



دانشگاه شهید چمران اهواز
مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی

گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در شهریورماه ۱۳۹۳

GNRC-KHGC-MR 1393-05

۶ مهرماه ۱۳۹۳

گزارش فعالیت‌های شهریورماه ۱۳۹۳	عنوان
GNRC-KHGC- MR 1393-05	کد گزارش
۱۳۹۳/۷/۶	تاریخ
<p>دکتر مرتضی بهبهانی نژاد، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران</p> <p>دکتر مازیار چنگیزیان، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران</p> <p>مهندس محمدرضا کاویان نژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران</p> <p>مهندس مهدی طهماسبی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران</p> <p>خانم فروزنده عمید، کارشناس شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج</p>	تدوین کنندگان
<p>در راستای تکمیل و افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge، در فصل دوم این گزارش مقدمه‌ای در ارتباط با تعمیم مساله شبیه‌سازی هدررفت از یک خط لوله به یک شبکه گسترده گازسانی با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت آورده شده است. پیرو انتخاب کارخانه شیرین سفال جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در این کارخانه، در این ماه جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز نظیر هندسه و نقشه‌ی کوره، شناسایی نوع و میزان ورودی و خروجی‌های آن و مطالعه روی فرآیند پخت، توزیع دما در نقاط مختلف انجام گرفت. شرح موارد مذکور در فصل سوم گزارش آورده شده است. در ادامه فعالیت‌های مربوط به آزمایشگاه تخصصی گاز، در فصل چهارم به جانمایی مجدد مخازن تحت فشار پرداخته شده است. دلیل تغییر مکان مخازن، به پیشنهاد مسئولین محترم شرکت گاز استان خوزستان بود که شرح بیشتر در مورد علل این تغییر به همراه جانمایی جدید مخازن در فصل چهارم ارائه شده است. فصل آخر گزارش نیز دربرگیرنده فعالیت‌های ماه آتی مرکز پژوهشی شبکه‌های گازسانی می‌باشد.</p>	چکیده

فهرست مطالب

۱	..... مقدمه
۴	..... تاثیر انتقال حرارت بر دبی پرج از شبکه
۸	..... ۱.۲ مراجع
۱۰	..... ۳ بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین‌سفال
۱۱	..... ۱.۳ فرآیند پخت آجر در کوره‌های هوفمن
۱۴	..... ۲.۳ اندازه‌گیری‌ها و داده‌برداری‌های صورت گرفته
۱۹	..... ۳.۳ جمع‌بندی
۲۲	..... ۴ جانمایی جدید مخازن تحت فشار آزمایشگاه تخصصی گاز
۲۲	..... ۱.۴ تغییر جانمایی مخازن تحت فشار آزمایشگاه تخصصی گاز
۲۹	..... ۵ فعالیتهای ماه آتی

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۳: فرآیند جابجایی سوخت پاش‌ها در یک دوره زمانی ۲۴ ساعته..... ۱۲
- شکل ۲-۳: شدت بار حرارتی وارده بر هر قمیر در یک دوره زمانی ۲۴ ساعته..... ۱۳
- شکل ۳-۳: شماتیکی از سقف کوره آجرپزی هوفمن به همراه اجزا و تجهیزات موجود بر آن..... ۱۵
- شکل ۴-۳: دمای گاز خروجی و دمای سطح خاک مجاور چشمه‌های قمیر در حال پخت..... ۱۷
- شکل ۵-۳: شماتیک ضخامت سقف قمیر در مجاورت با چشمه‌ها..... ۱۸
- شکل ۶-۳: شماتیک توزیع دما بر درب قمیر در حال پخت..... ۱۹
- شکل ۱-۴: طرح قبلی لوله‌کشی، تجهیزات و مخازن ایستگاه تقویت و تقلیل فشار آزمایشگاه تخصصی گاز..... ۲۳
- شکل ۲-۴: طرح جدید جانمایی مخازن ایستگاه تقویت و تقلیل فشار..... ۲۴
- شکل ۳-۴: ابعاد طرح جدید جانمایی مخازن ایستگاه تقویت و تقلیل فشار (ابعاد به متر)..... ۲۵
- شکل ۴-۴: لوله‌کشی مخازن از نمای برش E-E (ابعاد به متر)..... ۲۷
- شکل ۵-۴: لوله‌کشی مخازن از نمای برش F-F (ابعاد به متر)..... ۲۷
- شکل ۶-۴: جانمایی چهار مخزن تحت فشار جهت توسعه آزمایشگاه در آینده..... ۲۸

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱: زمان‌بندی اجرای پروژه بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین‌سفال..... ۲
- جدول ۱-۲: روابط افت فشارهای موضعی برای انواع مختلف اتصالات T-شکل [۱]..... ۷
- جدول ۱-۳: زمان‌بندی اجرای پروژه بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین‌سفال..... ۲۱
- جدول ۱-۴: تجهیزات ایستگاه تقویت و تقلیل فشار..... ۲۶
- جدول ۲-۴: کاربرد لوله‌های بکاررفته در سیستم لوله‌کشی مخازن تحت فشار..... ۲۸

۱ مقدمه

در این گزارش فعالیت‌های انجام‌شده در شهریورماه ۱۳۹۳ توسط مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی استان خوزستان تشریح می‌شود. مطابق با برنامه از پیش تنظیم‌شده، موارد زیر برای فعالیت‌های این ماه در نظر گرفته شده‌بود:

۱. مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی هدررفت گاز از شبکه گسترده گازرسانی
۲. مطالعات مقدماتی و داده‌برداری از کارخانه شیرین سفال جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی
۳. تکمیل اطلاعات بخش گردآوری داده و تجهیزات مربوطه در آزمایشگاه تخصصی گاز

در راستای افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge، در ماه‌های گذشته شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک خط لوله و با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت انجام شد. بدین ترتیب که پس از استخراج معادلات حاکم و تعیین شروط مرزی، الگوریتم حل مساله تعیین گردید و برنامه کامپیوتری برای حل مساله بر مبنای الگوریتم مذکور تدوین شد. در نهایت نیز پس از اعتبارسنجی نتایج برنامه کامپیوتری تدوین شده، اثرات انتقال حرارت جریان با محیط پیرامون بر پارمترهای جریان مورد بررسی قرار گرفتند. در تکمیل فعالیت‌های مذکور لازم است تا مساله از یک خط لوله به یک شبکه از لوله‌ها تعمیم داده شود. با توجه به این موضوع که سرعت جریان گاز در شبکه به علت وجود اختلاف فشار بالا در حین فرآیند هدررفت به شدت افزایش می‌یابد، نمی‌توان از اثرات افت درون اتصالات چشم‌پوشی نمود. لذا در فصل دوم گزارش به بیان مقدماتی در ارتباط با تعمیم مساله از یک خط لوله به شبکه پرداخته شده و روابط موجود جهت مدل کردن افت‌های موضعی اتصالات معرفی می‌شوند. این ماه فرآیند برنامه‌نویسی کامپیوتری جهت شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک شبکه نمونه نیز آغاز شده که با توجه به زمانبر بودن این امر، تکمیل آن به ماه آینده موکول می‌گردد. بطور کلی مواردی که جهت گسترش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge هم‌اکنون در دست اجرا هستند عبارتند از:

۱. اضافه نمودن قابلیت محاسبه گاز هدررفت از شیرهای تخلیه^۱ به نرم‌افزار
 ۲. اضافه نمودن قابلیت محاسبه گاز تخلیه شده از محفظه فیلتر در ایستگاه‌های CGS (شرایط فشار بالا) و بررسی اثرات گاز واقعی در نتایج
 ۳. شبیه‌سازی فرآیند هدررفت گاز از یک شبکه گسترده گازرسانی با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت
- زمان‌بندی پیش‌بینی شده جهت انجام فعالیت‌های مذکور در راستای گسترش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge نیز در جدول ۱-۱ ارائه شده‌است.

جدول ۱-۱: زمان‌بندی اجرای پروژه بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین‌سفال

آذر		آبان		مهر	اجرا فعالیت
					۱
					۲
					۳

پیرو فعالیت‌های صورت‌گرفته جهت استقرار سیستم مدیریت انرژی در صنایع به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی (به ویژه گاز طبیعی) و همچنین بازدید از کارخانه شیرین‌سفال در ماه گذشته به عنوان اولین واحد صنعتی داوطلب برای پیاده‌سازی این طرح، در این ماه به جمع‌آوری اطلاعات اولیه لازم جهت آشنایی کامل با فرآیند پخت آجر در این کارخانه و شناسایی منابع اصلی اتلاف انرژی پرداخته شد. برخی از این اطلاعات عبارتند از هندسه، نقشه و ابعاد کوره‌ها، شناسایی نوع و میزان ورودی و خروجی آن‌ها، فرآیند کامل پخت آجر در کوره‌ها، دماسنجی در نقاط مختلف جهت بدست آوردن توزیع دما و ... که با توجه به ابزار اندازه‌گیری موجود برخی از این اطلاعات جمع‌آوری شدند. در نهایت نیز فعالیت‌هایی که می‌بایست جهت اجرایی ساختن طرح کاهش مصرف گاز در کارخانه شیرین‌سفال انجام داده شود در قالب چندین مرحله تقسیم‌بندی شد و برنامه‌ی

^۱ Relief Valves

زمان‌بندی پیشنهادی جهت انجام هر یک از این مراحل ارائه شده‌است. شرح موارد مذکور و فعالیت‌های صورت گرفته به تفصیل در فصل سوم گزارش آورده شده‌است.

یکی از تجهیزات اساسی آزمایشگاه تخصصی گاز، مخازن تحت فشار آن می‌باشد. در جانمایی این مخازن، حریم ایمنی و دسترسی اپراتور در حالت کارکرد یا در زمان تعمیر و نگهداری بسیار دارای اهمیت است. از آن جایی که هوا به عنوان سیال عامل در این مخازن در نظر گرفته شده‌است، مطالعاتی جامعی در مورد حریم ایمنی این مخازن با این سیال عامل انجام گرفت. اما فاصله استانداردی برای این حریم ایمنی و با این سیال عامل یا حتی گازهای دیگر پیدا نشد. در نهایت فاصله لازم برای دسترسی اپراتور (حدود یک متر) به عنوان معیار حداقل فاصله بین مخازن در نظر گرفته شد. بر این اساس جانمایی این مخازن و نقشه‌های مربوطه، در ماه‌های قبل به اتمام رسید. بعد از بررسی این نقشه‌ها توسط عزیزان مستقر در شرکت گاز استان خوزستان، پیشنهاد شد که مکان مخازن به دلایل معینی تغییر پیدا کند. پیرو این پیشنهاد و دلایل مربوطه، کار جانمایی مجدد مخازن به عنوان یک فعالیت خارج از برنامه تعیین شده در ماه قبل برای ماه جاری، دوباره تکرار شد. در فصل چهارم شرح این جانمایی و دلایل تغییر مکان مخازن، ارائه شده‌است.

۲ تاثیر انتقال حرارت بر دبی پرج از شبکه

در راستای تکمیل فعالیت‌های مربوط به افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge، پس از انجام مطالعات مربوط به شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک خط لوله با در نظر گرفتن اثرات همزمان انتقال حرارت و اصطکاک و همچنین استخراج معادلات حاکم بر مساله، ارائه الگوریتم حل، تدوین برنامه‌ای کامپیوتری متناسب با الگوریتم مذکور و در نهایت اعتبارسنجی نتایج برنامه، در ماه گذشته اثرات در نظر گرفتن ترم انتقال حرارت در معادلات اصلی بر پارامترهای مختلف جریان نیز مورد بررسی قرار داده شد. بدین ترتیب که مشاهده شد هرچه طول انشعاب بیشتر باشد، اثرات تبادل حرارت جریان با محیط پیرامون بر پارامترهای جریان برجسته‌تر خواهد شد. از طرفی نیز در انشعابات کوتاه مشاهده شد که نتایج شبیه‌سازی با فرض آدیاباتیک بودن لوله و فرض تبادل حرارتی جریان با محیط پیرامون بر هم منطبق بوده و در واقع می‌توان از اثرات انتقال حرارت صرف‌نظر کرد.

پیرو اقدامات صورت گرفته، لازم است تا شبیه‌سازی مذکور از یک خط لوله به یک شبکه از انشعابات تعمیم داده شود که این امر مستلزم ترکیب مجموعه‌ای از انشعابات و اتصالات خواهد بود. از طرفی نیز با توجه به وجود اختلاف فشار بالا در هنگام تخلیه شبکه، راه‌اندازی ایستگاه و یا آسیب‌دیدگی خطوط لوله، سرعت گاز درون شبکه‌ها بسیار زیاد بوده و نمی‌توان از اثرات افت درون اتصالات چشم‌پوشی نمود. لذا در راستای تعمیم برنامه عددی نوشته شده از حالت یک خط لوله به یک شبکه لوله، ابتدا می‌بایست روابطی برای محاسبه میزان افت فشار درون اتصالات موجود در شبکه پیدا نمود.

در نتیجه برای شبیه‌سازی یک‌بعدی جریان هدررفت از درون شبکه‌های گازرسانی به داده‌های مطمئنی از ضرایب افت فشار درون اتصالات موجود در شبکه نیاز است، به‌گونه‌ای که اثرات تراکم‌پذیری جریان در آن‌ها دیده شده باشد. در زمینه شبیه‌سازی اتصالات و محاسبه ضرایب افت مربوطه تاکنون فعالیت‌های متنوعی صورت گرفته‌است اما لازم به ذکر است که عمده ضرایب افت فشار محاسبه شده مختص جریان‌های تراکم‌ناپذیر بوده است. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد

اطلاعات موجود پیرامون جریان‌های تراکم‌پذیر محدود بوده و مربوط به یک محدوده‌ی کوچک از اعداد ماخ هستند. لذا تاکنون اکثر فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه شبیه‌سازی جریان‌های تراکم‌پذیر سرعت بالا معطوف به یک خط لوله بوده و در زمینه شبیه‌سازی عددی این‌گونه جریان‌ها درون شبکه‌های گازرسانی فعالیت‌های محدودی صورت گرفته است.

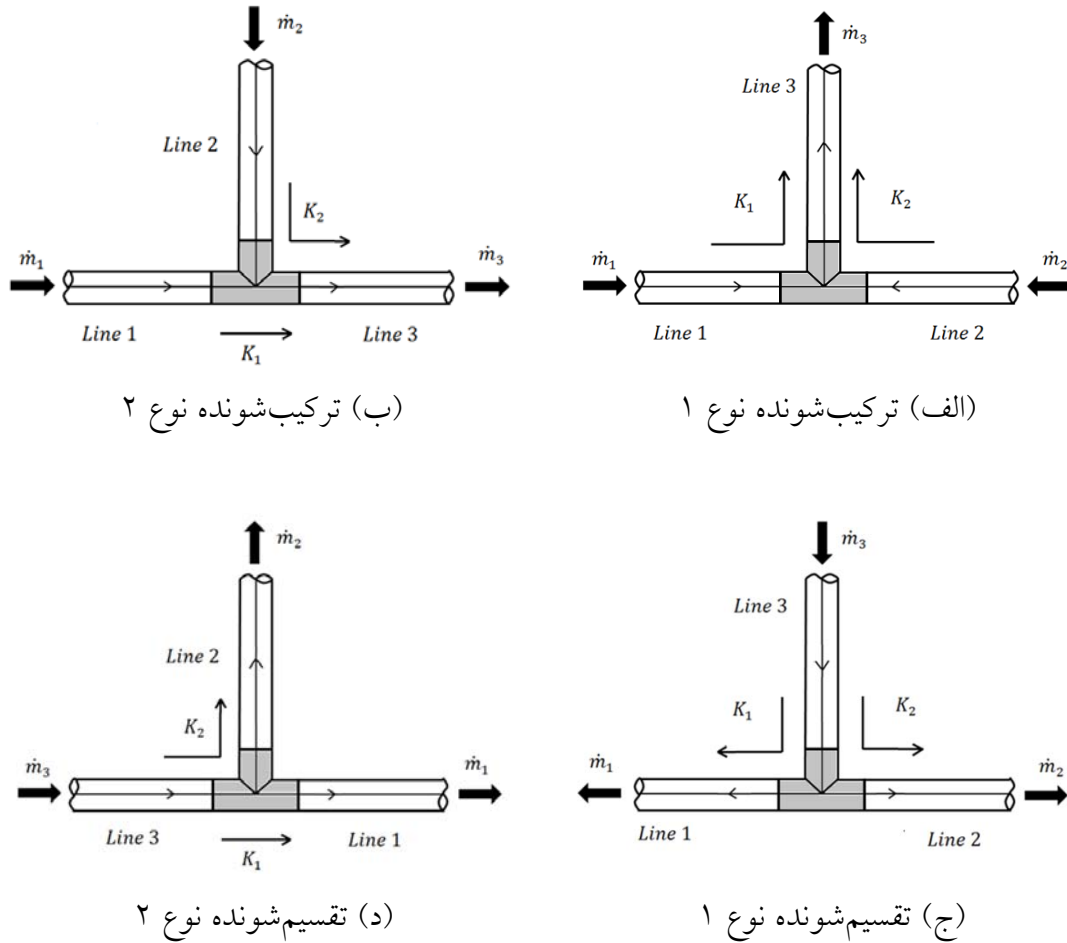
در این راستا اخیراً سعیدیان روش جدیدی مطابق با ماهیت جریان‌های تراکم‌پذیر سرعت بالا برای محاسبه افت‌های موضعی درون اتصالات ارائه داد. وی با شبیه‌سازی سه‌بعدی حالت‌های مختلف جریان درون اتصالات به روش حجم محدود و استخراج نتایج به‌دست آمده از آن‌ها، روابطی برای محاسبه میزان افت فشار درون زانویی‌ها و اتصالات T-شکل به‌صورت تابعی از عدد ماخ ورودی به آن‌ها به‌دست آورد. از مزایای این روابط می‌توان به سادگی و سهولت استفاده از آن‌ها در شبیه‌سازی شبکه‌های گازرسانی اشاره نمود. همچنین لازم به ذکر است که روابط مذکور به‌صورت مستقیم معیاری از میزان افت فشار درون اتصال را در بر خواهد داشت [۱]. در ادامه ضرایب افت فشار ارائه شده توسط سعیدیان برای اتصالات T-شکل و زانویی به صورت مختصر معرفی خواهند شد.

نظر به این‌که ضریب افت فشار موضعی درون اتصالات T-شکل با توجه به نوع آن و جهت جریان درون شاخه‌ها متفاوت است، تغییرات این ضریب درون انواع مختلف این اتصال مورد بررسی قرار گرفته است. اتصالات T-شکل خود به چهار نوع تقسیم می‌شوند که دو نوع از آن‌ها جریان ورودی به اتصال را با یکدیگر ترکیب می‌کنند (ترکیب‌شونده نوع ۱ و ۲) و دو نوع دیگر جریان ورودی به آن را بین دو انشعاب دیگر تقسیم می‌کنند (تقسیم‌شونده نوع ۱ و ۲). در شکل ۱-۲ انواع مختلف این اتصالات به صورت شماتیک نشان داده شده است.

ضریب افت ارائه شده (K_i) به صورت نسبت فشار کل (P_0) بعد از اتصال به فشار کل قبل از اتصال تعریف شده و برای اتصالات ترکیب‌شونده مطابق با رابطه (۱-۲) و برای اتصالات تقسیم‌شونده به صورت رابطه (۲-۲) بیان می‌شود [۱].

$$K_i = \frac{P_{03}}{P_{0i}} \quad i = 1, 2 \quad (1-2)$$

$$K_i = \frac{P_{0i}}{P_{03}} \quad i = 1, 2 \quad (2-2)$$



شکل ۱-۲: شماتیک انواع مختلف اتصالات T-شکل [۱]

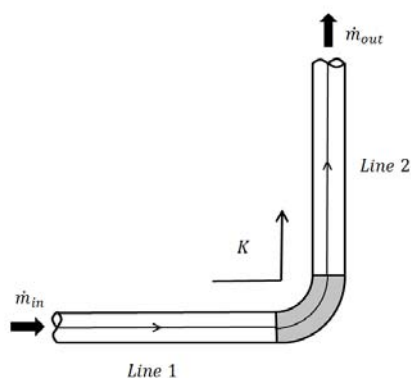
نتایج شبیه‌سازی سه‌بعدی اتصالات توسط سعیدیان بیانگر این موضوع است که نوسانات عدد ماخ و فشار کل در محل اتصالات حدوداً تا فاصله ۱ قطر قبل از اتصال و ۲۰ قطر (حدود ۱ متر) بعد از اتصال ادامه می‌یابد. لذا فواصل مذکور به‌عنوان نقاط بحرانی قبل و بعد از اتصال انتخاب شده و نتایج شبیه‌سازی عددی برای این فواصل استخراج شده‌است. جدول ۱-۲ ضرایب افت فشار استخراج شده را برای انواع مختلف اتصالات T-شکل ارائه نموده‌است. M_i همان عدد ماخ در ورودی اتصال و به فاصله ۱ قطر از محل اتصال است. K_i نیز همان ضریب افت فشار در محل اتصال است.

جدول ۱-۲: روابط افت فشارهای موضعی برای انواع مختلف اتصالات T-شکل [۱]

ردیف	نوع اتصال T	ضرایب افت فشار موضعی
۱	ترکیب شونده نوع ۱	$K_i = -12.908 M_i^3 - 0.4564 M_i^2 - 0.082 M_i + 1.0001 \quad i=1, 2$
۲	ترکیب شونده نوع ۲	$K_1 = -19.828 M_1^3 + 1.9277 M_1^2 - 0.2358 M_1 + 1.0$ $K_2 = -17.73 M_2^3 + 1.6932 M_2^2 - 0.208 M_2 + 1.0$
۳	تقسیم شونده نوع ۱	$K_i = 1.303 M_3^4 - 0.7626 M_3^3 - 0.8035 M_3^2 + 0.0244 M_3 + 0.999$ $i=1, 2$
۴	تقسیم شونده نوع ۲	$K_1 = -0.0298 M_3^3 - 0.1128 M_3^2 - 0.005 M_3 + 1.0004$ $K_2 = 0.0697 M_3^3 - 0.5916 M_3^2 - 0.0148 M_3 + 1.0$

برای محاسبه افت‌های موضعی ناشی از زانویی نیز از تعریفی مشابه با تعاریف ارائه شده برای اتصالات T-شکل استفاده شده و ضریب افت مربوطه (K) طبق رابطه (۲-۳) به صورت نسبت فشار کل بعد از اتصال (P_2) به فشار کل قبل از اتصال (P_1) بیان شده است [۱]. شکل ۲-۲ نمای شماتیک زانویی مدل‌سازی شده را نشان می‌دهد.

$$K = \frac{P_2}{P_1} \quad (۲-۳)$$



شکل ۲-۲: نمایی شماتیک از زانویی مدل‌سازی شده [۱]

همانند اتصالات T-شکل در این قسمت نیز فاصله‌های ۱ قطر قبل از اتصال و ۲۰ قطر بعد از اتصال به‌عنوان نقاط بحرانی قبل و بعد از اتصال انتخاب شده و نتایج شبیه‌سازی عددی برای این فواصل استخراج شده‌است. رابطه‌ی (۴-۲) بیانگر ضریب افت فشار برای زانویی بر حسب عدد ماخ ورودی به اتصال می‌باشد [۱].

$$K = -1.296M_1^3 + 0.1284M_1^2 - 0.0318M_1 + 1.0 \quad (4-2)$$

لازم به ذکر است که روابط استخراجی توسط سعیدیان برای این پنج نوع اتصال (چهار نوع اتصال T-شکل و یک نوع زانویی)، با فروض جریان پایا، لزج، تراکم‌پذیر، آدیاباتیک و آشفته بدست آورده شده‌اند. با توجه به سرعت بسیار بالای جریان گاز در این فرآیند و همچنین طول کوتاه این اتصالات، آدیاباتیک در نظر گرفتن جریان فرض معقولی و صحیحی بوده‌است. از طرفی نیز نتایج حاصل از بررسی اثرات انتقال حرارت بر پارامترهای جریان و به ازای طول‌های مختلف هم بیانگر این موضوع بود که در انشعابات با طول کم، نتایج شبیه‌سازی با فرض آدیاباتیک بودن لوله و فرض تبادل حرارتی جریان با محیط پیرامون بر هم منطبق بوده و در واقع می‌توان از اثرات انتقال حرارت صرف‌نظر کرد [۲]. لذا جهت تعمیم مساله شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک خط لوله به یک شبکه گسترده گازرسانی با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت می‌توان از روابط استخراجی مذکور برای محاسبه افت‌های موضعی اتصالات استفاده نمود.

با توجه به این موضوع که ضرایب افت فشار موضعی در اتصالات برای پنج نوع اتصال (چهار نوع اتصال T-شکل و یک نوع زانویی) موجود است، لذا اکنون هدررفت گاز از شبکه‌هایی را می‌توان شبیه‌سازی نمود که ترکیبی از انشعابات و این پنج نوع اتصال باشند. بدین منظور جهت تکمیل بانک اطلاعاتی موجود و ایجاد امکان شبیه‌سازی هدررفت گاز از شبکه‌های متنوع دیگر، استخراج ضرایب افت فشار موضعی برای سایر اتصالات نیز در دستور کار مرکز پژوهشی قرار گرفته‌است.

لازم به ذکر است در تکمیل فعالیت‌های صورت گرفته در این ماه، فرآیند برنامه‌نویسی جهت تعمیم مساله شبیه‌سازی هدررفت از یک خط لوله به یک شبکه گسترده گازرسانی نمونه نیز آغاز شده و با توجه به زمانبر بودن این امر، تکمیل آن به ماه آینده موکول گردیده است.

۱.۲ مراجع

[۱] سعیدیان، حجت، شبیه‌سازی عددی گاز هدررفت در شبکه‌های گازرسانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مکانیک، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اسفند ۱۳۹۱.

[۲] گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در مردادماه ۱۳۹۳، GNRC-KHGC-MR 1393-04، مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی، شهریورماه ۱۳۹۳.

۳ بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین سفال

در ماه گذشته کارخانه‌ی شیرین سفال در راستای اجرای طرح استقرار استاندارد ISO50001 در صنایع استان جهت کاهش مصرف گاز طبیعی به‌عنوان عمده‌ترین حامل انرژی مورد استفاده در این کارخانه، آمادگی خود را به‌عنوان اولین واحد صنعتی داوطلب اعلام نمود. بدین منظور در ماه گذشته بازدید از این واحد صنعتی صورت گرفت که علاوه بر آشنایی مقدماتی با فرآیند تولید و پخت آجر، مشکلات و معضلات موجود در این صنعت نیز مشخص شدند. در این بین فرآیند پخت آجر در کوره‌ها به‌عنوان یکی از عمده‌ترین منابع اتلاف انرژی در این کارخانه معرفی شد که ایجاد هرگونه اصلاحات و تغییرات سازنده در آن می‌تواند تاثیر به‌سزایی در کاهش مصرف گاز طبیعی، افزایش تولیدات و در نهایت کاهش چشمگیر هزینه‌های این واحد صنعتی داشته باشد.

پیرو مطالب مذکور جهت بهینه‌سازی کوره‌های پخت آجر می‌بایست ابتدا اطلاعات لازم نظیر هندسه و نقشه‌ی کوره، شناسایی نوع و میزان ورودی و خروجی آن‌ها، فرآیند کامل پخت، توزیع دما در نقاط مختلف و ... جمع‌آوری شوند. بدین ترتیب در این ماه مجدداً بازدید از کارخانه شیرین سفال صورت گرفت و با توجه به ابزار اندازه‌گیری موجود برخی از اطلاعات اولیه مورد نیاز جمع‌آوری شدند.

در ادامه ابتدا به شرح فرآیند پخت آجر در کوره‌های هوفمن پرداخته و سپس اطلاعات جمع‌آوری شده نظیر توزیع دماها در سطوح مختلف، اندازه‌گیری‌ها و تعیین هندسه کوره‌ها و اندازه‌گیری مصرف متوسط ساعتی گاز در کارخانه ارائه خواهند شد. در آخر نیز جدول زمان‌بندی پیش‌بینی شده برای انجام طرح بهینه‌سازی مصرف انرژی این کارخانه توسط مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی ارائه می‌شود.

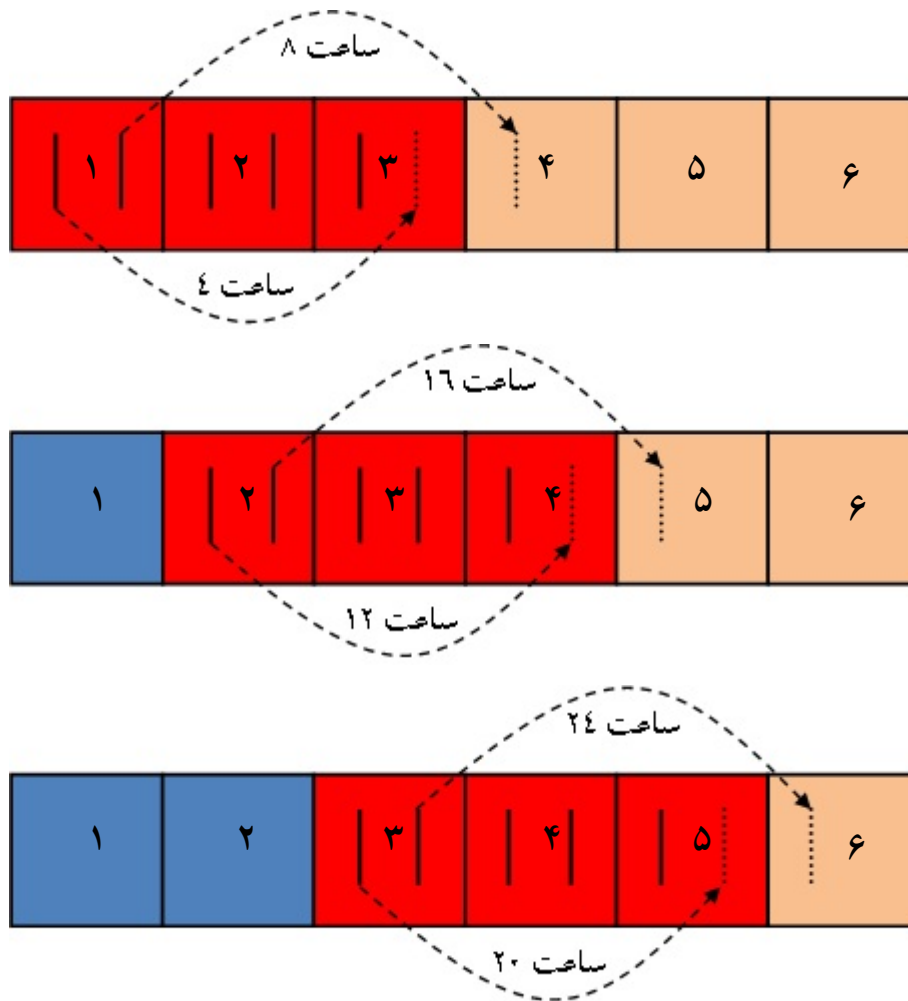
۱.۳ فرآیند پخت آجر در کوره‌های هوفمن

کوره هوفمن، تونل طویلی است که با استفاده از دیواره‌ها یا تیغه‌هایی به اتاق‌هایی تقسیم می‌شود. اتاق‌های کوره هوفمن از کانال دریچه‌ها یا درهایی که در تیغه‌های جداکننده‌ی اتاق‌ها تعبیه شده‌است، با یکدیگر در ارتباط هستند. هر یک از اتاق‌ها نیز یک درب خروجی به بیرون دارند که برای بارگیری و تخلیه کوره مورد استفاده قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که به هر یک از این اتاق‌های که یک درب خروجی به بیرون دارند اصطلاحاً قمیر گفته می‌شود. محل استقرار سوخت‌پاش‌ها نیز در سقف کوره قرار داشته و هر گاری سوخت‌پاش نیز دارای ۸ مشعل می‌باشد که از طریق سوراخ‌های تعبیه شده بر سقف، به درون کوره راه می‌یابند. چشمه‌های تعبیه شده بر سقف به صورت ردیف‌های چهارتایی بوده و در نتیجه می‌توان گفت هر گاری سوخت‌پاش، ۲ ردیف چشمه را تامین می‌کند. همچنین هر ۲ گاری سوخت‌پاش بطور متوسط بر روی یک قمیر قرار دارند.

در کوره هوفمن، محصولات قبل از آنکه بطور مستقیم و به صورت تمام بار توسط آتش پخته شوند، با حرارت سایر اتاق‌ها گرم می‌شوند که این فرآیند اصطلاحاً پیش‌گرمایش نامیده می‌شود. این حرارت همراه با گاز خروجی اتاق پخت و از طریق دریچه‌هایی که قبلاً درون کوره تعبیه شده‌است حرکت می‌کند و به اتاق‌های مجاور وارد می‌شود و محصولات موجود در آن‌ها را پیش‌گرم می‌کند. این پیش‌گرمایش تا زمانی ادامه دارد که پس تکمیل فرآیند پخت در قمیری دیگر، اولین گاری سوخت‌پاش به این قمیر انتقال یابد. زمان جابجایی هر یک از گاری‌های سوخت‌پاش بطور تقریبی هر ۴ ساعت می‌باشد. بدین ترتیب در هر ۲۴ ساعت، ۶ گاری سوخت‌پاش و در نتیجه ۱۲ ردیف چشمه جابجا می‌شوند. ذکر این نکته ضروری است که هر یک از کوره‌های کارخانه شیرین سفال، دارای ۵ گاری سوخت‌پاش فعال می‌باشد. شکل ۳-۱ فرآیند جابجایی گاری‌های سوخت‌پاش را به صورت شماتیک در هر ۲۴ ساعت نشان می‌دهد. در شکل ۳-۱، مربع‌های قرمز رنگ به منزله قمیرهای در حال پخت، مربع‌های کرم رنگ به منزله قمیرهای در انتظار پخت و مربع‌های آبی رنگ نیز بیانگر قمیرهایی است که پخت آن‌ها به اتمام رسیده‌است.

همان‌گونه که از شکل ۳-۱ می‌توان مشاهده کرد، در ابتدا دو قمیر اول با قرار گرفتن دو گاری سوخت‌پاش بر هر یک از آن‌ها، در حال پخت به صورت تمام بار می‌باشند. همچنین گاری سوخت‌پاش پنجم نیز بر قمیر سوم قرار داشته و لازم به ذکر است که مشعل‌های گاری پنجم معمولاً در وضعیت گاززنی بوده و یا شعله‌ی ضعیف‌تری نسبت به مابقی مشعل‌ها دارند (فرآیند پیش‌گرمایش). پس از گذشت زمان ۴ ساعت، گاری نخست از قمیر اول برداشته شده و به قمیر سوم برده می‌شود. در این شرایط گاری سوخت‌پاش پنجم در مرحله قبل به صورت تمام بار در مدار قرار

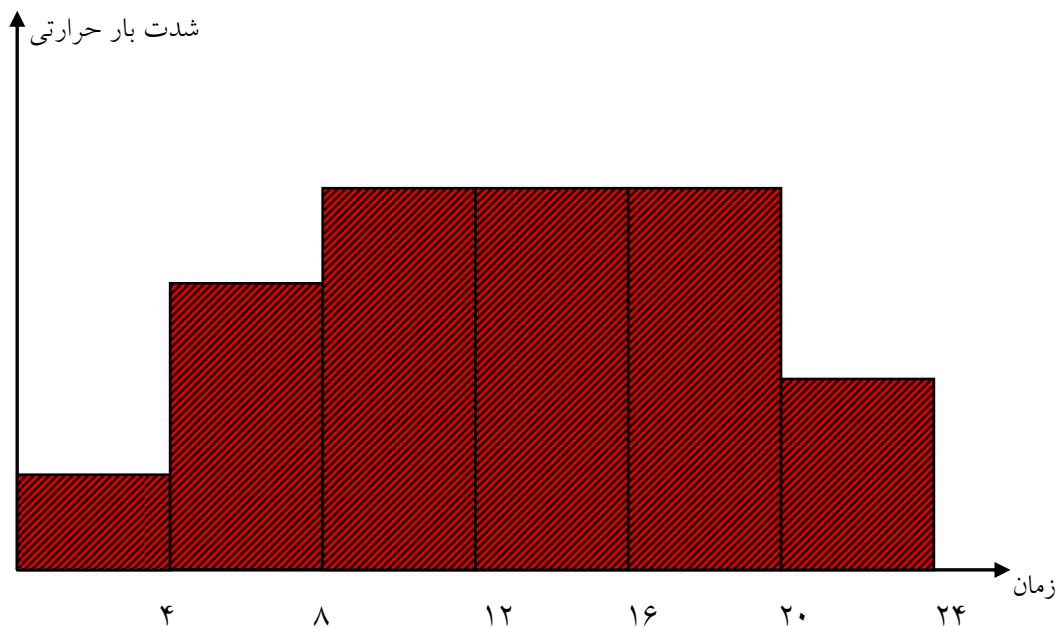
گرفته و حال گاری انتقال یافته از قمیر اول به قمیر سوم در وضعیت گاززنی (و یا اشتعال با شعله کم) قرار می‌گیرد. به همین منوال در ساعت ۸، گاری دوم قمیر اول نیز جابجا شده و فرآیند پخت این قمیر به اتمام می‌رسد. در نتیجه مطابق آنچه توضیح داده شد و با توجه به شکل ۱-۳ می‌توان گفت در پایان هر ۲۴ ساعت، ۳ قمیر اول آزاد شده و فرآیند پخت آن‌ها به اتمام خواهد رسید.



شکل ۱-۳: فرآیند جابجایی سوخت‌پاش‌ها در یک دوره زمانی ۲۴ ساعته

نکته قابل توجه دیگر این است که زمان پخت هر قمیر در حدود ۲۴ ساعت بوده که در شکل ۲-۳ شدت بار حرارتی وارده بر هر قمیر در این ۲۴ ساعت نشان داده شده است. با در نظر گرفتن قمیر ۳ (شکل ۱-۳) می‌توان مشاهده نمود که در ۴ ساعت ابتدایی تنها بار حرارتی ناشی از مشعل‌های یک گاری بر آن قرار داشته و مطابق آنچه که پیش‌تر نیز بیان شد، مشعل‌های این گاری سوخت‌پاش در وضعیت گاززنی بوده و یا شعله‌های ضعیف‌تری نسبت به مابقی مشعل‌ها دارند (فرآیند پیش‌گرمایش). در آغاز ۴ ساعت دوم، گاری سوخت‌پاش دوم نیز از قمیر ۱ به قمیر ۳ منتقل

شده و هم‌اکنون مشعل‌های این گاری در وضعیت گاززنی و یا احتراق با شعله‌های کم قرار خواهند گرفت. همچنین لازم به ذکر است که گاری سوخت‌پاشی که در ۴ ساعت اول بر قمیر ۳ قرار گرفته بود، در ۴ ساعت دوم به‌صورت تمام بار به کار گرفته خواهد شد. در ۴ ساعت سوم نیز به این دلیل که گاری‌های سوخت‌پاش واقع بر قمیر ۳ شامل آخرین گاری موجود بر کوره نبوده، تمامی شعله‌ها به صورت تمام بار به کار گرفته شده و قمیر بیشینه‌ی بار حرارتی را تجربه خواهد کرد. این روند تا انتهای ۴ ساعت پنجم ادامه داشته تا اینکه در آغاز ۴ ساعت آخر (ساعت ۲۰)، اولین گاری سوخت‌پاش قمیر ۳ به قمیر ۵ منتقل می‌شود. بدین ترتیب در ۴ ساعت آخر پخت، تنها بار حرارتی ناشی از شعله‌های یک گاری (به‌صورت تمام بار) به قمیر وارد خواهد شد. در نهایت نیز در ساعت ۲۴، گاری سوخت‌پاش دوم نیز از قمیر ۳ به قمیر ۶ منتقل شده و فرآیند پخت آجرهای قمیر ۳ به اتمام می‌رسد.



شکل ۳-۲: شدت بار حرارتی وارده بر هر قمیر در یک دوره زمانی ۲۴ ساعته

زمانی که در یک اتاق، عملیات پخت در جریان است، در دورترین اتاق نیز عملیات تخلیه و بارگیری در حال انجام خواهد بود. این کار با استفاده از دری که اتاقک به بیرون کوره دارد انجام می‌شود. ضمن بارگیری، هوای خنک نیز وارد کوره می‌شود که به وسیله آتش موجود در اتاقک پخت و از طریق دریچه‌های تعبیه شده بین اتاق‌ها مکیده می‌شود. بنابراین هوا از اتاق‌هایی که عملیات پخت قبلاً در آنها صورت گرفته است حرکت می‌کند و باعث خنک شدن محصولات پخته‌شده نیز

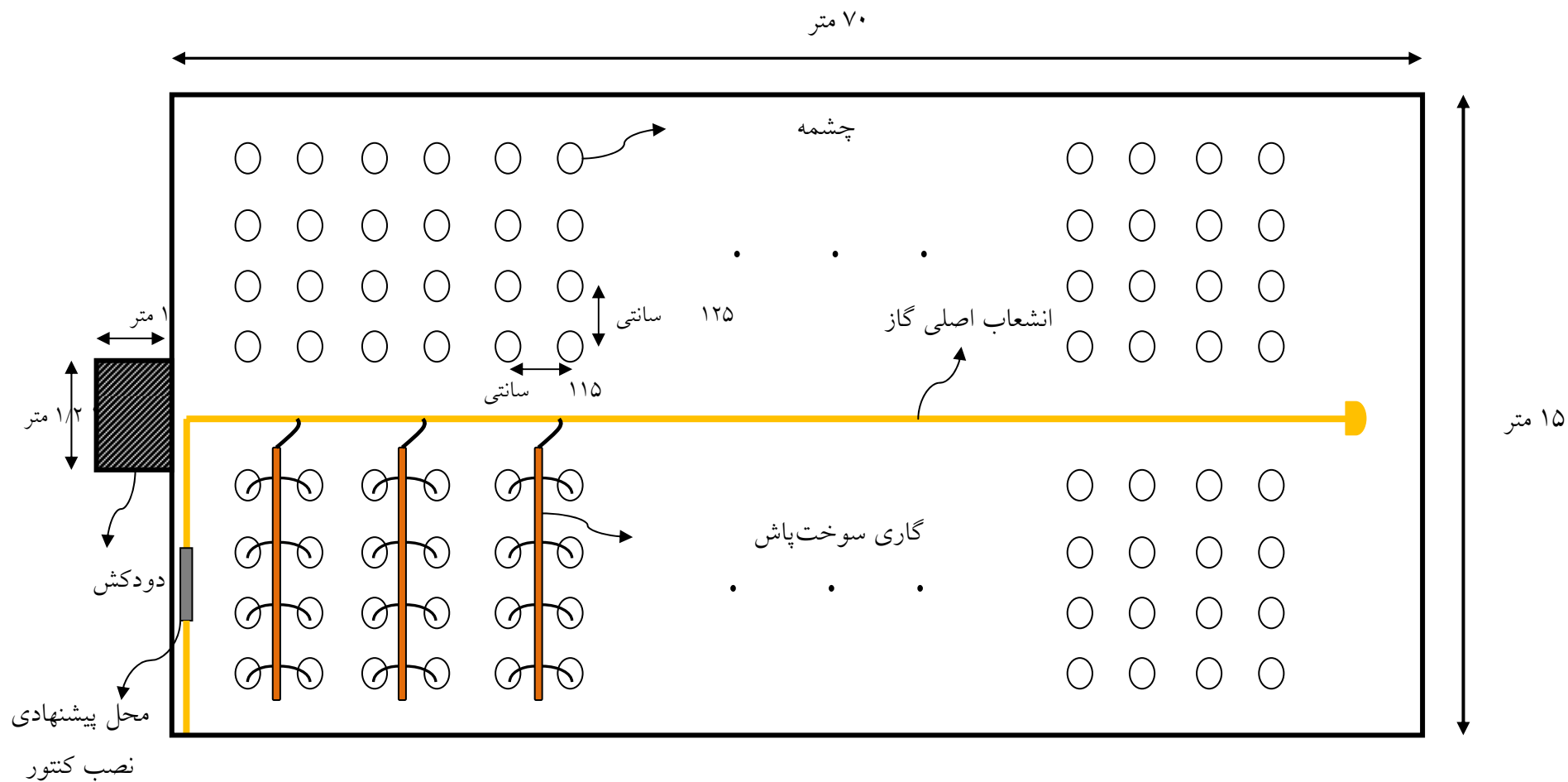
می‌شود.

۲.۳ اندازه‌گیری‌ها و داده‌برداری‌های صورت گرفته

همانگونه که در ابتدای فصل نیز ذکر شد پیش از ارائه هرگونه طرح و راهکاری جهت بهینه‌سازی مصرف گاز در کوره‌ها، ابتدا می‌بایست اطلاعات اولیه مورد نیاز نظیر هندسه و نقشه‌ی کوره، شناسایی نوع و میزان ورودی و خروجی آن‌ها، توزیع دما در نقاط مختلف و ... جمع‌آوری شوند. در این راستا کوره شماره ۳ کارخانه‌ی شیرین سفال (که از جمله کوره‌های مشغول به کار در زمان بازدید بود) به عنوان نمونه مطالعاتی جهت انجام اندازه‌گیری‌ها انتخاب شد.

همانگونه که قابل مشاهده است، کوره نشان داده شده از ۲ بخش متقارن تشکیل شده که در هرکدام از این بخش‌ها تعدادی چشمه در ردیف‌های ۴ تایی قرار داشته که محل قرارگیری مشعل‌ها در هر نیمه از کوره شماره ۳، ۵۲ ردیف چشمه قرار داشته و قطر هر یک از این چشمه‌ها در حدود ۵ اینچ اندازه‌گیری شده است. انشعاب اصلی گاز تغذیه‌کننده‌ی کوره، لوله‌ای ۲ اینچ بوده (خط زردرنگ نشان داده شده در شکل ۳-۳) که در قسمت میانی کوره و در راستای طول آن واقع شده است. بدین ترتیب گاری‌های سوخت‌پاش در هر نقطه با اتصال به خط اصلی، گاز مورد نیاز برای مشعل‌ها را تامین می‌کنند.

در قسمت پایینی هر قمیر نیز مسیری تعبیه شده که به کانال اصلی دودکش راه داشته و بدین ترتیب دودها و هوای گرم ایجاد شده از احتراق از طریق این راه ارتباطی وارد دودکش شده و به بیرون هدایت می‌شوند. دودکش مورد استفاده در کوره شماره ۳ دارای سطح مقطعی مستطیلی و به ابعاد ۱/۲ در ۱ متر بوده و دارای ارتفاعی در حدود ۳/۲ متر از سطح سقف کوره می‌باشد. لازم به ذکر است که ارتفاع کوره نیز در حدود ۳/۸ متر اندازه‌گیری شده است. با توجه به دما و دبی بالای سیال خروجی از دودکش‌ها، انرژی حرارتی زیادی در آن نهفته بوده که در صورت استفاده از آن در بخشی از فرآیند تولید آجر، انتظار می‌رود در مصرف گاز طبیعی تا حدودی صرفه‌جویی شود. به منظور بررسی صرفه اقتصادی استفاده از حرارت گازهای خروجی از دودکش در قیاس با مصرف بیشتر گاز طبیعی، می‌بایست ابتدا انرژی نهفته در گازها را محاسبه نمود. در این راستا لازم است تا علاوه بر اندازه‌گیری دما، سرعت و به تبع آن دبی گازهای خروجی از دودکش نیز اندازه‌گیری شود. لازم به ذکر است که این امر مستلزم داشتن تجهیزات اندازه‌گیری مناسب نظیر تاکومتر (سرعت‌سنج) و ترموکپلی با قابلیت اندازه‌گیری دماهای نزدیک به ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شکل ۳-۳ شماتیکی از سقف این کوره را به همراه تجهیزات و اجزای آن را نشان می‌دهد.



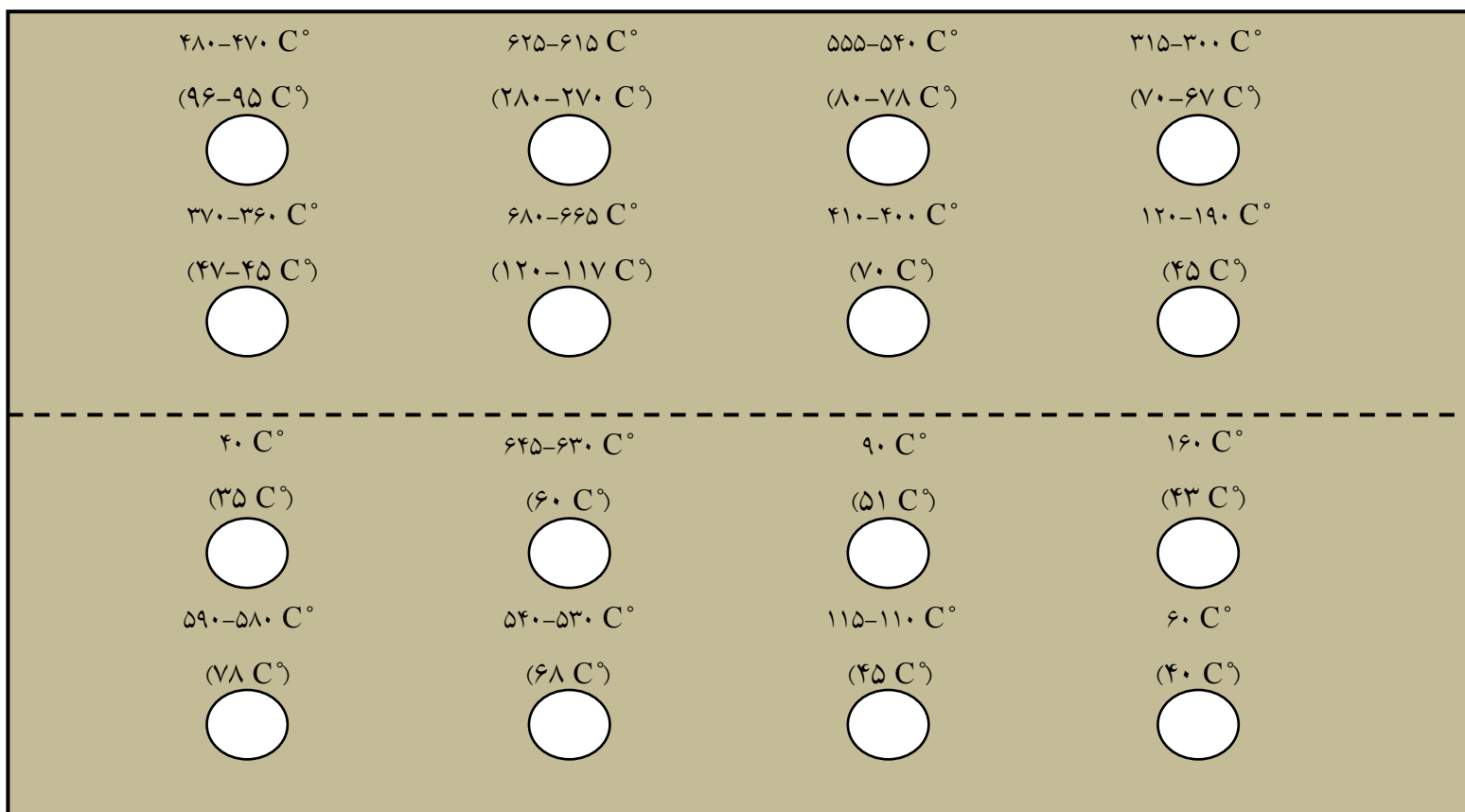
شکل ۳-۳: شماتیکی از سقف کوره آجرپزی هوفمن به همراه اجزا و تجهیزات موجود بر آن

همچنین به منظور آگاهی یافتن از میزان گاز مصرفی هر کوره، لازم است تا کنتوری بر انشعاب اصلی تغذیه کننده کوره‌ها نصب شوند. محل پیشنهادی برای نصب این کنتور در شکل ۳-۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که کنتور اصلی نصب شده در ایستگاه تقلیل فشار کارخانه بیانگر مصرف کلی بوده که نمی‌تواند معیار مناسبی برای محاسبه گاز مصرفی کوره‌ها باشد. زیرا علاوه بر کوره‌های آجرپزی، مصرف کننده‌های دیگری نظیر سالن‌های خشک‌کن نیز در کارخانه وجود داشته و با سردتر شدن در فصل‌های سرما، استفاده از آن‌ها افزایش چشمگیری را در مصرف گاز به همراه خواهد داشت.

با این وجود در بازدید صورت گرفته، اعداد کنتور اصلی در یک بازه زمانی مشخص ثبت شده و مصرف متوسط ساعتی این کارخانه در زمان بازدید محاسبه گردید. مصرف این کارخانه با در نظر گرفتن این موضوع که چهار کوره از پنج کوره آن در حال فعالیت بوده، در حدود $360 \text{ m}^3/\text{hr}$ محاسبه شد. در حالی که پس از مراجعه به داده‌هایی که پیش از این از اداره اندازه‌گیری دریافت شده بود مشخص گردید که مصرف متوسط این کارخانه در فصل زمستان سال ۹۲ در حدود $685 \text{ m}^3/\text{hr}$ بوده است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که مصرف گاز در سالن‌های خشک‌کن نیز مقدار قابل توجهی بوده و به منظور دستیابی به دیدی مناسب از میزان مصرف کوره‌ها می‌بایست کنتوری بر انشعاب اصلی یکی از کوره‌های موجود در این کارخانه نصب نمود.

به منظور دستیابی به دید مناسبی از اتلافات حرارتی کوره‌ها لازم است تا علاوه بر اندازه‌گیری دمای درون کوره، دمای سطوح مختلف آن نیز اندازه‌گیری شود. در این راستا نیز با در نظر گرفتن قمیری در حال پخت به عنوان نمونه مطالعاتی، دماسنجی‌های مربوطه انجام شد. متأسفانه با توجه به در اختیار نداشتن ترموکوپل مناسب، امکان اندازه‌گیری دمای درون کوره (دمای پخت آجرها) وجود نداشت. به گونه‌ای حتی در اندازه‌گیری دمای گاز خروجی از برخی چشمه‌ها نیز غلاف ترموکوپل مربوطه در معرض ذوب شدن قرار می‌گرفت و دمای مدنظر را با تلورانس زیادی نمایش می‌داد.

با این وجود در بازدید صورت گرفته، دمای گاز خروجی از چشمه‌های قمیر در حال پخت و همچنین دمای سطح خاک مجاور با این چشمه‌ها نیز اندازه‌گیری شد. شکل ۳-۴ نتایج اندازه‌گیری را برای چشمه‌های مذکور نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که در شکل ۳-۴، دمای گاز خروجی هریک از چشمه‌ها، بالای آن و خارج از پرانتز نوشته شده است. دمای سطح خاک مجاور چشمه نیز در بالای آن و درون پرانتز آورده شده است.

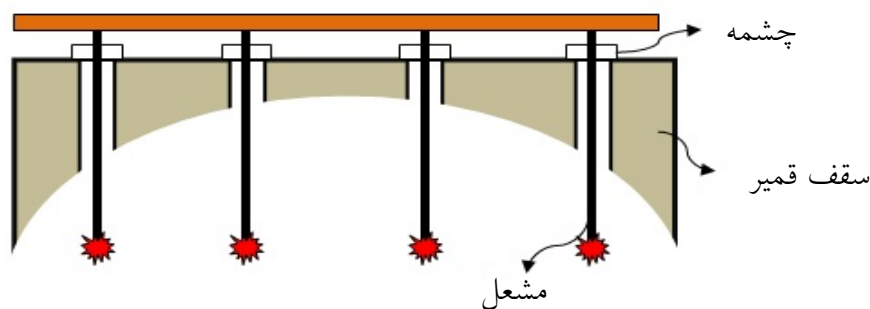


شکل ۳-۴: دمای گاز خروجی و دمای سطح خاک مجاور چشمه‌های قمیر در حال پخت

همان‌گونه که از شکل ۳-۴ می‌توان مشاهده نمود، دماهای اندازه‌گیری شده در برخی موارد دارای تلورانس زیادی هستند. دلیل این امر در درجه اول مناسب نبودن ترموکوپل مورد استفاده برای دماهای بالا (دارا نبودن غلاف نسوز) و در درجه دوم نیز وزش شدید باد در زمان دماسنجی بوده که نتایج را به شدت تحت تاثیر قرار می‌داد.

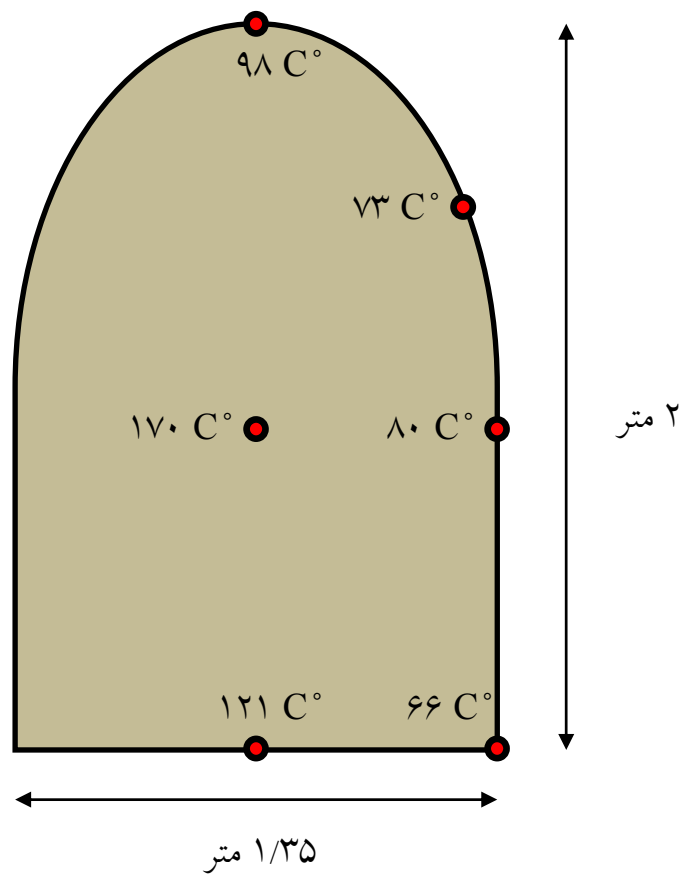
نکته قابل توجه دیگری که می‌توان از شکل ۳-۴ برداشت نمود این است که دمای گاز خروجی از چشمه‌ها، در برخی موارد تفاوت زیادی با یکدیگر دارند. علت این امر می‌تواند این موضوع باشد که شکل‌گیری جریان گازهای درون کوره، تحت تاثیر تفاوت شدت شعله‌ی مشعل‌های درون قمیر به نحوی است که این گازها برای خروج از برخی چشمه‌ها تمایل بیش‌تری دارند. این موضوع در بازدید انجام شده به خوبی قابل مشاهده بود. لازم به ذکر است که در زمان بازدید، به علت قطع برق برای دقایقی سوخت‌رسانی به مشعل‌ها متوقف و کوره خاموش شد. در زمان خاموشی مشعل‌ها به وضوح مشاهده شد که شدت گاز خروجی از تمامی چشمه‌ها تقریباً یکسان بود. متأسفانه به علت خروج تمامی گازهای حاصل از احتراق از چشمه‌ها، دمای محیط به شدت افزایش یافت و امکان اندازه‌گیری دمای این گازها وجود نداشت. لذا پس از روشن شدن کوره، دماسنجی‌های مذکور مجدداً انجام شد.

نتایج آورده شده در شکل ۳-۴، تفاوت زیادی در دماهای سطوح خاک مجاور با چشمه‌ها را نشان می‌دهند. این موضوع می‌تواند دو علت داشته باشد. نخست یکسان نبودن ساختار سقف کوره در نقاط مختلف که منجر به متفاوت بودن ضریب هدایت حرارتی در آن می‌شود. دیگری نیز تفاوت ضخامت سقف کوره‌ها در بخش‌های مختلف با توجه به ساختار درونی قمیرهاست. شکل ۳-۵ شماتیک ضخامت سقف یک قمیر را در مجاورت چشمه‌ها نشان می‌دهد. همان‌گونه که از شکل ۳-۵ می‌توان مشاهده کرد، ضخامت سقف در مجاورت دو چشمه انتهایی نسبت به دو چشمه میانی بیش‌تر بوده و انتظار می‌رود تلفات حرارتی در این نقاط (متناسب با دمای گاز خروجی از چشمه متناظر) کمتر باشد که این موضوع به خوبی از نتایج آورده شده در شکل ۳-۴ قابل مشاهده است.



شکل ۳-۵: شماتیک ضخامت سقف قمیر در مجاورت با چشمه‌ها

درب‌های قمیر که برای بارگذاری و تخلیه آجرها مورد استفاده قرار می‌گیرند، یکی دیگر از بخش‌های کوره است که با توجه به ضخامت کم دیواره در آن ناحیه، پتاسیل بالایی برای تلفات انرژی حرارتی دارند. زیرا پس از اتمام بارگذاری آجرها، این درب‌ها با آجرچینی به همراه پوشش کاه‌گل (جهت کاهش اتلاف انرژی حرارتی) بسته شده و در مقایسه با سایر بخش‌های دیواره قمیر ضخامت کمتری را داراست. نتایج دماسنجی‌های صورت گرفته در شکل ۳-۶ نشان داده شده‌است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بخش مرکزی درب‌ها که به محل مشعل‌ها نزدیک تر بوده دارای دمای بالاتری نسبت به سایر نقاط است.



شکل ۳-۶: شماتیک توزیع دما بر درب قمیر در حال پخت

۳.۳ جمع‌بندی

به‌منظور اجرای طرح بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین‌سفال، پیش از هر کاری می‌بایست اطلاعات اولیه‌ی کامل و جامعی از فرآیند پخت آجر در کوره‌ها (به عنوان عمده‌ترین بخش مصرف‌کننده‌ی گاز در کارخانه) جمع‌آوری نمود. در این راستا در بازدیدهای صورت گرفته از این

واحد صنعتی با توجه به امکانات اندازه‌گیری موجود، اطلاعاتی نظیر هندسه و ابعاد برخی از بخش‌های کوره‌ها، متوسط مصرف ساعتی کل کارخانه و دمای سطوح خارجی قمیرهای در حال پخت جمع‌آوری شد. با این وجود لازم است تا ابتدا با تهیه تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز (نظیر دماسنجی مناسب برای اندازه‌گیری دمای کوره در مراحل مختلف پخت آجر، سرعت سنجی برای محاسبه‌ی سرعت و به تبع آن محاسبه دبی گازهای داغ خروجی از دودکش و همچنین کنتوری جهت نصب بر انشعاب اصلی گاز یکی از کوره‌ها)، اطلاعات مورد نیاز جهت تحلیل فرآیند پخت آجر تکمیل شده و متناسب با این اطلاعات راهکارهایی جهت کاهش مصرف گاز و افزایش تولید کارخانه ارائه گردند.

فعالیت‌هایی که می‌بایست جهت اجرایی ساختن طرح بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین سفال انجام داد را می‌توان به صورت مراحل زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱. شناسایی سیستم و تعیین مصرف‌کننده‌های عمده انرژی (انجام شده)
۲. مطالعه و تحقیق در ارتباط با سایر پروژه‌های مشابه انجام شده در سطح کشور و جهان جهت الگوبرداری و استفاده از نتایج آن‌ها
۳. هدف‌گذاری جهت انجام بهینه‌سازی
۴. تعیین مراحل انجام کار، آزمایشات و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز
۵. تعیین تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز
۶. انجام پیگیری‌های لازم جهت تهیه تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز
۷. نصب تجهیزات و انجام اندازه‌گیری و داده‌برداری‌های لازم جهت تکمیل اطلاعات
۸. تحلیل داده‌ها و بررسی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین سفال
۹. امکان‌سنجی و برآورد کارایی هریک از راهکارها و انتخاب راهکارهای مناسب
۱۰. نظارت بر اجرای راهکارهای پیشنهادی برگزیده

زمان‌بندی مشخص شده جهت انجام مراحل مذکور این پروژه در جدول ۳-۱ ارائه شده است.

جدول ۳-۱: زمان‌بندی اجرای پروژه بهینه‌سازی مصرف گاز در کارخانه شیرین سفال

اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	اجرا مرحله
						۳ و ۲
						۵ و ۴
						۶
						۷
						۸
						۹

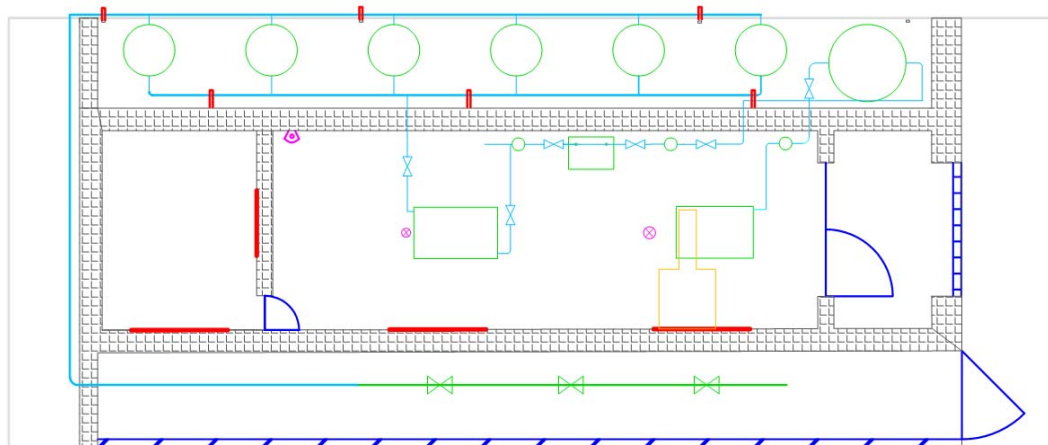
۴ جانمایی جدید مخازن تحت فشار آزمایشگاه تخصصی گاز

در گزارش ماه‌های قبل، جانمایی کل تجهیزات آزمایشگاه به همراه نقشه‌های دوبعدی و سه‌بعدی تهیه شده و به شرکت گاز استان خوزستان ارائه شد. همچنین طی جلسه‌ای، طرح این آزمایشگاه، خدمت دوستان مستقر در ستاد پژوهشی و فناوری شرکت ملی گاز واقع در شهر تهران معرفی گردید. بعد از مطالعه این نقشه‌ها توسط این عزیزان و بازدید آن‌ها از مکان آزمایشگاه در دانشگاه چمران، تغییراتی در طرح مذکور ایجاد شد. در واقع تغییرات فقط مختص به مکان مخازن فشار بالا می‌باشد. در ادامه، این تغییرات ذکر می‌گردد.

۱.۴ تغییر جانمایی مخازن تحت فشار آزمایشگاه تخصصی گاز

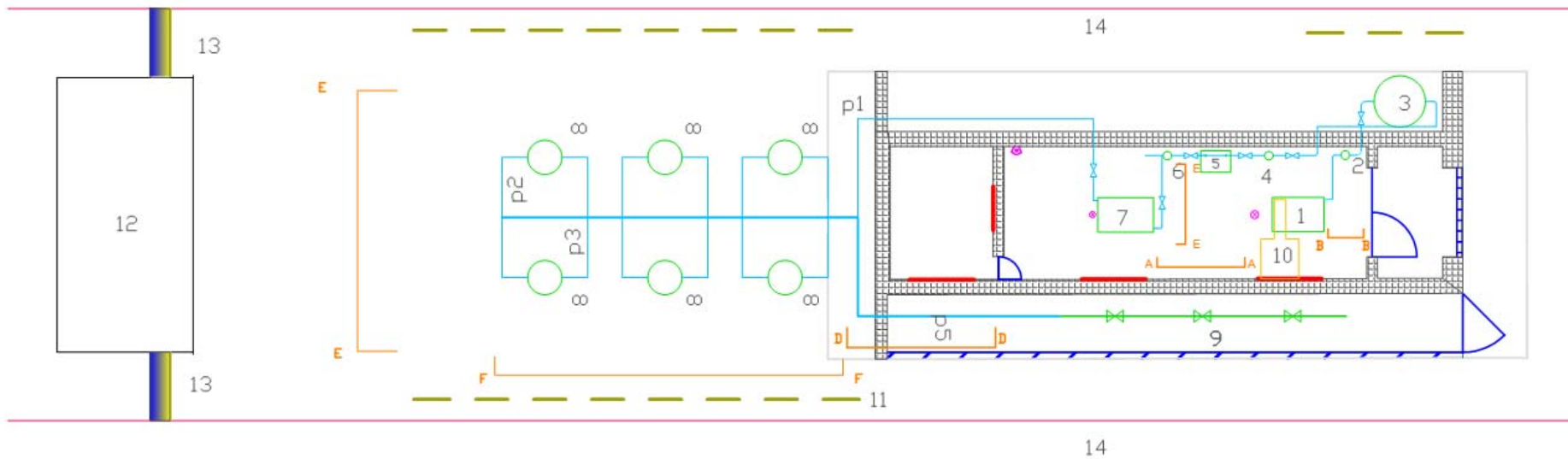
پیرو گزارش ماه‌های قبل، جانمایی تجهیزات آزمایشگاه تخصصی گاز طراحی و انجام شد. شکل ۱-۴ طرح ایستگاه تقویت و تقلیل فشار قبلی را نشان می‌دهد. به دو دلیل عمده که در ادامه ذکر می‌شود، مکان مخازن تغییر پیدا کرد.

- وجود سقف بالای مخازن که مانعی برای عملکرد شیر تخلیه آن‌ها بود.
- کم بودن فاصله دسترسی به مخازن در صورت نصب دیوارهای بتنی پیش‌ساخته برای حفاظت از سوله‌های مجاور در صورت انفجار مخازن

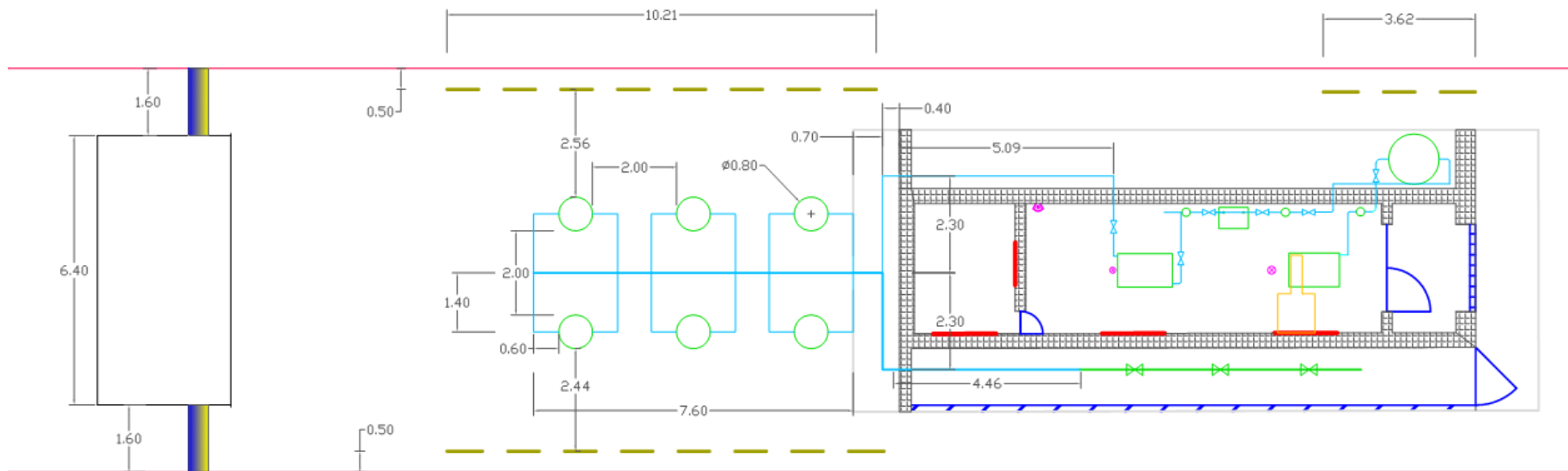


شکل ۴-۱: طرح قبلی لوله‌کشی، تجهیزات و مخازن ایستگاه تقویت و تقلیل فشار آزمایشگاه تخصصی گاز

لذا بعد از انجام مطالعات جدید و رسم طرح‌های گوناگون، در نهایت مخازن به فضای خالی واقع در پشت ایستگاه تقویت و تقلیل فشار منتقل شدند. شکل ۴-۲ و شکل ۴-۳ جانمایی و ابعاد جدید ایستگاه تقویت و تقلیل فشار به همراه اجزای جانبی و جدول ۴-۱ نیز این اجزا را به همراه شماره-گذاری نشان می‌دهد. از مزیت‌های آرایش جدید می‌توان به افزایش فاصله مخازن از دیوار سوله‌های مجاور و افزایش فاصله دسترسی به آن‌ها نام برد. به‌علاوه امکان تخلیه مخازن به محیط اطراف، بدون هیچ‌گونه مزاحمتی انجام خواهد شد.



شکل ۴-۲: طرح جدید جانمایی مخازن ایستگاه تقویت و تقلیل فشار

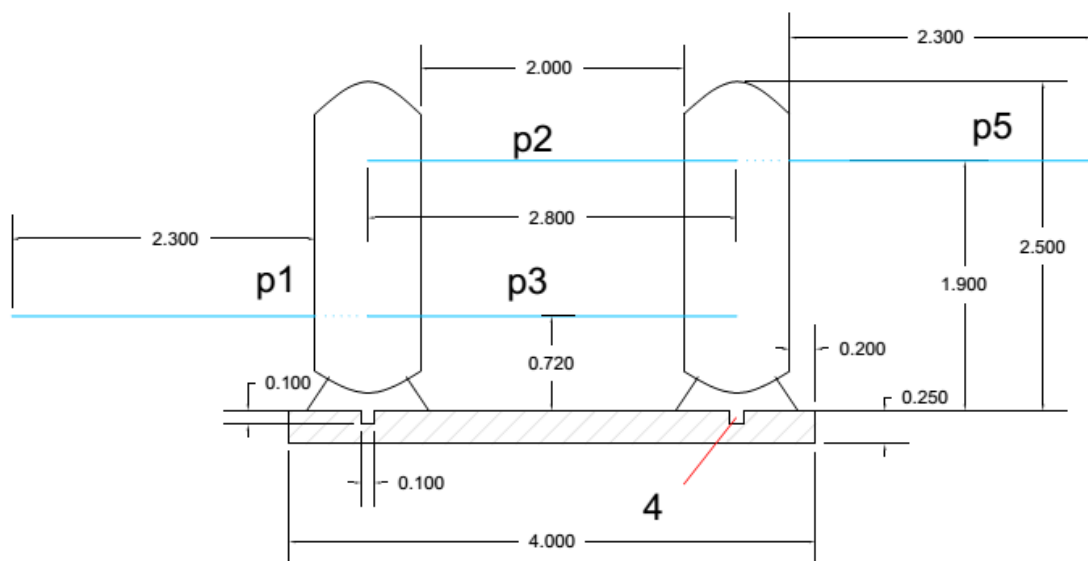


شکل ۳-۴: ابعاد طرح جدید جانمایی مخازن ایستگاه تقویت و تقلیل فشار (ابعاد به متر)

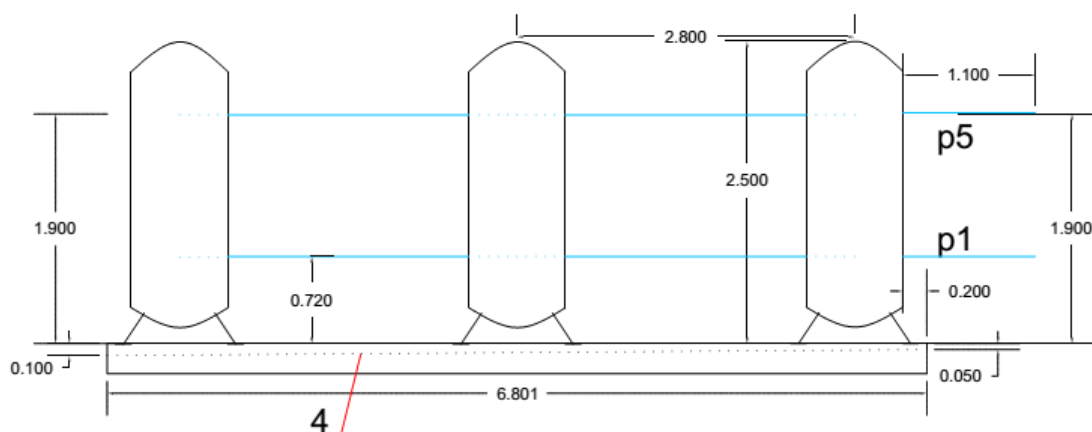
جدول ۴-۱: تجهیزات ایستگاه تقویت و تقلیل فشار

شماره	نام	شماره	نام
۱	کمپرسور اسکرو	۸	مخزن فشار بالا
۲	Water trap	۹	CGS-TBS
۳	مخزن کم فشار	۱۰	کانال خروج هوای داغ کمپرسور
۴	فیلتر اولیه	۱۱	دیوارهای بتنی پیش- ساخته
۵	Refrigerant dryer	۱۲	ساختمان سرویس بهداشتی
۶	فیلتر ثانویه	۱۳	درب فلزی
۷	بوستر	۱۴	دیوارهای سوله‌های مجاور

برای تجسم بهتر سیستم لوله‌کشی مخازن، برش‌های F-F و E-E نشان داده شده در شکل ۴-۲ ایجاد شده‌است. شکل ۴-۴ و شکل ۵-۴ نمای برش خورده از لوله‌کشی مخازن تحت فشار و جدول ۴-۲ کاربرد لوله‌های بکاررفته در این شکل‌ها را نشان می‌دهند.



شکل ۴-۴: لوله کشی مخازن از نمای برش E-E (ابعاد به متر)

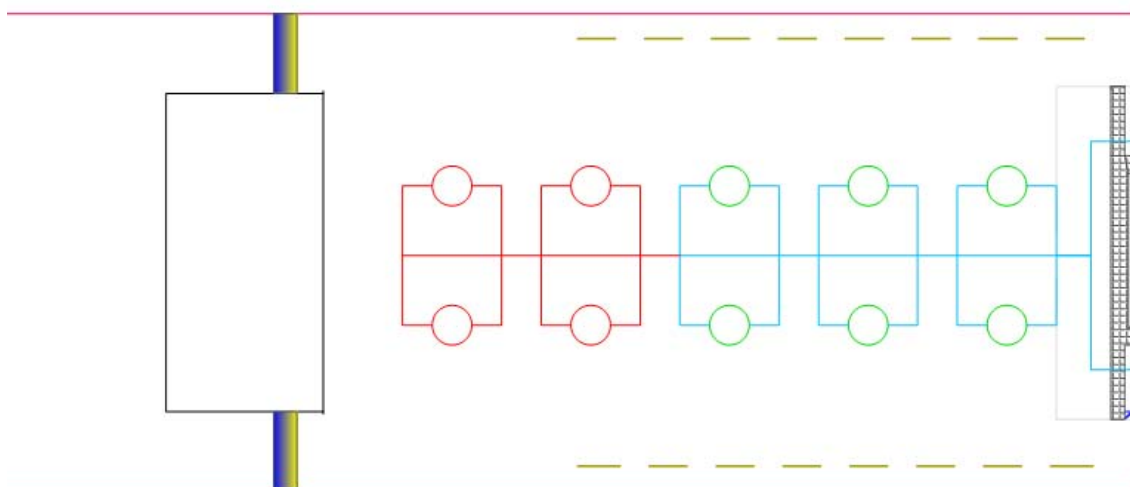


شکل ۴-۵: لوله کشی مخازن از نمای برش F-F (ابعاد به متر)

جهت جلوگیری از دسترسی سایر افراد به ایستگاه و تجهیزات مربوطه، از دو درب فلزی (شماره ۱۳ در شکل ۴-۲) استفاده خواهد شد. اضافه شدن مخازن جدید در صورت توسعه آزمایشگاه، از دیگری مواردی بود که در طراحی آرایش مخازن تحت فشار مدنظر قرار گرفت. بیشترین تعداد مخازنی که قابل اضافه شدن به شش مخزن موجود را دارند، چهار مخزن می‌باشد. در شکل ۴-۶ جانمایی این چهار مخزن پیش‌بینی شده برای آینده به همراه لوله‌کشی مربوطه، با رنگ قرمز نشان داده شده است.

جدول ۴-۲: کاربرد لوله های بکاررفته در سیستم لوله‌کشی مخازن تحت فشار

شماره	نام
p۱	لوله خروجی از بوستر و متصل به هدر ورودی مخازن
p۲	لوله خروجی از مخازن
p۳	لوله ورودی به مخازن
p۴	فاضلاب مخازن
p۵	لوله ورودی به CGS-TBS و متصل به هدر خروجی مخازن



شکل ۴-۶: جانمایی چهار مخزن تحت فشار جهت توسعه آزمایشگاه در آینده

۵ فعالیت‌های ماه آتی

در این بخش فعالیت‌هایی که برای ماه آتی پیش‌بینی شده‌است ارائه می‌گردد. این فعالیت‌ها مشتمل بر موارد ذیل می‌باشند.

۱. بررسی اثر انتقال حرارت بر جریان هدر رفت گاز در شبکه خطوط لوله
۲. بررسی میزان گاز هدر رفت خروجی از شیر تخلیه ایستگاه تقلیل گاز شهری
۳. اصلاح نقشه‌های ایزو و نمای سه‌بعدی آزمایشگاه با توجه به جانمایی جدید مخازن
۴. انجام مراحل پیش‌بینی‌شده جهت تکمیل پروژه بهینه‌سازی مصرف در کارخانه آجرسازی شیرین سفال