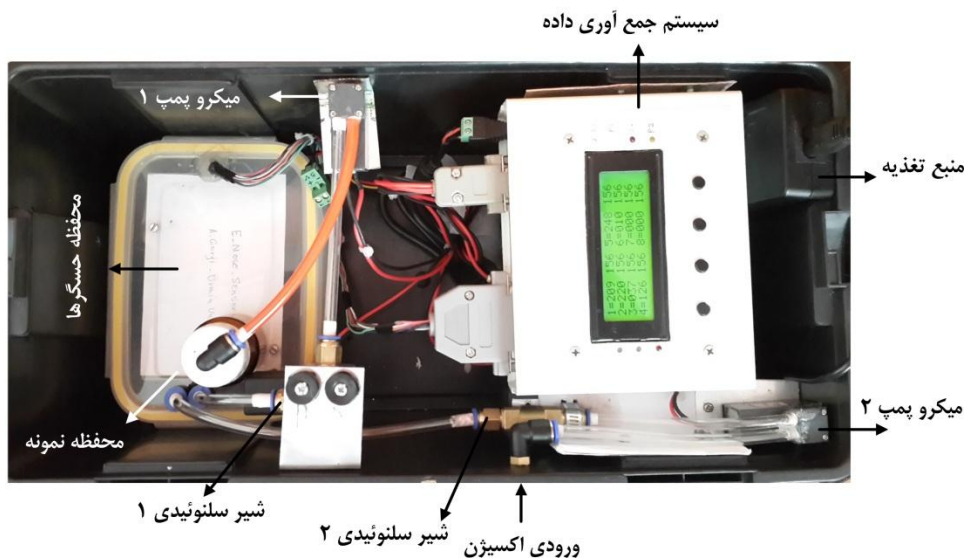


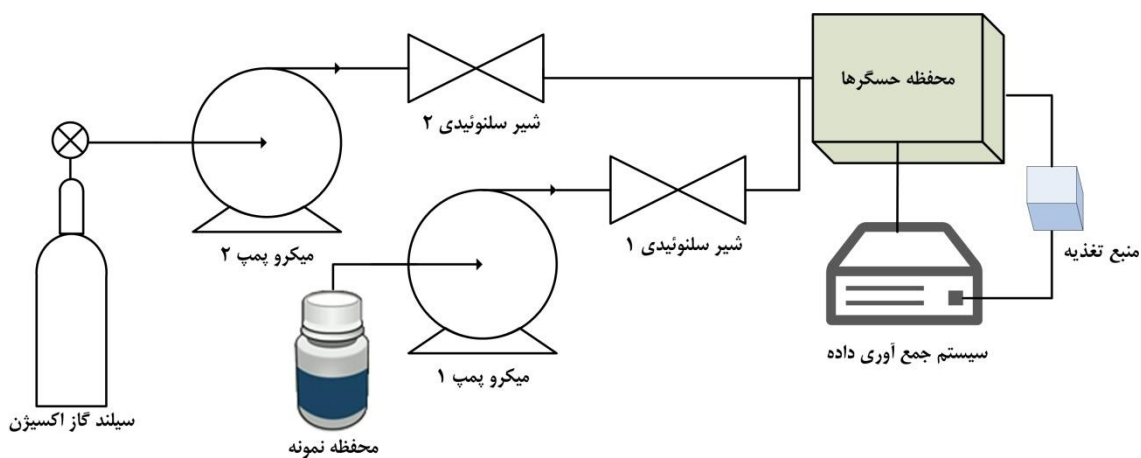
۲-۳ طراحی سامانه بینی الکترونیک

سامانه بینی الکترونیکی مورد نظر در این پژوهش بر پایه حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی (MOS) طراحی و ساخته شد. تصاویر واقعی و شماتیک این سامانه به همراه اجزای تشکیل دهنده سیستم، به ترتیب در شکل ۳-۳ و شکل ۳-۴ نشان داده شده است. همانطور که در این تصاویر مشخص شده است سیستم مذکور از محفظه آرایه حسگرها^۱، محفظه نمونه^۲، دو میکروپمپ^۳، دو شیر سلنوییدی^۴، سیستم جمع آوری داده^۵ (DAQ)، منبع تغذیه (۵ و ۱۲ ولت) و مخزن گاز اکسیژن تشکیل شده است. کلیت نحوه کار سیستم به این صورت است که بوی ناشی از نمونه‌ها به محفظه حسگرها انتقال داده شده و در نتیجه تغییر غلظت فضای هد^۶ حسگرها، ولتاژ خروجی آنها دستخوش تغییر می‌شود که این اطلاعات در هر بار اندازه‌گیری توسط سیستم جمع آوری داده ثبت شده و به کامپیوتر منتقل می‌گردد و سپس توسط روش‌های تشخیص الگو اطلاعات پردازش شده و طبقه‌بندی صورت می‌گیرد. جزئیات دقیق تر هر بخش در ادامه بحث خواهد شد.

-
- 1 - Array sensors
 - 2 - Samples chamber
 - 3 - Micropump
 - 4 - Solenoid valve
 - 5 - Data acquisition
 - 6 Head space



شکل ۳-۳: تصویر واقعی سیستم بینی الکترونیک طراحی شده.



شکل ۳-۴: تصویر شماتیک بینی الکترونیک طراحی شده.

۳-۲-۱ آرایه حسگرها

انتخاب آرایه حسگر مناسب برای بینی الکترونیک از مهمترین مراحل طراحی این سامانه می باشد که باید متناسب با ترکیبات فرار متصاعد شده از نمونه‌ها انتخاب شود [۱۱]. به همین خاطر در این پژوهش ابتدا سعی شد که با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش GC-MS و GC-MS، ترکیبات اصلی فرار شناسایی شده و پیرو آن بهترین ترکیب حسگر انتخاب شود [۷] [۴۴]. بنابراین جهت طراحی آرایه حسگرها از هشت حسگر MOS (۵ حسگر MQ ساخت چین و ۳ حسگر TGS ساخت ژاپن) که مشخصات آنها در جدول ۳-۱ آورده شده است استفاده شد.

جدول ۳-۱: مشخصات حسگرهای استفاده شده در بینی الکترونیک.

شماره حسگر	نام حسگر	گاز تشخیصی
۱	MQ-135	آلاینده‌های هوا، آمونیاک، مونواکسید کربن، دی اکسید کربن
۲	MQ-5	LPG، گاز شهری (متان)، مونواکسید کربن، الکل
۳	MQ-136	سولفید هیدروژن، آمونیوم، مونواکسید کربن
۴	MQ-138	n-هگزان، پروپان، بنزن، الکل، متان، مونواکسید کربن
۵	MQ-3	الکل، بنزن
۶	TGS-832	کلروفلئوروکربن
۷	TGS-822	بخارات حلال آلی، اتانول، بنزن، n-هگزان
۸	TGS-813	گازهای قابل انفجار

جهت طراحی مدار الکترونیکی آرایه حسگرها، مدار بندی هر هشت حسگر با توجه به مدار ساختاری حسگرهای MOS (شکل ۲-۹) و با کمک نرم افزار طراحی مدار Altium Designer 2014 بر روی یک برد الکترونیکی پیاده سازی شد (تصویر مدار طراحی شده در پیوست ۱ می باشد). سپس حسگرهای انتخاب شده مطابق شکل ۳-۵ بر روی این برد چیدمان شدند و مجموعه به صورت یک فضای واکنشی موازی در داخل محفظه تهیه شده برای

حسگرها (حجم 1400 cm^3) تعبیه گردید. مطابق شکل ۲-۹ یک ولتاژ ورودی ۵ ولت به پایه های V_C و V_H که به ترتیب مربوط به مدار حسگر و هیتر می‌باشند اعمال شده و ولتاژ خروجی هر حسگر از پایه V_{RL} خوانده می‌شود. این مدل از حسگرها برای کارایی بهتر و بالاتر معمولاً ۴۸-۲۴ ساعت، نیاز به گرم شدن مدار قبل از انجام آزمایشات دارند که این مدت زمان توسط کارخانه سازنده اعلام می‌شود.



شکل ۳-۵: برد طراحی شده جهت آرایه حسگری بینی الکترونیکی به همراه چیدمان حسگرها.

۳-۲-۲ سیستم جمع آوری داده (DAQ)

اصولاً وظیفه سیستم‌های جمع آوری داده یا تحصیل داده استفاده از یک مدار مجتمع^۱ (IC) جهت اخذ و ثبت داده و تولید سیگنال‌های دیجیتال یا آنالوگ و با هدف کلی کاربردهای کنترلی می‌باشد. این سیستم‌ها که به صورت یک

^۱ - Integrated Current

واسط بین بینی الکترونیک و دنیای بیرون عمل می کنند به صورت صنعتی و با برندهای گوناگونی در دنیا تولید می-شوند که در کشور ما برخی برندهای وارداتی با قیمت بسیار بالا به فروش می رسند. لذا در این رساله جهت کاهش هزینه ها و با تکیه بر دانش بومی کشور یک سیستم جمع آوری داده با دقت بسیار مناسبی طراحی و ساخته شد (شکل ۳-۶). این سیستم می توانست در سه مرحله کاری تعیین شده برای بینی الکترونیک، تغییرات ولتاژ خروجی حسگرها را با گام زمانی مختلف که از قبل تنظیم شده بود، ثبت نماید. یک حسن بالای این سیستم استفاده از یک کارت حافظه خارجی^۱ جهت ثبت داده ها بود. بنابراین بعد از پایان هر اندازه گیری اطلاعات از روی این حافظه به کامپیوتر انتقال داده می شد تا برای پردازش آماده شوند. همانطور که در شکل ۳-۶ مشخص است اطلاعات مربوط به تغییرات ولتاژ حسگرها در طول بازه های زمانی تعیین شده برای هر مرحله کاری روی یک صفحه نمایشگر مشخص می شود. همچنین در هر مرحله هر شیر یا پمپی که فعال باشد، نشانگر مربوط به آن روشن می شود. از این سیستم جهت ثبت تغییرات ولتاژ حسگرها و همچنین کنترل زمان باز و بسته شدن شیرهای سلنوئیدی و پمپها با توجه به زمان بندی بدست آمده برای آزمایش، استفاده شد. این سیستم با ولتاژ جریان مستقیم ۱۲ ولت راه اندازی شد. تصویر مدار طراحی شده برای این سیستم در پیوست های ۲ و ۳ آورده شده است.



شکل ۳-۶: سیستم جمع آوری داده طراحی شده برای بینی الکترونیک.

¹ - External memory

۳-۲-۳ سایر اجزاء بینی الکترونیک

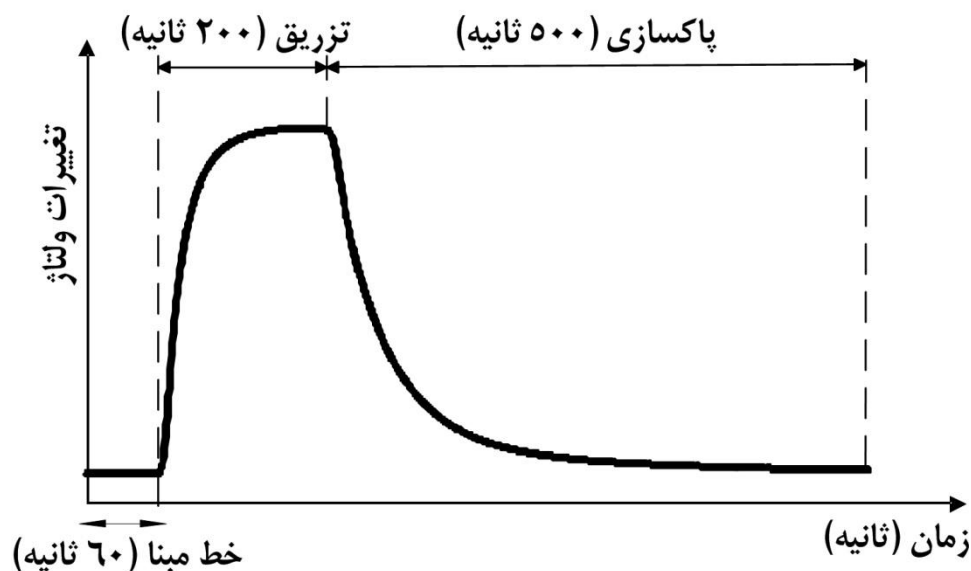
جهت کنترل مراحل اندازه گیری‌های مورد نظر و رساندن مواد فرار اسانس به محفظه حسگرها از دو شیر برقی ۲ راهه، ۱/۸ اینچ و نرمال بسته (در حالت غیر فعال مسیر حرکت بسته می باشد)، دو میکرو پمپ دیافراگمی با دبی ۸۰۰ mL/min و یک محفظه شیشه‌ای برای نمونه‌ها با حجم ۲۰۰ CC استفاده شد. به علت اینکه ولتاژ راه اندازی حسگرها ۵ ولت و شیرها و پمپها ۱۲ ولت بود، از یک منبع تغذیه جریان مستقیم (DC)، با ولتاژ خروجی ۵ و ۱۲ ولت استفاده شد. همچنین جهت پاکسازی محفظه حسگرها برای تکرار آزمایش از یک کپسول گاز اکسیژن استفاده گردید. شکل ۳-۷ تصاویر مربوط به این اجزاء را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷: سایر اجزاء بینی الکترونیک: (الف) شیر برقی ۱ (Series 55, CEME, Italy); (ب) شیر برقی ۲ (SHAKO, Taiwan); (ج) میکرو پمپ (Guangdong, China); (د) محفظه نمونه; (و) منبع تغذیه ۱۲ و ۵ ولت; (ی) کپسول اکسیژن.

۳-۲-۴ مراحل کاری بینی الکترونیک

جهت بدست آوردن الگوی پاسخ حسگرها برای هر یک از نمونه‌ها، ابتدا نمونه اول داخل محفظه نمونه‌ها قرار داده شده و پیش از آغاز مراحل اندازه گیری، مقداری صبر کرده تا غلظت مواد فرار موجود در محفظه افزایش یابد. سپس مراحل اصلی کار بینی الکترونیک در سه فاز زمانی: رسیدن به خط مبنا، تزریق نمونه^۱ و پاکسازی^۲ یا برگشت پذیری^۳ تقسیم بندی شد و الگوی پاسخ حسگرها در طول این سه فاز به صورت تغییرات ولتاژ در مقابل زمان ثبت گردید (شکل ۳-۸). قابل ذکر است که محاسبه زمان مورد نیاز برای هر مرحله به صورت آزمون و خطا و با توجه به بیشترین زمان لازم برای حسگری که هر مرحله کاری را تکمیل نماید محاسبه می‌شود. همچنین این زمان‌ها برای هر نوع کاربرد دیگر بینی الکترونیک منحصر بفرد می باشد و باید محاسبه گردد [۱۱].



شکل ۳-۸: مراحل کاری بینی الکترونیکی به همراه زمان مورد نیاز برای هر مرحله.

- 1 - Injection
- 2 - Purging
- 3 - Recovery

۳-۲-۴-۱ رسیدن به خط مبنا

در این مرحله که ۶۰ ثانیه طول می کشد گاز پاک کننده با دبی 800 ml/min با عبور از میکرو پمپ ۲ و شیر برقی ۲ وارد محفظه حسگرها شده و فضای هد حسگرها را پاکسازی می نماید تا پاسخ حسگرها پایدار گردد. در این مرحله شیر و پمپ یک خاموش است.

۳-۲-۴-۲ تزریق نمونه به محفظه حسگرها

در مرحله دوم نمونه از طریق پمپ ۱ و شیر ۱ با دبی 800 ml/min به محفظه حسگرها تزریق می گردد. در طول این مرحله پاسخ حسگرها تغییر کرده و به خاطر افزایش تغییر غلظت در فضای حسگرها ولتاژ خروجی افزایش می یابد تا جایی که دیگر تغییرات محسوسی در ولتاژ مشاهده نمی شود. این مرحله ۲۰۰ ثانیه به طول انجامید.

۳-۲-۴-۳ پاکسازی یا برگشت پذیری

بعد از مرحله تزریق دوباره مسیر شیر ۲ باز شده و گاز پاک کننده به مدت ۵۰۰ ثانیه با گذر از پمپ ۲ وارد محفظه حسگرها شده تا عمل پاکسازی را انجام دهد و پاسخ حسگرها را به حالت مبنا برساند و سامانه را برای اندازه گیری بعدی آماده سازد.

بعد از بدست آوردن الگوی پاسخ برای نمونه اول، این نمونه با نمونه بعدی جایگذاری شد و این اندازه گیری ها ادامه یافت تا تعداد ۲۱ تکرار برای هر نمونه بدست آید. تمام اندازه گیری ها در شرایط کنترل شده آزمایشگاه (دمای $23 \pm 2^\circ\text{C}$ و رطوبت $40 \pm 10\%$) صورت گرفت.