بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه مراغه

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی آلی

عنوان:

سنسور دوگانه پلیمری بر پایه ۵-{٤-[(٤-نیتروفنیل)دی آزنیل]فنیل}-٤،٣،١-اکسادیازول-٢-تیول برای دما و pH

استاد راهنما: دکتر باقر افتخاری سیس

استاد مشاور: دکتر مریم زیرک

پژوهشگر: فاطمه قهرمانی دبکلو

مهر ۱۳۹۲

تقدیم به

پدر و مادر بزرگوارم

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان

تقدیم به

خواهران و برادران عزیزم

همراهانی که مرهون محبت‌ها و پشتیبانی‌های بی دریغشان هستم

سپاسگذاری...

هر که مرا حرفی بیاموزد مرا بنده خود قرار داده است. (حضرت علی علیه السلام)

حمد و سپاس بیکران خداوندی را که به بندگانش توفیق تلاش، تفکر و تعلیم و تربیت ارزانی داشته و نعمت هایش را در حق مخلوقات عالم و اشرف آنان انسان در حد کمال عطا فرموده‌است.

در ابتدای این پایان‌نامه برخورد وظیفه می‌دانم از همه عزیزانی که با راهنمایی‌ها و تشویق‌های خود موجبات دلگرمی و پشتکار اینجانب را فراهم آورده‌اند عرض ادب نموده و از محضرشان تشکر و قدردانی نماییم.

– استاد بزرگوار ودانشمند جناب آقای دکتر باقر افتخاری سیس که از راهنمایی‌های ارزنده ایشان بهره‌ها برده‌ام.

– سرکار خانم دکتر مریم زیرک به عنوان مشاور پایان‌نامه

– جناب آقای دکتر غلامرضا مهدوی‌نیا که زحمت داوری این پایان‌نامه را برعهده داشتند.

– جناب آقای دکتر ایرانی‌فام نماینده تحصیلات تکمیلی

– اساتید گرانقدرم آقایان دکتر مهدوی‌نیا، دکتر رستم‌نیا، دکتر امینی و دکتر اسرافیلی

– جناب آقای دکتر جویبان در مرکز تحقیقات دارویی غرب کشور و همکارانشان در آزمایشگاه آنالیز دارویی

– کارشناسان محترم آزمایشگاه و دوستان عزیزم در آزمایشگاه شیمی آلی خانم‌ها سودابه مظفرنیا، شیوا کرمی، زینب رحمانی و لیلا بهروزی.

و

– خانواده‌ی عزیزم که در همه‌ی مراحل زندگی حامی و یاریگر من بوده‌اند.

نام خانوادگی دانشجو: قهرمانی دبکلو نام: فاطمه

استاد راهنما: دکتر باقر افتخاری سیس استاد مشاور: دکتر مریم زیرک

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: آلی

دانشگاه: مراغه دانشکده: علوم پایه تاریخ دانش آموختگی: مهر ۹۲

عنوان: سنسور دوگانه پلیمری بر پایه ۵-{٤-[(٤-نیتروفنیل)دی آزنیل]فنیل}-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-تیول برای دما و pH

چکیده: اخیراً توسعه پلیمرهای حساس به چند متغیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است، که کاربرد گسترده‌ای در بیوتکنولوژی، دارورسانی، تشخیص توالی DNA، تشخیص آنالیت و... دارند. حسگرهای دوگانه و یا چندگانه مختلفی برای شناسایی اکسیژن و دما، اکسیژن و pH، فشار و دما، گلوکز و دما، و pH و دما گزارش شده‌اند.

در پژوهش حاضر حسگر دوگانه‌ی پلیمری بر پایه‌ی ۵-{٤-[(٤-نیتروفنیل)دی آزنیل]فنیل}-٤،۳،۱اکسادیازول-۲-تیول برای دما و pH گزارش شده است. برای دست‌یابی به هدف سنتزی ابتدا رنگدانه‌ی دی آزنیل-٤،۳،۱-اکسا دیازول که تا محدوده‌ی pH=٤ حساسیت خوبی نسبت به pH از خود نشان می‌دهد سنتز شده و با کوپلیمریزاسیون رادیکالی با مونومر N-ایزوپروپیل آکریل آمید منجر به سنتز کوپلیمر فلورسانسی حساس به دما و pH گردید.

بررسی‌های اسپکتروسکوپی Uv-Vis نشان می‌دهد ماکزیمم جذب کوپلیمر در pH=۲ اتفاق می‌افتد؛ همچنین در این pH محدوده‌ی LCST اندازه گیری شده توسط نور عبوری ۳۳°C در λ=۷۰۰nm گزارش گردید.

کلیدواژه: مونومر، حساس به pH، اکسادیازول، دوآل سنسور.

فهرست صفحه

۱ـ۱ مقدمه..... ۱

۱ـ۲ـ حسگر..... ۲

۱ـ۲ـ۱ـ حسگرهای فیزیکی..... ۲

۱ـ۲ـ۲ـ حسگرهای بیولوژیکی..... ۲

۱ـ۲ـ۳ـ حسگرهای شیمیایی..... ۲

۱ـ۳ـ تقسیم‌بندی حسگرهای شیمیایی..... ۳

۱ـ۳ـ۱ـ دستگاه‌های اپتیکال تبدیل تغییرات نوری..... ۳

۱ـ۳ـ۲ـ دستگاه‌های الکتروشیمیایی..... ۳

۱ـ۳ـ۳ـ دستگاه‌های برقی..... ۳

۱ـ۳ـ٤ـ دستگاه‌های حساس جرم..... ۳

۱ـ۳ـ۵ـ دستگاه‌های مغناطیس..... ۳

۱ـ۳ـ٦ـ دستگاه‌های وابسته به گرماسنج..... ٤

۱ـ۳ـ۷ـ دیگر حسگرها..... ٤

۱ـ٤ـ دیگرتقسیم بندی حسگرها..... ٤

۱ـ٤ـ۱ـ حسگر دمایی..... ۵

۱ـ٤ـ۲ـ حسگر اکسیژن... ..... ٦

۱ـ۵ـ حسگرهای شیمیایی تجاری موجود در بازار و کاربرد آنها..... ۷

۱ـ٦ـ حسگر دوگانه..... ۸

۱ـ٦ـ۱ـ حسگر دوگانه بر مبنای ردامین..... ۹

۱ـ۷ـ پلیمرهای حسگر دوگانه..... ۱۲

۱ـ۷ـ۱ـ پلیمر فلوئورسنتی حساس به pH ودما..... ۱۳

۱ـ۷ـ۲ـ کوپلیمر نانو حسگر تمام رنگی و حساس به دما..... ۱۸

۱-۷-۳-LCST در پلیمر..... ۲٤

فصل دوم..... ۲٦

۲-۱- دستگاه‌ها و تکنیک‌های عمومی..... ۲۷

۲-۱- مواد مورد استفاده..... ۲۸

۲-٤- مراحل سنتز مونومر..... ۲۸

۲-٤-۱- سنتز بنزوئیک اسید هیدرازید..... ۲۸

۲-٤-۲- سنتز ٥-فنیل-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲تیول(POT).....۲۹

۲-٤-۳- سنتز ٥-{٤-[(نیتروفنیل)دی آزیل]فنیل}-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-تیول(NDPOT).....۲۹

۲-٤-٤- سنتز ۲-{٥-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-ایل تیو}اتانول.....۳۰

۲-٤-٥- سنتز ۲-{٥-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-ایل تیو}اتیل آکریلات

(NDPOTE-acrylate).....۳۱

۲-٥- سنتز کوپلیمر.....۳۲

۲-٦- تهیه بافر.....۳۳

فصل سوم.....۳٤

۳-۱- مقدمه.....۳٥

۳-۲- سنتز آسیل هیدرازید.....۳٦

۳-۳- سنتز ٥-فنیل-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-تیول(POT).....۳٦

۳-٤- سنتز ٥-{٤-[(نیتروفنیل)دی آزیل]فنیل}-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-تیول (DNPOT).....۳۷

۳-٤-۱- بررسی طیف ^{1}H NMR ترکیب NDPOT.....۳۷

۳-٥- سنتز ۲-{٥-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-ایل

تیو}اتانول(NDPOTE).....۳۸

۳-٦- سنتز ۲-{٥-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-٤،۳،۱-اکسادیازول-۲-ایل تیو}اتیل آکریلات)
(NDPOTE-acrylate).....۳۸

۳-٦-۱- بررسی طیف FT-IR مونومر حساس به pH.....۳۹

۳-٦-۲- بررسی طیف ^{1}H NMR NDPOTE-acrylate.....٤۰

۳-٦-۳- بررسی طیف ^{13}C NMR NDPOTE-acrylate.....٤۱

۳-۷- سنتز کوپلیمر بر پایه‌ی ٥-{٤-[(٤-نیتروفنیل)دی آزنیل فنیل}-٤،۳،۱- اکسادیازول-۲-
تیول.....٤۲

۳-۷-۱- بررسی طیف FT-IR CO- NDPOTE-acrylate –NIPAM ٤٤

۳-۷-۲- بررسی ^{1}H NMR CO- NDPOTE-acrylate –NIPAM.....٤٥

۳-۸- توزیع مونومرها در کوپلیمر با استفاده ازطیف ^{1}H NMR.....٤٦

۳-۹- بررسی‌های طیف اسپکتروسکوپی مربوط به مونومر و کوپلیمر.....٤٦

۳-۹-۱- بررسی طیف اسپکتروفلوریمتری مونومر NDPOTE-acrylate.....٤٦

۳-۹-۲- بررسی طیفی مربوط به کوپلیمر.....٤۷

۳-۹-۲-۱- بررسی طیف فلوئورسانس کوپلیمر در pHهای مختلف.....٤۷

۳-۹-۲-۲- بررسی پاسخدهی کوپلیمر به فلوئورسانس در دماها و pHهای مختلف.....٤۸

۳-۹-۲-۳- بررسی طیف فلوئورسانس کوپلیمر در۲,٤,۷ ,۱۰,۱۲ = pHهای.....٤۹

۳-۹-۲-٤- بررسی طیف فلوئورسانس کوپلیمر در دماهای مختلف.....۵۱

۳-۹-۲-۵- بررسی تاثیر دما بر روی طول موج نشری بیشینه کوپلیمر.....۵۱

۳-۹-۲-٦- بررسی شدت فلوئورسانس در T=٤۵،۳٦،۲۵°C.....۵۲

۳-۹-۳- بررسی طیف اسپکتروسکوپی مونومر در pH های مختلف در دمای محیط.....۵۳

۳-۹-٤- بررسی طیف اسپکتروسکوپی کوپلیمر.....۵۳

۳-۹-٤-۱- بررسی طیف اسپکتروفتومتری کوپلیمر در pH های مختلف در دمای محیط ۵۳

۳-۹-٤-۲- بررسی جذب کوپلیمر در pH های مختلف.....۵٤

۳-۹-٤-۳- بررسی جذب کوپلیمر در۷، ٤، pH=۲ و دماهای مختلف.....۵۵

۳-۹-٤-٤- بررسی ماکزییم جذب کوپلیمر در دماهای مختلف.....۵٦

۳-۹-٤-۵- تعیین LCST در کوپلیمر.....۵۷

۳-۹-٤-۵-۱-بررسی عبور کوپلیمر درpH های مختلف.....۵۷

۳-۱۰- نتیجه‌گیری.....۵۸

۳-۱۱- پیشنهادات.....۵۸

فهرست شکل‌ها صفحه

فصل اول

شکل ۱-۱: ساختار (تریس(دی بنزوئیل متان)منو(۵-آمینو-۱،۱۰-فنانترولین))ائوروپیوم(III).....۵

شکل۱-۲: طیف نشر و لومیسانس حسگر دمایی EUTDAP.....٦

شکل۱-۳ : کمپلکس تریس(٤،٧-دی فنیل-۱،۱۰-فنانیرولین)رتینم(II)کلرید.....۷

شکل ۱-٤: طیف نشر و لومیساس حسگر اکسیژن RUDPP.....۷

شکل۱-۵: بررسی جذب و فلوئورسانس مشتق ردامین در حضور یون جیوه.....۱۱

شکل۱-٦: بررسی جذب و فلوئورسانس حسگر مشتق ردامین در حضور فلزات مختلف.....۱۱

شکل۱-۷: کوپلیمرفلوئورسانسی حساس به دما وpH.....۱٤

شکل ۱-۸: تصویر TEM پلیمرPNME.....۱٤

شکل۱-۹: بررسی توزیع اندازه پلیمرPNME با DLS.....۱۵

شکل ۱-۱۰: طیف ^{1}H NMR پلیمرPNME.....۱۵

شکل۱-۱۱: بررسی شدت فلوئورسانس پلیمرPNME در pHهای مختلف.....۱٦

شکل۱-۱۲: بررسی وابستگی فلوئورسانس در pHهای مختلف.....۱٦

شکل۱-۱۳: بررسی وابستگی شدت فلوئورسانس به pH در دماهای مختلف.....۱۷

شکل۱-۱٤: بررسی شدت فلوئورسانس پلیمرPNME در دماهای مختلف درpH=7/08.....۱۷

شکل۱-۱۵: بررسی برگشت‌پذیری فلوئورسانس پلیمرPNME در دما و pHهای مختلف.....۱۸

شکل ۱-۱٦: ساختار کوپلیمر سه بلوکه پورفیرین.....۲۰

شکل ۱-۱۷: کوپلیمر رنگی حساس به دما درغیاب فلزات (سمت چپ) و در حضور فلزات (سمت راست).....۲۱

شکل ۱-۱۸: (a) طیف UV-Vis کوپلیمر سه بلوکه با تغییرات رنگ محسوس در حضور یون‌های مختلف در۳۲°C.(b) بررسی گستردگی خواص ترمودینامیک فوق العاده حساس کوپلیمر با یون‌های فلزی مختلف. (c) بررسی کدورت کوپلیمر با یون‌های فلزی مختلف در دمای انتقال فاز.(d) منحنی حرارتی چرخه‌های معمولی که رفتار برگشت پذیر را در٤۳۰nm (۳۲°C) تا ٤۸۱nm (٤۳°C) نشان می‌دهد.....۲۲

شکل۱-۱۹: (a) تصویر شماتیک از زنجیره‌هایPNIPA در دمای بالا و پائین LCST و در غیاب یون‌های فلزی.(b) وضعیت تغییر یافته زنجیره‌های PNIPA با کمپلکس آبپوشی شده یون-پلیمر در بالا و پائین LCST در حضور یون‌های فلزی.....۲۳

شکل۳-۲۳- نمودار فاز دوتایی برای مخلوط پلیمر-حلال و نمایش LCST.....۲٤

فصل سوم

شکل ۳-۱-طیف ^{1}H NMR ترکیب DNOPT.....۳۸

شکل۳-۲- طیف FT-IR ۲-{۵-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-۱،۳،٤-اکسادیازول-۲-ایل تیو}اتیل آکریلات).....٤۰

شکل ۳-۳- طیف ^{1}H NMR NDPOTE-acrylate ٤١

شکل ۳-٤- طیف ^{13}C NMR NDPOTE-acrylate ٤٢

شکل ۳-٥- طیف FT-IR CO- NDPOTE-acrylate –NIPAM ٤٥

شکل ۳-٦- طیف ^{1}H NMR CO- NDPOTE-acrylate –NIPAM ٤٥

شکل ۳-۷- بررسی فلوئورسانس مونومر درpHهای مختلف ٤٧

شکل ۳-۸- طیف فلوئورسانس کوپلیمر در pHهای مختلف ٤٨

شکل ۳-۹- شدت فلوئورسانس بر حسب دما در pH = ۲ ..... ٤٨

شکل ۳-۱۰- شدت فلوئورسانس بر حسب pH در ۳۲°C ٤٨

شکل ۳-۱۱-فلوئورسانس کوپلیمر درpH = ۲ در دماهای مختلف ٤٩

شکل ۳-۱۲- فلوئورسانس کوپلیمر درpH = ٤ در دماهای مختلف ٤٩

شکل ۳-۱۳- فلوئورسانس کوپلیمردرpH = ۷ در دماهای مختلف ٥٠

شکل ۳-**١٤**- فلوئورسانس کوپلیمر درpH = ۱۰ در دماهای مختلف ٥٠

شکل ۳-۱٥- فلوئورسانس کوپلیمر درpH=۱۲ دماهای مختلف ٥٠

شکل ۳-١٦- شدت فلوئورسانس بر حسب دما درpH های مختلف ٥١

شکل۳-۱۷- تاثیر دما بر روی طول موج نشری بیشینه کوپلیمر ٥٢

شکل۳-۱۸- شدت فلوئورسانس در T = ٤٥،٣٦،٢٥°C ٥٢

شکل۳-۱۹- طیف اسپکتروفتومتری مونومر در pH های مختلف در دمای محیط ٥٣

شکل ۳-۲۰- تغییرات رنگ مونومر در دمای محیط با افزایشpH ٥٣

شکل ۳-۲۱- طیف اسپکتروسکوپی کوپلیمر در pH های مختلف در دمای محیط ٥٤

شکل۳-**۲۲**- تغییرات رنگ کوپلیمر در دمای محیط با افزایشpH.....٥٤

شکل ۳-۲۳- جذب کوپلیمر در pH های مختلف.....٥٥

شکل ۳-۲٤- بررسی جذب کوپلیمر در pH=۲ و دماهای مختلف.....٥٥

شکل۳-۲٥- بررسی جذب کوپلیمر در pH=٤ و دماهای مختلف.....٥٥

شکل ۳-۲٦- بررسی جذب کوپلیمر در pH=۷ و دماهای مختلف.....٥٦

شکل ۳-۲۷- بیشینه جذب کوپلیمر در دماهای مختلف.....٥٦

شکل ۳-۲۸- نمودار عبور بر حسب دما ٥۷

فهرست شماها صفحه

فصل اول

شمای۱-۱: پاسخدهی و گزینش‌پذیری مشتق ردامین نسبت به یون جیوه..... ۱۰

شمای ۱-۲: مکانیسم پاسخدهی مشتق ردامین..... ۱۰

فصل سوم

شمای ۳-۱- واکنش تهیه آسیل هیدرازید..... ۳۶

شمای۳-۲- واکنش سنتز ۵-فنیل-۱،۳،٤-اکسادیازول-۲-تیول(POT)..... ۳۷

شمای۳-۳- واکنش تهیه‌ی ۵-{٤-[(نیتروفنیل)دی آزیل]فنیل}-۱،۳،٤-اکسادیازول-۲-تیول (DNPOT)..... ۳۷

شمای ۳-٤- واکنش سنتز ۲-{۵-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-۱،۳،٤-اکسادیازول-۲-ایل تیو}اتانول (NDPOTE)..... ۳۸

شمای ۳-۵- واکنش تهیه ۲-{۵-[٤-((٤-نیتروفنیل)دی آزنیل)فنیل]-۱،۳،٤-اکسادیازول-۲-ایل تیو}اتیل آکریلات)..... ۳۹

شمای ۳-٦- واکنش تهیه‌ی CO- NDPOTE-acrylate –NIPAM ٤٤

فصل اول:

مقدمه و بررسی منابع

۱ـ۱ـ مقدمه

در سالهای اخیرمواد هوشمند که به تغییرات محیط پاسخ می‌دهند مورد توجه قرارگرفته‌اند. علاوه بر این مواد هوشمند در طراحی و توسعه مواد جدید پاسخگو برای طیف گسترده‌ای ازبرنامه‌ها در زمینه های مختلف از قبیل بیوتکنولوژی، دارورسانی، حمل و نقل ذرات[1] در سلول‌های زنده استفاده می‌شوند [۳-۱]. به عنوان مثال طراحی و توسعه‌ی حسگرهای فلوئورسانسی پلیمری یک دستاورد بزرگ محسوب می‌شود به دلیل توجه به تشخیص سریع آنالیت با فلوئورسانس که یک آنالیز سریع را ایجاد می‌کند برای اینکه حسگرهای شیمیایی[2] فلوئورسانسی بهتر و برتر از حسگرهای مولکولی کوچک در پایداری، حمل و نقل، استفاده مجدد و تقویت سیگنال هستند؛ به همین دلیل آنها به طور گسترده در تعیین کاتیون‌ها، مولکول‌ها و دما استفاده می‌شوند [۱۶-٤] ویا این که حسگرهای هوشمند کاربرد گسترده‌ای درآنالیز آلی، تشخیص توالیDNA دارند و به عنوان دماسنج سلولی به کار می‌روند [۳-۱].

[1] Particle transport
[2] Chemosensors

در آغاز مطلب برای بیان بهتر مطلب ابتدا مطالبی تحت عنوان حسگر[1]، حسگرهای شیمیایی[2]،حسگرهای دوگانه[3] و در نهایت حسگرهای دوگانه پلیمری[4] مورد بحث قرار می‌گیرند.

۱-۲- حسگر: می توان گفت حسگرها وسیله‌ای برای پاسخدهی به محرک های فیزیکی از قبیل گرما، نور، صدا، فشار و... هستند [۱۷]. در یک تقسیم‌بندی کلی حسگر ها را در سه دسته زیر آورده‌اند:

۱-۲-۱- حسگرهای فیزیکی: این حسگرها اطلاعات در مورد خواص فیزیکی سیستم ارائه می دهند؛ مثل اندازه گیری جذب، شاخص‌های انکساری[5]، هدایت و درجه حرارت.

۱-۲-۲- حسگرهای بیولوژیکی: این حسگرها عموماً زیر مجموعه حسگرهای شیمیایی نیز در نظرگرفته می‌شوند. بیوحسگرها به عنوان حسگرهایی تعریف می شوند که برای مولکول های زیستی و یا ساختار و سازه ای برای اندازه گیری هدفی که از لحاظ بیولوژیکی اهمیت دارد مورد استفاده قرار می‌گیرند[۱۷].

۱-۲-۳- حسگرهای شیمیایی: این حسگرها بطور گسترده در مواردی مثل کنترل فرایند، درمحصولات کنترل کیفی، در نظارت بر کنترل گازهای گلخانه‌ای، در خودرو، در تشخیص های بالینی، در حفاظت و امنیت خانه[6] و حتی کشوری مورد استفاده قرار گرفته‌اند و از این رو هر دو منافع اقتصادی و اجتماعی را دارا می باشند.

حسگرهای شیمیایی وسیله‌ای‌اند که اطلاعات شیمیایی را بررسی می‌کنند، اعم از غلظت جزء نمونه خاص تا تجزیه و آنالیز کل ترکیب که می تواند یک آنالیز مفید را حاصل کند [۱۸].

[1] Sensor
[2] Chemical sensors
[3] Dual sensors
[4] Dual sensor polymer
[5] Refractive index
[6] Home safety alarms

۱-۳-تقسیم بندی حسگرهای شیمیایی

۱-۳-۱- دستگاه های اپتیکال تبدیل تغییرات نوری[۱]: این گروه با توجه به نوع نوری که به کاربرده می‌شوند به اقسام جذب[۲]، بازتاب یا انعکاس[۳]، لومیسانس[٤]، فلوئورسانس [٥]، شاخص انکساری[٦] و اثراپتوترمال[۷]. طبقه بندی می‌شوند.

۱-۳-۲-دستگاه‌های الکتروشیمیایی: حسگرهای ولتامتری، حسگرهای پتانسیومتری، حسگرهای گاز الکترولیت جامد پتانسیومتری[۸].

۱-۳-۳-دستگاه‌های برقی: هیچ فرایند الکتروشیمیایی صورت نمی‌گیرد اما خواص الکتریکی ناشی از برهم-کنش تجزیه‌ای تثبیت می‌شود. حسگرهای نیمه هادی آلی، حسگرهای هادی رسانایی الکتریکی، حسگرهای نیمه‌هادی گذردهی الکتریکی[۹]شامل این دسته هستند.

۱-۳-٤- دستگاه های حساس جرم: شامل دستگاه‌های برق‌تفت[۱۰]، دستگاه‌های موج صوت سطحی[۱۱].

۱-۳-٥- دستگاه های مغناطیس:عملکرد این حسگرها بر اساس تغییر در خواص مغناطیس در آنالیز گازی می‌باشد.

[1] Optical device transform changes of optical
[2] Absorbance
[3] Reflectance
[4] Luminescece
[5] Fluorscence
[6] Refractive index
[7] Optothermal effect
[8] Potentiometric solid electrolyte gas sensors
[9] Electric Permittivity Sensors
[10]Piezoelectric devies
[11] Surface acoustic wave devices

۱-۳-٦- دستگاه‌های وابسته به گرماسنج براساس اندازه گیری اثرات گرمایی یک واکنش شیمیایی خـاص و یا جذب شامل آنالیت استوار است.

۱-۳-۷- دیگر حسگرهای شیمیایی براساس خواص فیزیکی مثل اشعه ایکس، گاما و بتا که ممکن است در تعیین ترکیبات شیمیایی مورد استفاده قرار گیرد[۱۸].

۱-٤-دیگر تقسیم‌بندی حسگرها

طبقه‌بندی ارائه شده یکی از گزینه‌های ممکن برای طبقه‌بندی حسگرها است. حسگرها می‌توانند بر اساس کاربرد آنها در تشخیص یا تعیین آنالیت دسته‌بندی شوند؛ این حسگرها کاربردهای مختلفی در زمینه‌های پزشکی، بیولوژیکی و زمینه‌های فنی پیدا کرده‌اند؛ به عنوان مثال حسگر pH به طورگسترده در مواردی نظیر نظارت برکنترل آب، اندازه‌گیریpH خون و اندازه‌گیری pH در آزمایشگاه کاربرد دارد [۱۹].

در مورد حسگرهای فلزی می‌توان گفت، آلودگی با فلزات سنگین خطرات جدی در محیط زیست و سلامت دارد، آلودگی با فلزی مثل جیوه – سم عصبی- عوارضی در افراد مستعد و در معرض خطر ابتلاء همچنین در جنین و بچه‌ها دارد، حتی غلظت کم آن در غذاهای دریایی می‌تواند اختلال عصبی جدی مثل میناماتا را باعث شود از این رو تعیین میزان این عناصر و کنترل آن ضروری به‌نظر می‌رسد [۲۰].

اکسیژن یک گونه‌ی شیمیایی ضروری برای زندگی است؛ بعنوان اکسنده در همه جا حاضر است و برای بسیاری از اشکال زندگی ضروری است. بنابراین حسگر اکسیژن درمواردی چون مواد غذایی، شیمیایی و صنایع دارویی برای سنتز، در محیط زیست، میزان O_2 آب بعنوان شاخص سلامت اکوسیستم آب مورد اهمیت است و کاربرد فراوانی یافته است [۲۱]. در ادامه به دو نمونه از این حسگرها اشاره می‌شود: