملی<br>اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> |
| تعداد واحد    | ۳                                         | نام استاد     | علیزاده مطلق                                                                                                                                         |
| دروس پیش نیاز | اسپکتروسکوپی و الکتروشیمی                 | تلفن دفتر کار | ۳۴۰۹                                                                                                                                                 |
| دروس هم نیاز  | -                                         | پست الکترونیک | alizaden@modares.ac.ir                                                                                                                               |

✓ اهداف درس: آشنایی با پدیده های فیزیکی و شیمیایی و نانو مواد و کاربرد آنها در طراحی و ساخت حسگرها جهت آشکارسازی و

اندازه گیری گونه های مورد نظر در صنعت و نظام سلامت

✓ رئوس مطالب و برنامه ارائه در کلاس: (در صورتی که واحد عملی یا نظری-عملی بود، نوع آموزش در توضیحات بیان شود)

| شماره جلسه | موضوع جلسه درس                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | توضیحات                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| جلسه اول   | 1- تعریف حسگر<br>2- اجزای حسگرها (Recognition element, Transducer element, signal processing)<br>3- دسته بندی حسگرها<br>. اندازه: میکرو، نانو، ماکرو<br>. Basic: پلیمری (نرم)، کریستالی<br>. پدیده ها: فیزیکی، شیمیایی<br>. Type of transducer: electro-mechanical, optical, mass, thermal, acoustic<br>. Type of energy: radiation, mechanical, thermal, electrical, magnetical, chemical<br>. Virtual sensors<br>4- Physical sensors: mechanical, thermal, magnetic, electrical, opto-electrical<br>5- Mechanical sensors: pressure, displacement, force, acceleration. Flow, micro<br>6- mechanical<br>7- Pressure sensors<br>8- انواع سنسورهای فشاری<br>. Bourd tube<br>. c- type<br>. spiral type<br>. diaphragm type<br>9- Displacement sensors<br>. Strain gauges<br>. Capacitive |                                                              |
| جلسه دوم   | 10- Force sensors<br>. Cantilever sensors<br>11- Flow sensors<br>12- حسگرهای حرارتی<br>13- تعریف گرما و دما<br>14- مکانیسم های انتقال حرارت<br>. Convection<br>. Conduction<br>. Radiation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ارایه و نمایش برخی<br>ابزارها و حسگرهای<br>فیزیکی بصورت عملی |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |            |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
|                                     | Thermo- electric effect<br>Seebeck effect<br>Peltier effect<br>Thomson effect<br>Thermo- resistive<br>Thermistor<br>P-n junction temperature sensors<br>Transistors                                                                                                                      | 15-<br>•<br>•<br>•<br>16-<br>•<br>17-<br>-18                 | جلسه سوم   |
| رایه و نمایش برخی<br>حسگرهای حرارتی | حسگرهای حرارتی<br>Calometric sensors: thermistor, catalytic sensor<br>Pyroelectric<br>Calometric sensors<br>Thermistor based sensor<br>Catalytic gas sensors<br>Pellistor                                                                                                                | 19-<br>•<br>•<br>20-<br>•<br>21-<br>•                        | جلسه چهارم |
| رایه و نمایش کریستالهای<br>کوآرتز   | Non- contact thermometer<br>Pyroelectric<br>Piezoelectric                                                                                                                                                                                                                                | 22-<br>23-<br>-24                                            | جلسه پنجم  |
|                                     | Mass sensors<br>Piezoelectric<br>Quartz crystal microbalance (QCM)<br>Resonate sensor<br>دسته بندی QCMها : BAW, SAW, APM<br>BAW (bulk acoustic wave) sensors<br>معادله سربری<br>محورها: الکتریکی و نوری<br>انواع برش ها<br>کاربرد QCM در الکتروشمیمی (EQCM)                              | 25-<br>•<br>26-<br>•<br>27-<br>28-<br>•<br>•<br>•<br>-29     | جلسه ششم   |
|                                     | استفاده از پلیمرهای هادی و MOF برای سنسورهای گازی<br>تشخیص ترکیبات ارگانوفسفره با فلزات واسطه<br>تعریف حسگر هیبریدی<br>سنسور بخار جیوه<br>عوامل موثر در QCM در فاز گازی<br>QCM برای محلول ها<br>روش های تهیه recognition elements<br>الکتروشمیمی<br>MIP<br>SAM: self- assembly monolayer | 36-<br>37-<br>38-<br>39-<br>40-<br>41-<br>42-<br>•<br>•<br>• | جلسه هفتم  |
|                                     | SAW (surface acoustic wave)<br>شکل موج در SAW<br>IDT: inter digital transducer<br>استفاده از SAW در سنسورهای شیمیایی<br>Propagation Rayleigh wave<br>رابطه بین طول موج و سرعت امواج صوتی<br>تاثیر ضخامت بر تغییرات فرکانس<br>مقایسه رفرنس با sample                                      | 43-<br>44-<br>45-<br>46-<br>47-<br>48-<br>49-<br>-50         | جلسه هشتم  |

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                     | Humidity sensitive behavior<br>استفاده از آرایه SAW برای اندازه گیری متانول<br>Spin coating<br>Drop coating<br>روش های اصلاح سطح (modification)<br>Monolayer<br>Simple bilayer<br>Complex bilayer<br>Calixarenes<br>Dendrimers<br>LW (lamb wave) sensors<br>Phase shift<br>ارایه مقاله در زمینه مربوط<br>ارزشیابی نیم ترم                                                                     | 51-<br>52-<br>53-<br>54-<br>55-<br>·<br>·<br>·<br>56-<br>57-<br>58-<br>59-<br>60-<br>    | جلسه نهم     |
| ارایه و نمایش فیبرها نوری<br>و پروپ های اندازه گیری | Optical sensor<br>Optical chemical sensor<br>Electrochemical sensors vs optical sensors<br>Optode<br>Fiber optic<br>With optical fiber<br>Intrinsic<br>Core based sensor<br>Sensitive cladding<br>extrinsic<br>Without optical fiber<br>Evanescent wave refractometric                                                                                                                        | 61-<br>62-<br>63-<br>64-<br>65-<br>I.<br>o<br>□<br>□<br>o<br>II.<br>-66-                 | جلسه دهم     |
|                                                     | Interferometric sensors<br>Mach-zahander interferometer<br>Typical configuration<br>Fiber optic imaging sensor<br>Optical arrays<br>Steps required to immobilize the polymer on the fiber surface<br>حسگر تصویری pH<br>Multi analyte array<br>Bulk optode<br>Liquid membrane<br>تابع پاسخ Response function                                                                                   | 67-<br>·<br>68-<br>69-<br>70-<br>71-<br>72-<br>73-<br>74-<br>·<br>-75-                   | جلسه یازدهم  |
| ارایه و نمایش حسگرهای<br>ساخته شده                  | bulk optode های مکانیسم<br>Co-extraction<br>Ion exchange<br>Optical response of optode membrane for neutral analytes<br>Optical selectivity<br>Separation solution method (SSM)<br>(Fixed interference method (FIM<br>Dynamic response behavior of liquid membrane optode<br>Response behavior<br>Response time<br>پروفایل ها<br>Detection limit<br>Life time of optode membrane<br>Stability | 76-<br>·<br>·<br>-77-<br>78-<br>·<br>·<br>79-<br>80-<br>81-<br>82-<br>83-<br>84-<br>-85- | جلسه دوازدهم |

|  |                                                                                    |              |
|--|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|  |                                                                                    | جلسه سیزدهم  |
|  | Fluorescence sensor                                                                | 86-          |
|  | پدیده هایی که بر اثر تابش نور اتفاق می افتد :                                      | 87-          |
|  | Absorption                                                                         | .            |
|  | Vibrational relaxation                                                             | .            |
|  | Internal conversion                                                                | .            |
|  | External conversion                                                                | .            |
|  | Fluorescence                                                                       | .            |
|  | Intersystem crossing                                                               | .            |
|  | Phosphorescence                                                                    | .            |
|  | Fluorescence off/on                                                                | 88-          |
|  | Enhancement/ quenching                                                             | 89-          |
|  | بازده فلورسانس (کوانتومی)                                                          | 90-          |
|  | Quenching                                                                          | 91-          |
|  | Static                                                                             | .            |
|  | Dynamic                                                                            | .            |
|  | Long range quenching of forster quenching                                          | 92-          |
|  | Fluorescence resonance energy transfer (FRET)                                      | .            |
|  | Exiplex                                                                            | 93-          |
|  | Excimer                                                                            | 94-          |
|  | پروب هایی که نقش فلوروفور دارند:                                                   | 95-          |
|  | Passively                                                                          | .            |
|  | Actively                                                                           | .            |
|  | شکل های active                                                                     | -96          |
|  | Intersystem crossing                                                               | 97-          |
|  | Colorimetric sensor arrays for molecular recognition (nano materials applications) | 98-          |
|  | انواع برهم کنش ها برای تشخیص مولکولی                                               | 99-          |
|  | اصول طراحی حسگرهای رنگ سنجی                                                        | 100-         |
|  | Chemiluminescence sensor                                                           | 101-         |
|  | مکانیسم طراحی                                                                      | 102-         |
|  | Direct                                                                             | .            |
|  | Synthesized                                                                        | .            |
|  | اساس پاسخ دهی حسگرهای کمی لومینسانس                                                | -103         |
|  | Cataluminescence                                                                   | 104-         |
|  | (Electro chemiluminescence (ECL                                                    | -105         |
|  |                                                                                    | جلسه چهاردهم |
|  | Surface plasmon resonance (SPR)                                                    | 106-         |
|  | نانو ذرات فلزی و پدیده                                                             |              |
|  | Surface plasmon absorption                                                         | 107-         |
|  | Resonance                                                                          | 108-         |
|  | Surface plasmon wave (SPW)                                                         | 109-         |
|  | SPR angle                                                                          | 110-         |
|  | Configurations                                                                     | 111-         |
|  | Prism coupler based SPR system                                                     | .            |
|  | Grating coupler based SPR system                                                   | .            |
|  | Optical wave guide- based SPR system                                               | .            |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|  | <p>Biosensors-112</p> <p>Immobilization 113-</p> <p>Physical</p> <p>Physical adsorption 0</p> <p>Gel- entrapped 0</p> <p>Contaminant in semi- permeable membrane 0</p> <p>Chemical</p> <p>Glutaraldehyde 0</p> <p>EDC 0</p> <p>NHS 0</p> <p>Hexamethylene diisocyanate 0</p> <p>Self- assembly 0</p> <p>Apta sensor</p> <p>Selex 114-</p> <p>(IVD (in vitro diagnostic -115</p>                                                                                                                                                                                                                        | جلسه پانزدهم |
|  | <p>Potentiometric sensors 116-</p> <p>Introduction and history principle</p> <p>Ion-selective electrode (ISEs)</p> <p>Different type of ISEs (Glass Membrane, Solid State, Liquid Membrane, Gas Sensing)</p> <p>Selectivity of Potentiometric ISEs</p> <p>separate solution method (SSM)</p> <p>fixed interference method (FIM)</p> <p>matched potential method (MPM)</p> <p>Theory of Potentiometric Response 117-</p> <p>Advantages and Disadvantages 118-</p> <p>Applications 119-</p> <p>Wearable sensors 120-</p> <p>حسگرهای پوشیدنی</p> <p>رایه مقاله در زمینه مربوط</p> <p>ارزشیابی آخر ترم</p> | جلسه شانزدهم |

✓ روش ارزشیابی: کار کلاسی (تحقیق و پاسخ به پرسشهای کلاسی، ارایه سمینار، ارزشیابی نیم تم و آخر ترم)

✓ منابع:

- 1- J. Fraden, "Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications" Springer-Verlag.
- 2- W. Göpel, J. Hesse, J. N. Zemel, "Sensors: Chemical and Biochemical Sensors - Part I, Volume 2" VCH Verlagsgesellschaft mbH.
- 3- D. Barcelo, "Comprehensive Analytical Chemistry", Elsevier.
- 4- B. R. Eggins, Chemical sensors and biosensors, Wiley.
- 5- J. D. Vincent, S. E. Hodges, J. Vampola, M. Stegall, and G. Pierce, "Fundamentals of infrared and visible detector operation and testing", John Wiley & Sons.
- 6- B. D. Malhotra and C. M. Pandey, Biosensors: Fundamentals and Applications, Smithers Group Company.
- 7- Journals: Sensors and Actuators A and B (Elsevier), Analytical Chemistry (ACS), Chemical Review (ACS), Accounts of Chemical Research (ACS), ...