دانشگاه شهید چمران اهواز

مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی

گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در تیرماه۱۳۹۳

GNRC-KHGC-MR 1393-03

۱ مردادماه ۱۳۹۳

عنوان	**گزارش فعالیت‌های تیرماه ۱۳۹۳**
کد گزارش	**GNRC-KHGC- MR 1393-03**
تاریخ	**۱۳۹۳/۵/۱**
تدوین کنندگان	دکتر مرتضی بهبهانی‌نژاد، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران دکتر مازیار چنگیزیان، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران مهندس محمدرضا کاویان‌نژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران مهندس مهدی طهماسبی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران خانم زهره علینژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه یاسوج خانم فروزنده عمید، کارشناس شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
چکیده	در راستای تکمیل و افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge، در این ماه به تعریف الگوریتم شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک خط لوله با در نظر گرفتن اثرات همزمان انتقال حرارت و اصطکاک پرداخته و در نهایت برنامه کامپیوتری مطابق با این الگوریتم تهیه و اعتبارسنجی شده که شرح فعالیت‌های صورت گرفته در این راستا در فصل دوم گزارش آورده شده‌است. در فصل سوم گزارش، با توجه به تکمیل نقشه های ایزومتریک آزمایشگاه تخصصی گاز، نمونه‌ای از این نقشه‌ها و نحوه‌ی کدگذاری آنها تشریح شده است. شایان ذکر است که نقشه‌های ایزومتریک کامل مجموعه خطوط لوله آزمایشگاه در لوح فشرده گزارش پیوست شده‌است. در ادامه مطالعات صورت‌گرفته در زمینه مدیریت مصرف انرژی، در این ماه تلاش شده تا گزارشی از وضعیت و جایگاه ایران در حوزه انرژی ارایه‌شود. در فصل چهارم مطالعات انجام گرفته در این زمینه ارائه شده‌است. فصل آخر گزارش نیز دربرگیرنده فعالیت‌های ماه آتی مرکز پژوهشی شبکه‌های گازسانی می‌باشد.

فهرست مطالب

۱ مقدمه ۱

۲ شبیه‌سازی عددی هدرفت گاز از خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت ۳

۱.۲ الگوریتم محاسبه دبی هدررفت ۳

۲.۲ سنجش اعتبار نتایج برنامه کامپیوتری تدوین شده ۶

۱.۲.۲ مساله نمونه اول ۶

۲.۲.۲ مساله نمونه دوم ۷

۳.۲ جمع‌بندی ۸

2.4 مراجع ۹

۳ نقشه‌های ایزومتریک آزمایشگاه تخصصی گاز ۱۰

۴ مدیریت مصرف انرژی ۱۷

۱.۴ مقایسه میزان مصرف انرژی در ایران و جهان تا قبل از سال ۱۳۹۰ ..... ۱۷

۲.۴ چند روش پیشنهادی کاهش مصرف انرژی در صنایع ۲۰

۳.۴ مراجع ۲۲

۵ فعالیت‌های ماه آتی ۲۳

فهرست شکل‌ها

شکل۲-۱: فلوچارت محاسبه میزان هدررفت درون یک خط لوله..... ۵
شکل۲-۲: تغییرات فشار جریان گاز در طول لوله ۷
شکل۲-۳: تغییرات عدد ماخ ورودی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون.... ۸
شکل۳-۱: نامگذاری خطوط لوله بخش افزایش فشار..... ۱۱
شکل۳-۲: نامگذاری خطوط لوله هدر تغذیه مخازن تحت فشار ۴۰ بار..... ۱۲
شکل۳-۳: نامگذاری خطوط لوله هدر خروجی مخازن تحت فشار ۴۰ بار ۱۳
شکل۳-۴: نامگذاری خطوط لوله توزیع گاز (۶۰ PSIG)- بخش اول ۱۴
شکل۳-۵: نامگذاری خطوط لوله توزیع گاز (۶۰ PSIG)- بخش دوم ۱۵
شکل۳-۶: لوله به شماره P۶ (بالا) و نقشه ایزومتریک آن (پایین) در آزمایشگاه تخصصی گاز ۱۶
شکل۴-۱: درصد مصرف(سمت راست)وتولید (سمت چپ) گاز طبیعی در چند کشور خاورمیانه [۱] ۱۸
شکل۴-۲: سهم بخشهای مختلف از مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ [۳]..... ۱۹
شکل۴-۳: سهم حاملهای مختلف در تامین انرژی بخش صنعت در سال ۱۳۸۹ [۳]..... ۱۹

فهرست جدول‌ها

جدول۳-۱: نمادهای بکار رفته در شماره‌گذاری نقشه‌های ایزومتریک..... ۱۰

۱ مقدمه

در این گزارش فعالیت‌های انجام‌شده در تیرماه ۱۳۹۳ توسط مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی استان خوزستان تشریح می‌شود. مطابق با برنامه از پیش‌تنظیم‌شده، موارد زیر برای فعالیت‌های این ماه درنظرگرفته شده‌بود:

۱. شبیه سازی عددی هدررفت گاز از یک خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت

۲. تهیه نقشه های ایزومتریک آزمایشگاه تخصصی گاز

۳. پیگیری بحث مربوط به طراحی سایه بان برای برخی از تجهیزات فضای باز

۴. انجام مطالعات در رابطه با استقرار سیستم های مدیریت انرژی در صنایع

به‌منظور تکمیل قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار محاسبه هدررفت گاز (GNPurge)، در ماه گذشته شبیه‌سازی عددی هدررفت گاز از یک خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت در دستور کار مرکز پژوهشی قرار گرفت. در این راستا پس از استخراج معادلات حاکم بر جریان و همچنین تعیین فرضیات و شرایط مرزی موجود برای حالت مذکور، مسیر کلی حل جهت محاسبه دبی هدررفت جریان ارائه شد. در ادامه فعالیت‌های صورت گرفته، در این ماه ابتدا مراحل حل مساله به‌صورت گام به گام و همچنین در قالب یک فلوچارت ارائه شده‌است. سپس برنامه کامپیوتری تدوین شده مطابق با این الگوریتم، با مثال‌های موجود در سایر مراجع موجود مورد اعتبارسنجی قرار گرفته‌است. شرح فعالیت‌های صورت گرفته در این راستا به تفصیل در فصل دوم گزارش ارائه شده‌است.

جهت تکمیل مدارک طراحی آزمایشگاه تخصصی گاز و پیرو فعالیت‌های ماه قبل، در این ماه نقشه‌های ایزومتریک آزمایشگاه تکمیل شد. برای تهیه این نقشه‌ها، ابتدا طراحی مدل سه‌بعدی آزمایشگاه در نرم‌افزار PDMS تکمیل شد و سپس نقشه‌های ایزومتریک توسط نرم‌افزار مذکور، تولید گردید. در فصل سوم کدگذاری نقشه‌ها و راهنمای استفاده از آنها ارائه شده‌است. لازم به ذکر است

نقشه‌های ایزومتریک تولیدشده در لوح فشرده گزارش پیوست شده‌است.

پیرو فعالیت‌های مربوط به طراحی سایه‌بان ترانس حفاظت کاتدیک، بر اساس برنامه‌ی از پیش تعیین شده، در این ماه طراحی بقیه سایه‌بان‌ها انجام گرفت. پیرو اصولی که در گزارش ماه قبل ذکر شد، طراحی بقیه سایه‌بان‌ها در این ماه تکمیل گردید. در جلسه‌ای که بین مرکز پژوهشی و شرکت گاز استان خوزستان برگزار شد، تصمیم بر این شد که درحال حاضر با توجه به برخی محدودیت‌ها طراحی و اجرای سایه‌بان برای ترانس‌ها متوقف گردد. با توجه به اینکه جابه‌جایی ترانس‌ها به کمک جرثقیل صورت می‌گیرد، لذا ایجاد سایه‌بان مانع از جابه‌جایی ترانس در صورت تعویض آن خواهد شد. با این وجود، در هر زمان که شرکت گاز استان خوزستان درخواست مجدد برای طراحی سایه-بان‌ها براساس شرایط جدیدی را ارسال کند، مرکز پژوهشی این آمادگی را دارد که طراحی را دوباره از سرگیرد. لذا با وجود آماده‌بودن گزارش مربوط به طراحی سایه‌بان‌ها، از ذکر آن در این ماه خودداری شده‌است.

با اعلام نیاز شرکت گاز استان خوزستان در زمینه مدیریت مصرف انرژی، مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی، مطالعات خود را در این زمینه آغاز نمود. بر این اساس در ماه قبل، مطالعاتی روی استاندارد ایزو ۵۰۰۰۱، به عنوان استاندارد مدیریت مصرف انرژی انجام‌شده و در این ماه این مطالعات در جهت بازبینی مصرف انرژی و وضعیت آن در ایران انجام گردید. لذا در فصل چهارم ابتدا به مقایسه مصرف انرژی در ایران با کشورهای جهان پرداخته‌می‌شود. سپس حامل‌های مهم انرژی معرفی شده و نقش آن‌ها در مدیریت مصرف انرژی بیان می‌شود. در نهایت تعدادی راه‌کار کلی و مهم در کاهش مصرف انرژی در صنایع معرفی خواهندشد. شایان ذکر است که جهت تعیین خطی مشی مناسب بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع، می‌بایست در جلسه‌ای مشترک با مسئولین محترم شرکت گاز استان خوزستان، خطی مشی اصلی در این زمینه را تعیین نمود. با تعیین خطی مشی و اهداف اصلی مسیر، می‌توان به صورت عملی و کاربردی در زمینه‌ی بهینه‌سازی مصارف انرژی شرکت‌ها و صنایع مرتبط گام برداشت. بر این اساس ادامه‌ی فعالیت‌ها در این زمینه، به بعد از برگزاری این جلسه و تبیین خطی مشی و اهداف اصلی بهینه‌سازی مصرف انرژی، موکول می‌گردد.

۲ شبیه‌سازی عددی هدرفت گاز از خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت

به‌منظور محاسبه هدرفت گاز از یک شبکه گسترده گازرسانی لازم است تا علاوه بر اصطکاک، اثرات تبادل حرارت گاز با محیط اطراف نیز در مدل‌سازی لحاظ گردد. در این راستا همان‌گونه که در فصل مقدمه بیان شد، در ماه گذشته مقدمات مورد نیاز جهت شبیه‌سازی عددی هدررفت گاز از یک خط لوله طولانی با در نظر گرفتن همزمان اثرات انتقال حرارت و اصطکاک فراهم گشت. بدین‌گونه که معادلات حاکم بر جریان، فرضیات صورت گرفته و شرایط مرزی موجود برای حالت مورد بررسی به تفصیل بیان شد و مسیر کلی حل جهت محاسبه دبی هدررفت ارائه گشت.

پیرو فعالیت‌های مذکور، در گزارش این فصل ابتدا مراحل حل معادلات حاکم جهت محاسبه هدرفت گاز به‌صورت گام به گام بیان شده و سپس فلوچارت متناسب با این الگوریتم آورده می‌شود. در ادامه نیز جهت اطمینان از صحت خروجی برنامه‌ی کامپیوتری تدوین شده مطابق با الگوریتم مذکور، می‌بایست اعتبار نتایج برنامه مورد سنجش قرار گیرد. در این راستا دو نمونه از مسایل حل شده در مراجع موجود با برنامه تهیه شده مجددا حل شده و نتایج حاصله با داده‌های موجود در این مراجع مقایسه خواهند شد.

۱.۲ الگوریتم محاسبه دبی هدررفت

جهت محاسبه دبی هدرفت گاز از یک خط لوله و با فرض مشخص بودن سطح مقطع انشعاب مورد بررسی، مطابق با رابطه (۲-۱) تنها کافیست مقادیر چگالی و سرعت جریان در مقطعی از لوله محاسبه شوند. همان‌گونه که در گزارش ماه قبل بیان شد، فشار و دمای جریان گاز در ورودی انشعاب معلوم و از جمله شروط مرزی مساله می‌باشند. بدین ترتیب چگالی جریان نیز با استفاده از معادله حالت

گاز ایده‌آل (رابطه (۲-۷) در گزارش مربوطه) در این مقطع قابل محاسبه خواهد بود [۱]. لذا با بدست آوردن سرعت جریان در مقطع ورودی انشعاب، دبی هدررفت جریان مشخص خواهد شد.

$$\dot{m}=\rho u\left(\pi D^{2}/4\right) \qquad (۱-۲)$$

در رابطه (۲-۱)، $\dot{m}$ دبی، ρ چگالی و u سرعت جریان می‌باشد. همچنین D نیز بیانگر قطر انشعاب مورد بررسی است.

محاسبه سرعت جریان در مقطع ورودی، با بکارگیری یک فرآیند سعی و خطا مقدور بوده و می‌بایست سرعت در ورودی به گونه‌ای حدس زده شود که فشار جریان در خروجی به فشار اتمسفر برسد. لازم به ذکر است که ابتدا باید احتمال خفگی جریان را با درنظر داشتن اختلاف فشار دو سر خط بررسی نموده و در صورت بروز این پدیده، سرعت جریان در مقطع ورودی را متناسب با این شرایط محاسبه نمود. در ادامه روند گام به گام محاسبه سرعت جریان در مقطع ورودی و به تبع آن محاسبه دبی هدرفت گاز آورده شده‌است.

۱. فرض می‌شود جریان در خروجی انشعاب صوتی شده و عدد ماخ خروجی به مقدار یک می‌رسد (اصطلاحا جریان دچار خفگی شده‌است).

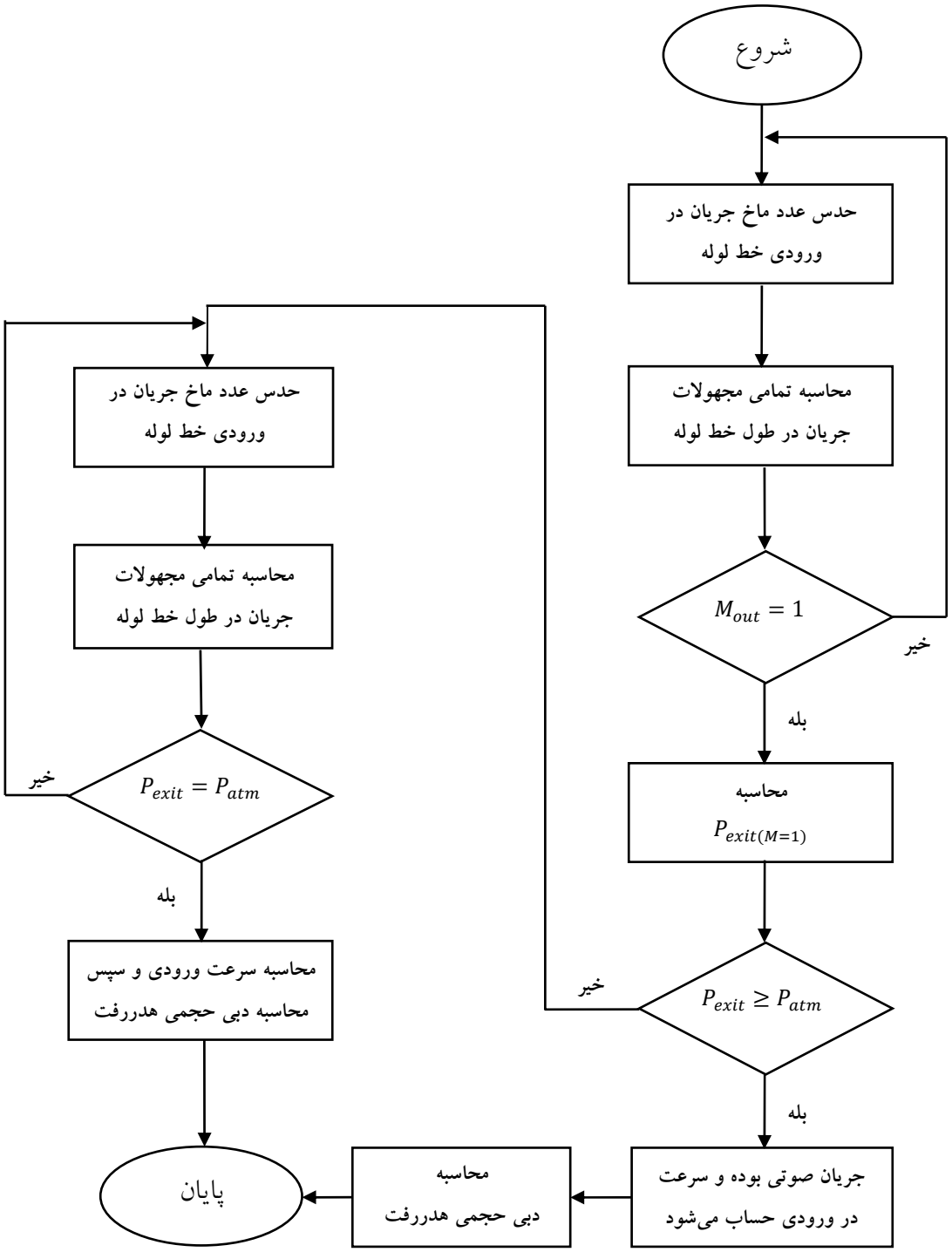
۲. عدد ماخ در ورودی جریان حدس زده شده و طی یک فرآیند سعی و خطا به‌گونه‌ای اصلاح می‌شود تا عدد ماخ خروجی متناظر با آن به مقدار یک برسد.

۳. فشار محاسبه شده در خروجی انشعاب (با فرض خفگی جریان)، با فشار اتمسفر مقایسه می‌شود. چنانچه فشار خروجی برابر یا بیش از فشاری باشد که خط به آن تخلیه می‌شود (فشار اتمسفر)، آنگاه فرض خفگی جریان صحیح است. بدین‌ترتیب با در اختیار داشتن مقدار صحیح عدد ماخ و به تبع آن سرعت جریان در ورودی، می‌توان دبی هدررفت از انشعاب را محاسبه نمود.

۴. حال در صورتی که فشار خروجی محاسبه شده از فشاری که خط به آن تخلیه می‌شود (فشار اتمسفر) کمتر باشد، فرض خفگی جریان صحیح نمی‌باشد.

۵. در صورت عدم خفگی جریان، لازم است تا عدد ماخ (و به‌تبع آن سرعت) در ورودی مجددا حدس زده شده و طی یک روند سعی و خطا به نحوی اصلاح گردد که فشار محاسبه شده در خروجی انشعاب به فشار اتمسفر برسد. در این شرایط نیز با بدست آوردن مقدار صحیح سرعت در ورودی، می‌توان دبی هدررفت از انشعاب را محاسبه نمود.

شکل۲-۱ فلوچارت برنامه کامپیوتری تدوین شده جهت محاسبه میزان گاز هدررفت از یک خط لوله را نشان می‌دهد.



شکل۲-۱: فلوچارت محاسبه میزان هدررفت درون یک خط لوله

۲.۲ سنجش اعتبار نتایج برنامه کامپیوتری تدوین شده

در راستای محاسبه دبی هدررفت گاز از یک خط لوله طولانی (با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت و اصطکاک) مطابق با روند فلوچارت نشان داده شده در شکل۲-۱، یک برنامه‌ی کامپیوتری به زبان فرترن تهیه شد. لازم به ذکر است که به‌منظور استفاده از برنامه تهیه شده، ابتدا می‌بایست اعتبار نتایج آن مورد سنجش قرار گرفته و تایید گردند. لذا صحت برنامه مذکور از طریق مقایسه نتایج تحقیق حاضر با داده‌های تجربی و عددی سایر محققین قبلی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه به‌ترتیب به معرفی هر یک از دو مساله نمونه منتخب پرداخته و نتایج این مقایسه‌ها ارائه خواهندشد.

۱.۲.۲ مساله نمونه اول

در اولین قدم جهت اصلاح و اعتبارسنجی برنامه، لازم است تا صحت معادلات حاکم مورد استفاده و همچنین نحوه‌ی بکارگیری آن‌ها در روند حل مساله مورد سنجش قرار گیرد. از اینرو مساله اول بگونه‌ای انتخاب شد تا به دور از پیچیدگی‌های الگوریتم حل نهایی (نظیر محاسبات مربوط به ضرایب انتقال حرارت، روند سعی و خطا و ...)، صرفا اعتبار معادلات حاکم مورد استفاده را بسنجد.

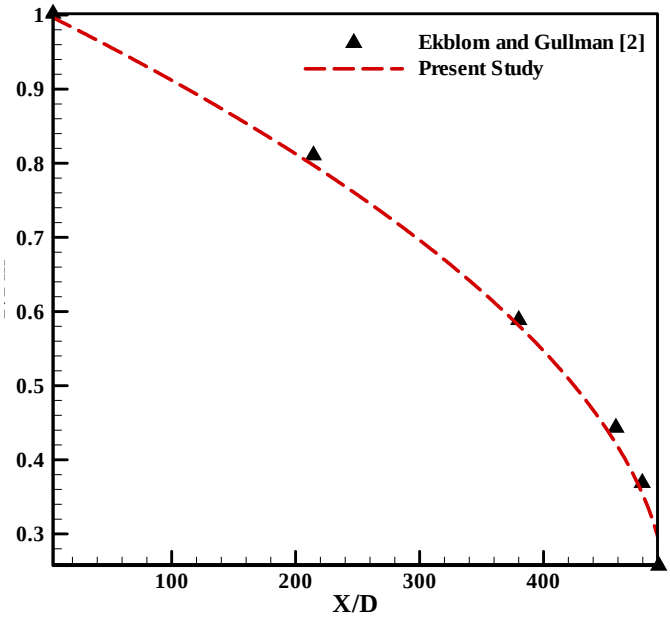
مساله موردنظر تغییرات فشار را در طول یک لوله با نسبت طول به قطر ۵۰۰ و با درنظر گرفتن اثر اصطکاک دیواره و همچنین عایق بودن لوله مورد بررسی قرار می‌دهد. سیال عامل جریان هوای عبوری از لوله‌ای با قطر ۰/۵ متر و ضریب اصطکاک ثابت ۰/۰۲۱ است. عدد ماخ، فشار و دمای جریان در ورودی لوله به‌ترتیب برابر با ۰/۲۳، ۳۹۲ کیلوپاسکال و ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تمامی متغیرهای جریان در ورودی لوله معلوم بوده (چگالی جریان نیز توسط معادله حالت گاز ایده‌آل قابل محاسبه است) و بدین‌ترتیب به هیچ‌گونه حدس اولیه و فرآیند سعی و خطایی برای محاسبه پارامترهای جریان در طول لوله نیازی نیست.

لازم به ذکر است که نتایج حاصل از حل این مساله با داده‌های تجربی ارائه شده توسط اکبلوم[۱] و گولمن-استراند[۲] مقایسه شده و در شکل۲-۲ آورده شده‌است[۲]. همان‌طور که از شکل۲-۲ قابل مشاهده است، انطباق بسیار خوبی مابین نتایج حل عددی حاضر و داده‌های تجربی ارائه شده وجود دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که معادلات حاکم مورد استفاده و نحوه‌ی بکارگیری آن‌ها صحیح و قابل اعتماد است.

---

[۱] Ekblom

[۲] Gullman-Strand



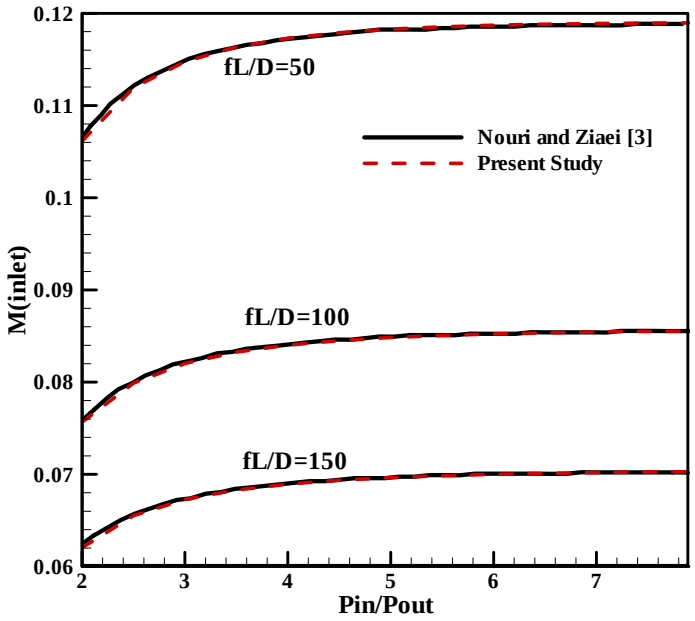
شکل۲-۲: تغییرات فشار جریان گاز در طول لوله

۲.۲.۲ مساله نمونه دوم

پس از اطمینان یافتن از صحت و اعتبار معادلات مورد استفاده و نحوه‌ی بکارگیری آن‌ها، می‌بایست اعتبار برنامه در حل مسایل جامع‌تر و پیچیده‌تری نیز مورد بررسی قرار گیرد. لذا مساله دوم به نحوی انتخاب شده‌است که علاوه بر مطالعه جریان در شرایط خفگی، نیازمند به فرآیند سعی و خطا در روند حل مساله نیز می‌باشد. همچنین با توجه به فرض آدیاباتیک لوله در مساله نمونه اول، لازم است تا مساله نمونه دوم با در نظر گرفتن انتقال حرارت مابین جریان و محیط پیرامون انشعاب، اعتبار مدل حرارتی مورد استفاده در روند حل را نیز بسنجد.

مساله نمونه دوم، تغییرات عدد ماخ جریان در ورودی و خروجی را نسبت به تغییرات اختلاف فشار در دو سر انشعاب برای طول‌های بی‌بعد مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که طول بی‌بعد تعریف شده به فرم fL/D بوده که در آن f ضریب اصطکاک و L طول لوله می‌باشد. سیال عامل مورد بررسی گاز متان، با دمای ورودی K ۳۰۳، ضریب انتقال حرارت هدایتی W/mK ۰/۰۳۵، عدد پرانتل ۰/۷۱، جرم مولکولی $kg/kmol$ ۱۶/۰۴ و نسبت گرمای ویژه ۱/۲۹۹ می‌باشد. انشعاب موردنظر نیز لوله‌ای فولادی با قطر ۱/۴ متر، ضخامت جداره ۰/۰۲ متر، زبری دیواره ۰/۰۰۰۰۴۶ متر و ضریب انتقال حرارت هدایتی W/mK ۳۰ بوده که در عمق ۱/۵ برابر قطر خود در زیر خاک دفن شده‌است. خاک پیرامون خط لوله نیز دارای ضریب انتقال حرارت هدایتی W/mK ۰/۵۲ می‌باشد و دما و فشار محیط اطراف سطح خاک به‌ترتیب برابر با K ۲۸۳ و kPa ۱۰۱ است. لازم به ذکر است که نتایج حاصل از حل این مساله با نتایج حل عددی ارائه شده توسط نوری-بروجردی مقایسه شده‌است[۳]. شکل۲-۳ تغییرات عدد ماخ ورودی جریان را به ازای

نسبت‌های فشاری مختلف و برای چند طول بی‌بعد متفاوت نشان می‌دهد.



شکل۲-۳: تغییرات عدد ماخ ورودی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون

همان‌گونه که از شکل۲-۳ قابل مشاهده‌است، نتایج حاصل از شبیه‌سازی حاضر تطابق بسیار خوبی با نتایج عددی نوری-بروجردی را نشان می‌دهند. بدین‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که نتایج برنامه کامپیوتری تهیه شده اعتبار قابل قبولی را داشته و قابل استناد است. همچنین در شکل۲-۳ دیده می‌شود که به ازای یک طول بی‌بعد مشخص، عدد ماخ ورودی جریان با افزایش نسبت فشارها در ورودی و خروجی به تدریج افزایش یافته و پس از رسیدن به یک مقدار بیشینه ثابت خواهد ماند. در واقع پس از این نقطه بیشینه، عدد ماخ ورودی جریان مستقل از افزایش نسبت فشاری بوده و اصطلاحا جریان دچار خفگی شده‌است. بدین‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که برنامه کامپیوتری تهیه شده به خوبی قابلیت شناسایی جریان خفه شده را داشته و در این شرایط نیز نتایج صحیح و معتبری را ارائه خواهدداد.

۳.۲ جمع‌بندی

در آخر می‌توان گفت که با استفاده از الگوریتم حل تعریف شده و برنامه‌کامپیوتری تدوین شده مطابق با این الگوریتم، می‌توان فرآیند هدررفت گاز را از خطوط لوله طولانی (که علاوه اصطکاک دیواره، انتقال حرارت جریان با محیط پیرامون نیز بر افت فشار جریان اثرگذار خواهد بود) به‌خوبی شبیه‌سازی نموده و جرم گاز از دست رفته طی این فرآیند را محاسبه کرد.

نکته قابل توجهی که می‌بایست در ماه‌های آتی به آن پرداخته شود، اهمیت مشخصات انشعاب مورد بررسی (نظیر طول، قطر و زبری) در تعیین میزان تاثیر انتقال حرارت جریان با محیط پیرامون بر مشخصات جریان خواهدبود. لذا لازم است تا هدررفت گاز را برای انشعاباتی با مشخصات مختلف و با دو فرض جداره آدیاباتیک و تبادل حرارتی جریان با محیط پیرامون شبیه‌سازی کرده و میزان انحراف نتایج این دو فرض از یکدیگر را مورد بررسی قرار داد. بدین‌ترتیب می‌توان به معیاری بر حسب مشخصات انشعاب دست یافت که با توجه به آن میزان اهمیت اثرات انتقال حرارت بر پارامترهای جریان مشخص شود.

۴.۲ مراجع

[۱] گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در خردادماه ۱۳۹۳، GNRC-KHGC-MR 1393-02، مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی، تیرماه ۱۳۹۳.

[۲] A. Ekblom, J. Gullman-Strand, ”*Experimental Study of Compressible Pipe Flow with Friction and Heat Addition*”, M.Sc. Thesis, Department of Mechanics of KTH, Stockholm, Sweden, 1998.

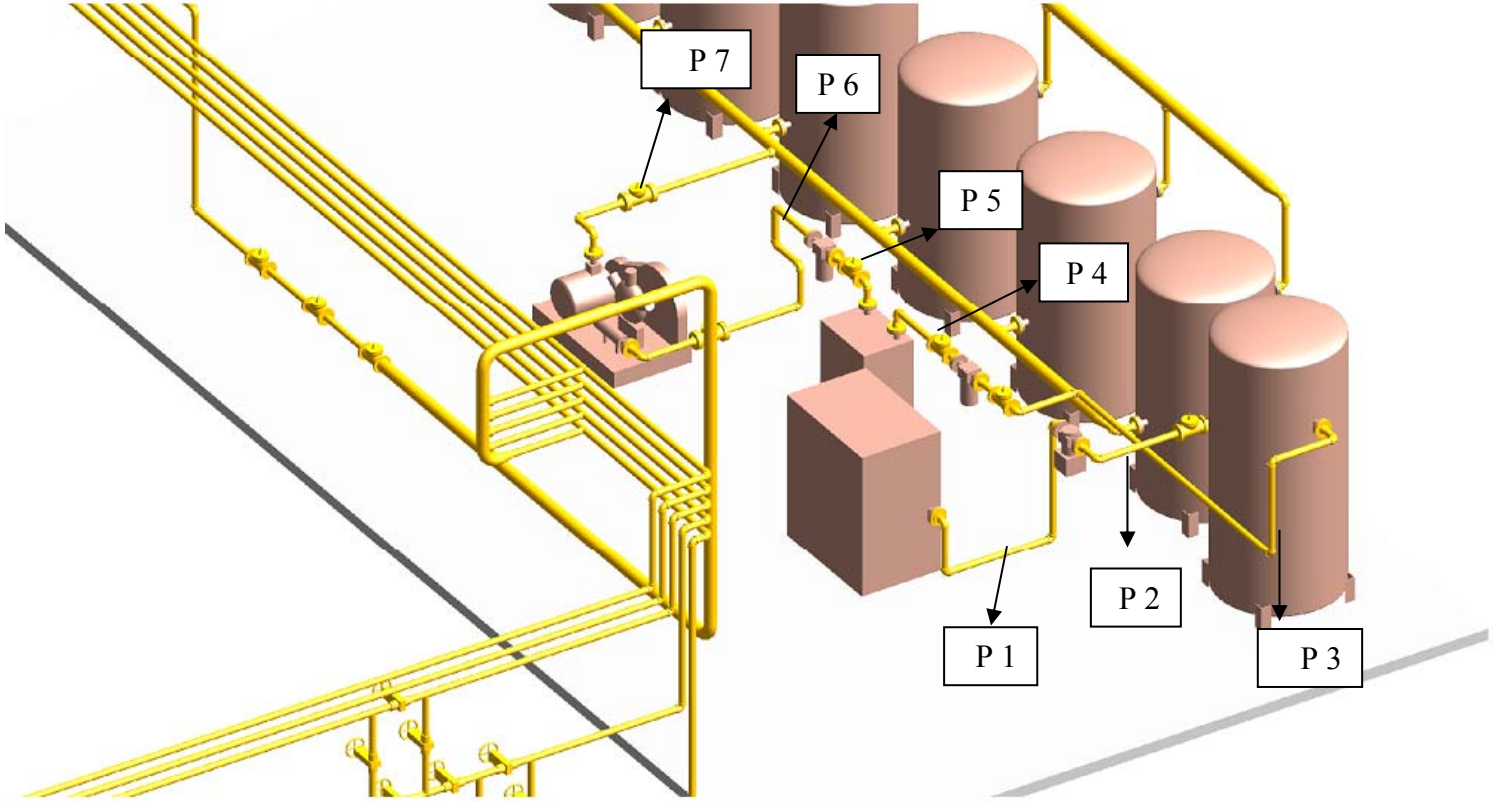
[۳] A.Nouri-Borujerdi, M.Ziaei, ”*Simulation of Compressible Flow in High Pressure Buried Gas Pipelines*”, International Journal of Heat and Mass Transfer. 52 (2009) 5751-5758.

۳ نقشه‌های ایزومتریک آزمایشگاه تخصصی گاز

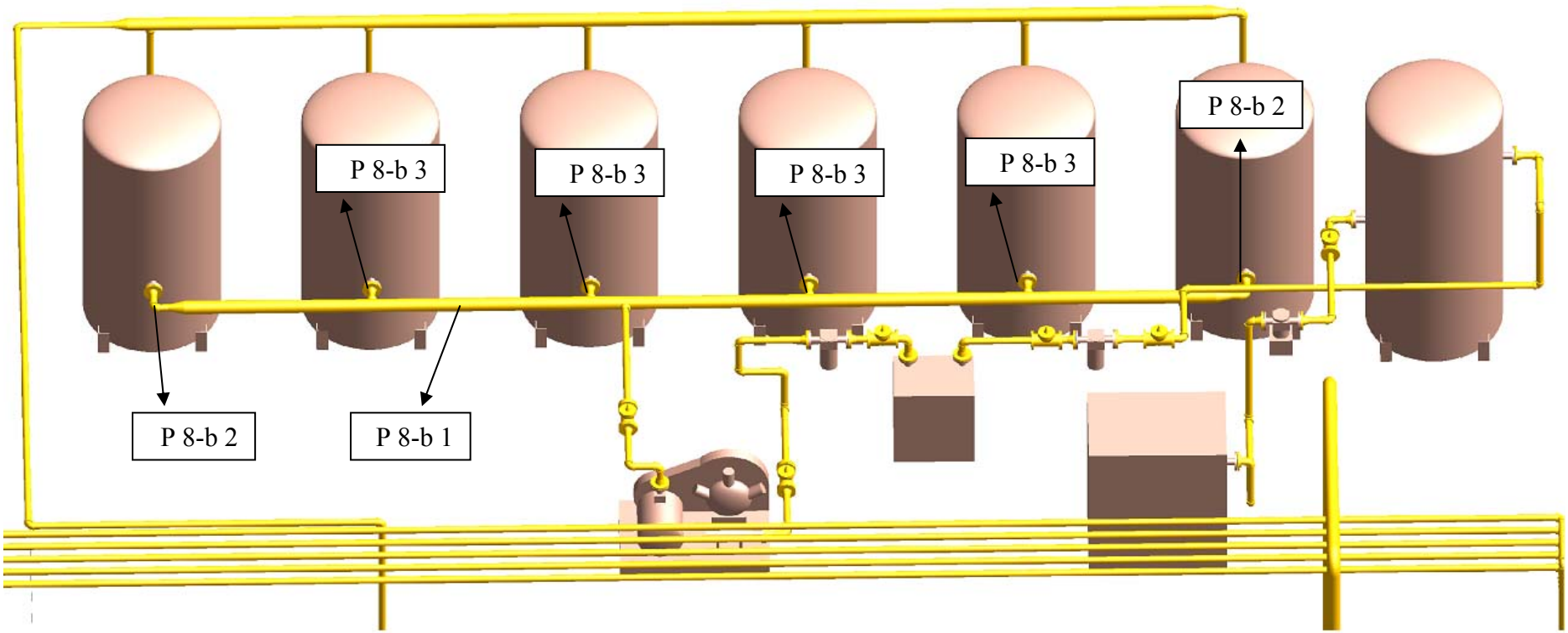
پس از تکمیل نقشه‌های سه‌بعدی آزمایشگاه، در این ماه نقشه‌های ایزومتریک تولید شد. از آنجا که سیستم پایپینگ شامل تعداد زیادی انشعاب است و روی هر کدام از آن‌ها چندین اتصال و شیرآلات نصب شده‌است، نقشه هر انشعاب به‌صورت جداگانه تهیه‌شد تا از پیچیدگی نقشه‌ها جلوگیری شود. لازم به ذکر است، تعدادی از انشعابات از هر نظر کاملا مشابه بوده‌اند، لذا فقط برای یکی از آن‌ها نقشه تهیه شده‌است. برای ساده‌سازی نقشه‌ها، ابتدا لازم بود که انشعابات، شماره‌گذاری شوند. شکل۳-۱ تا شکل۳-۵ این شماره‌گذاری را نشان می‌دهد. همچنین توضیح علایم بکار برده‌شده در شکل‌های مذکور در جدول۳-۱ نشان داده شده‌است.

جدول۳-۱: نمادهای بکار رفته در شماره‌گذاری نقشه‌های ایزومتریک

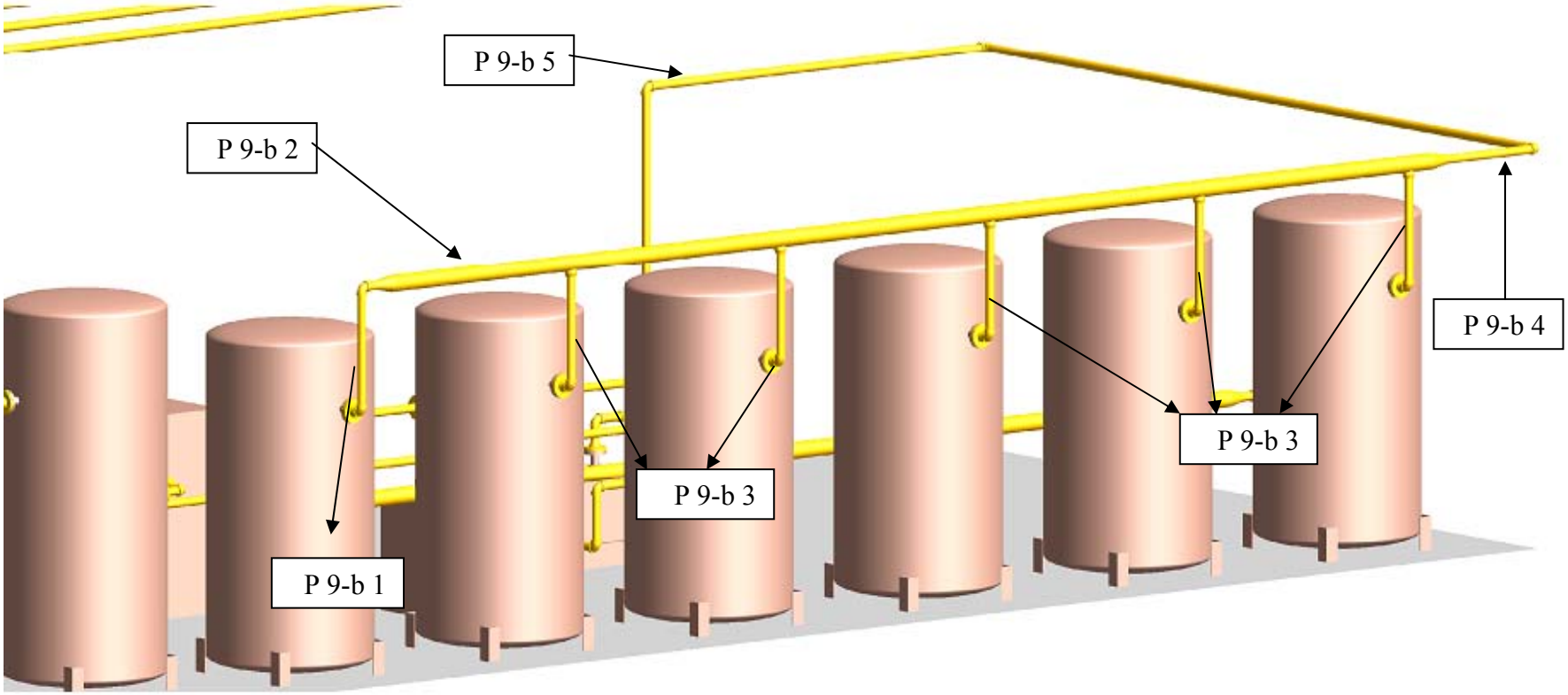
آیتم	نماد
لوله	P
انشعاب	b



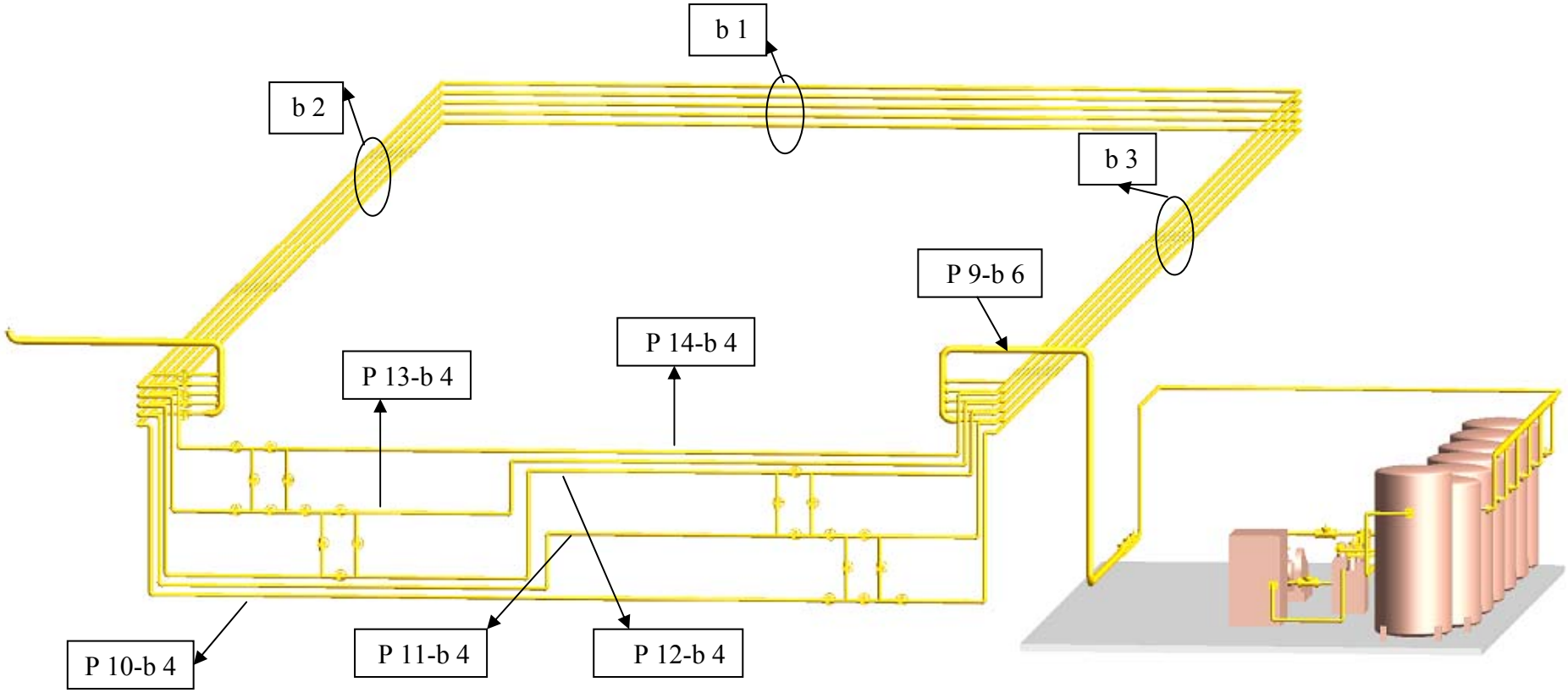
شکل۳-۱: نامگذاری خطوط لوله بخش افزایش فشار



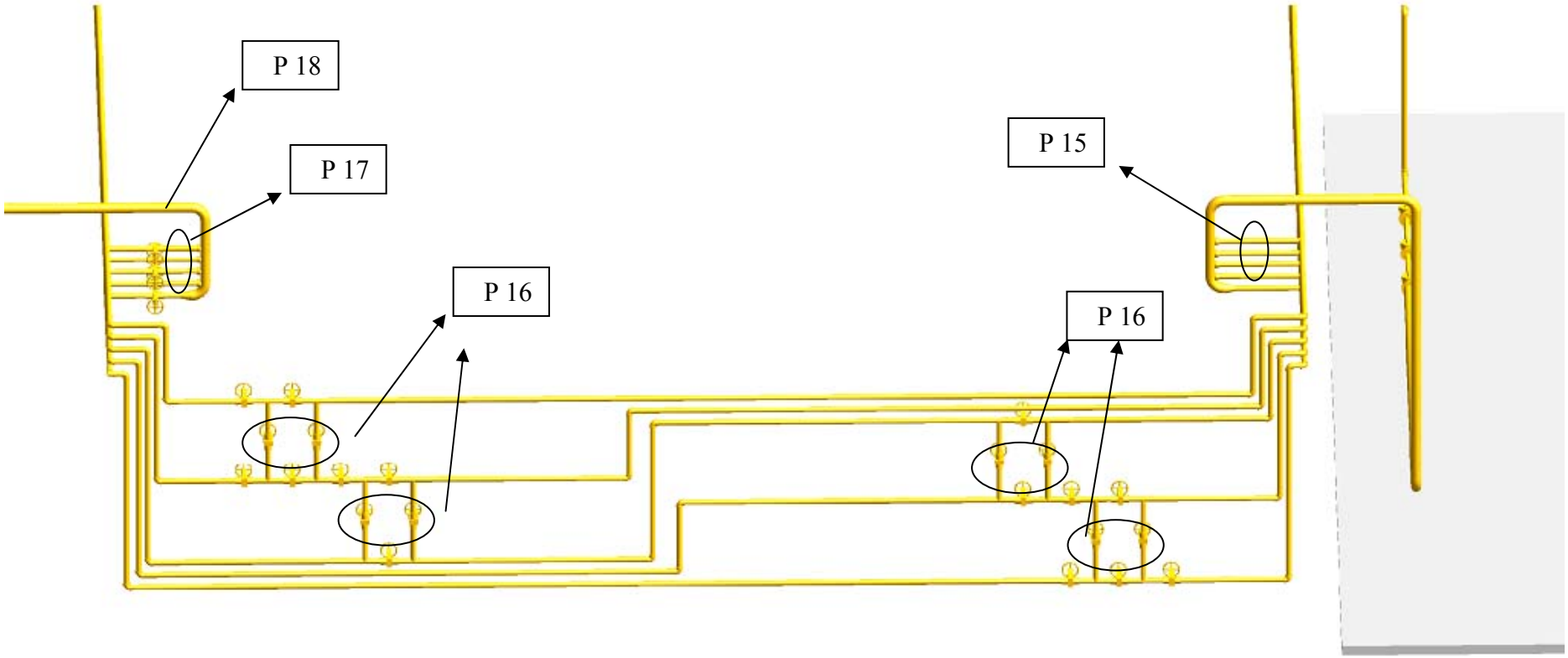
شکل۳-۲: نامگذاری خطوط لوله هدر تغذیه مخازن تحت فشار ۴۰ بار



شکل۳-۳: نامگذاری خطوط لوله هدر خروجی مخازن تحت فشار ۴۰ بار

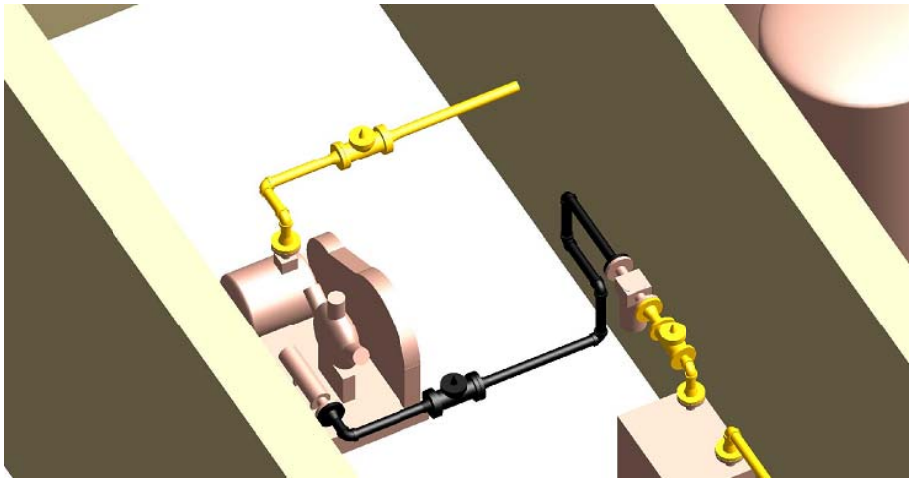


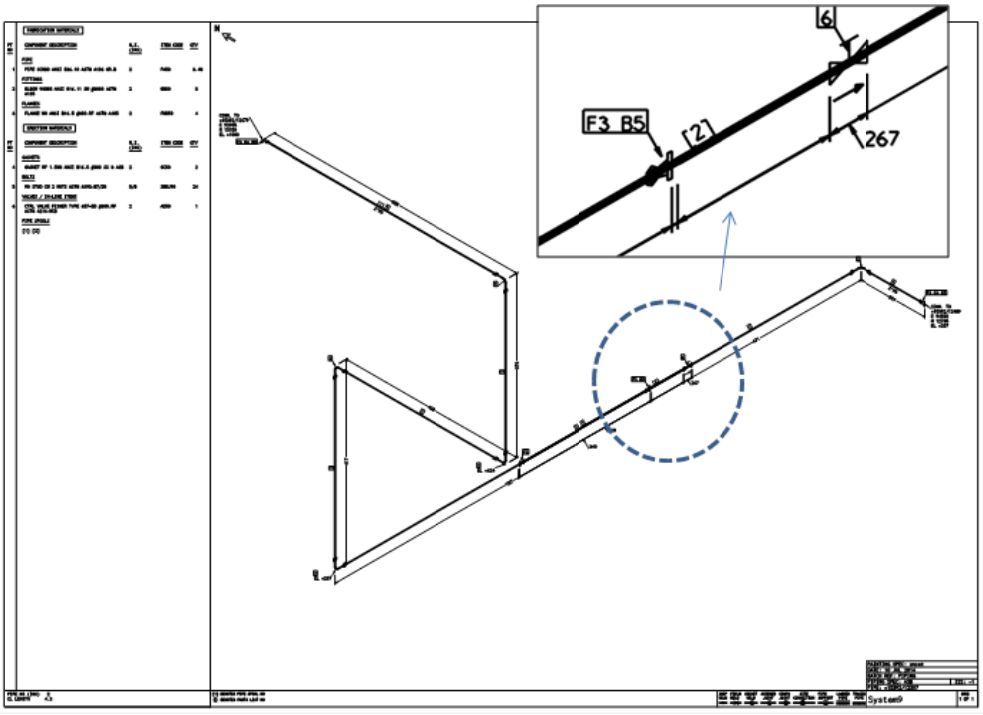
شکل۳-۴: نامگذاری خطوط لوله توزیع گاز (۶۰ Psig)- بخش اول



شکل۳-۵: نامگذاری خطوط لوله توزیع گاز (۶۰ Psig)- بخش دوم

بر اساس کدهای ارائه شده، نقشه‌های ایزو در پوشه‌هایی که به نام این کدها نام‌گذاری شده‌اند در لوح فشرده همراه با این گزارش قرارگرفته‌اند. یک نمونه از نقشه ایزومتریک تولیدشده، برای مثال برای لوله به شماره P۶، در شکل۳-۶ ارایه شده‌است. جهت تشخیص لوله یا انشعاب مورد نظر، از رنگ سیاه برای آن استفاده شده‌است .لازم به ذکر است نقشه‌ها در ابعاد میلیمتر تهیه شده‌اند.





شکل۳-۶: لوله به شماره P۶ (بالا) و نقشه ایزومتریک آن (پایین) در آزمایشگاه تخصصی گاز

۴ مدیریت مصرف انرژی

هدررفتن تقریبا یک سوم از کل انرژی در برخی فرآیندهای صنعتی و اثرات زیست محیطی ناشی از آن، ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع و انجام پروژه‌های بسیاری در این خصوص را آشکار می‌سازد. دستیابی به این هدف نیازمند بررسی تک‌تک صنایع می‌باشد تا بتوان راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت را پیدا نموده و اقدامات عملی را در این راستا انجام داد. برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش صنعت، لازم است واحدهایی که تلفات انرژی بیشتری دارند مورد مطالعه قرار گیرند تا زمینه‌های صرفه‌جویی فراهم گردد. در ادامه به بررسی مصرف انرژی در ایران و مباحث پیرامون آن پرداخته‌می‌شود.

۱.۴ مقایسه میزان مصرف انرژی در ایران و جهان تا قبل از سال ۱۳۹۰

میزان مصرف انرژی در دنیای امروز برای کارشناسان و ناظران اقتصادی یکی از مولفه‌های ارزیابی عملکرد کشورها و دولت‌ها است. حجم و مقدار انرژی مصرفی در مجموع واحدهای تولیدی یک کشور نشان‌دهنده تعداد واحدهای فعال، حجم عملیات تولیدی و حجم سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته‌است. با مقایسه میزان انرژی مصرفی و تعداد مصرف کنندگان، می‌توان به سطح بهره‌وری در اقتصاد و صنعت و همچنین الگوهای مصرفی یک کشور پی‌برد. طبیعتا هر چه نسبت میان مصرف و مصرف‌کنندگان بیشتر باشد ما با کشوری کم بهره‌تر مواجه هستیم.

مصرف سرانه انرژی در کشورهای در حال توسعه همچون ترکیه، هند، چین، هنگ‌کنگ، پاکستان، متوسط کشورهای آفریقایی و متوسط آسیا، از ایران پایین‌تر است. مثلا در حالی که پاکستان با ۱۵۹ میلیون‌نفر بیش از ۲ برابر ایران جمعیت دارد، مصرف انرژی این کشور ۶۶ میلیون‌تن معادل نفت خام در سال است. اما ایران با جمعیت ۷۰ میلیون نفری سالانه ۲۰۰ میلیون‌تن معادل نفت خام، انرژی مصرف می‌کند [۲].

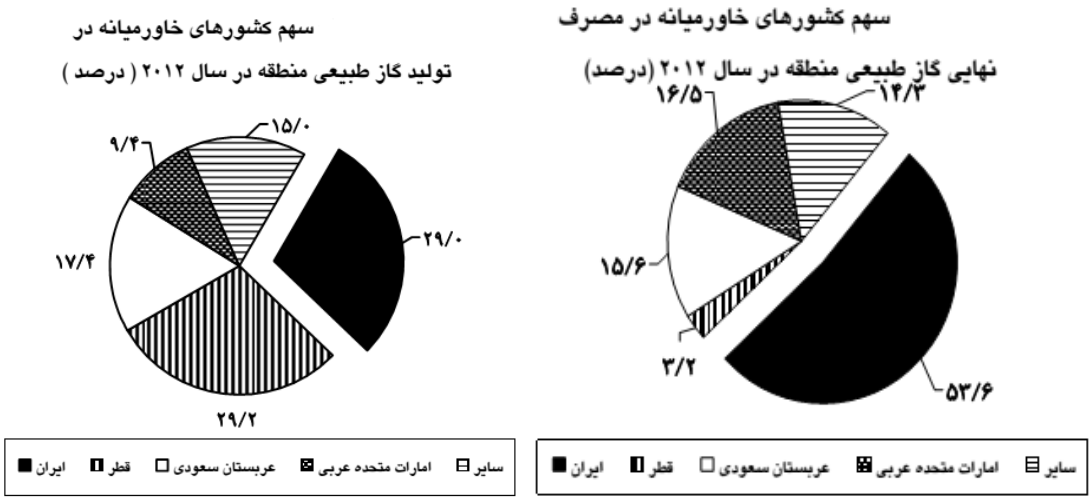
مصرف سرانه انرژی در ایران پیش از اصلاح قیمت‌ها از متوسط مصرف سرانه در جهان حدود ۶۰درصد بیشتر است. به عبارت دیگر هر ایرانی به‌طور متوسط در طول سال ۲/۶ تن معادل نفت خام،

انرژی مصرف می‌کرد اما متوسط جهانی آن ۱/۶ تن معادل نفت خام است. از سوی دیگر طی سال‌های اخیر مصرف سرانه انرژی در کشورمان هر سال نسبت به سال قبل بیشتر شده‌است.

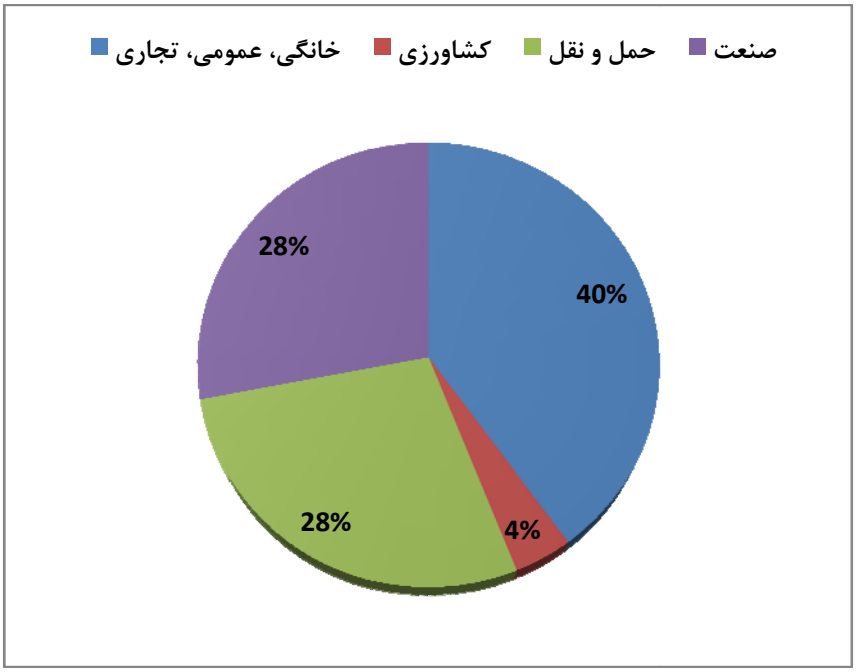
به خاطر اینکه میزان مصرف انرژی در بررسی‌ها نمی‌تواند به خودی‌خود ملاک درستی برای محاسبه بهره‌وری و آگاهی از الگوهای فرهنگی و مصرفی باشد، شاخصی به نام شدت مصرف انرژی تعریف شده‌است. شدت انرژی از تقسیم مصرف نهایی انرژی بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌شود و نشان می‌دهد که برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات، چه مقدار انرژی به کار رفته‌است. با مقایسه این شاخص در سال‌های مختلف و میان کشورها می‌توان روند استفاده از منابع انرژی در فرآیند تولید ملی کشورها را ارزیابی کرد.

البته این شاخص تحت‌تأثیر عواملی از جمله شرایط آب و هوایی، جغرافیایی و ساختار اقتصادی که ارتباطی با مصرف بهینه انرژی ندارند، نیز قرار دارد. مقایسه شاخص‌های انرژی ایران با دیگر کشورها نشان می‌دهد، شدت مصرف انرژی در ایران بسیار بیشتر از متوسط جهانی بوده‌است. لذا لازم است الگوی مصرف انرژی اصلاح شود.

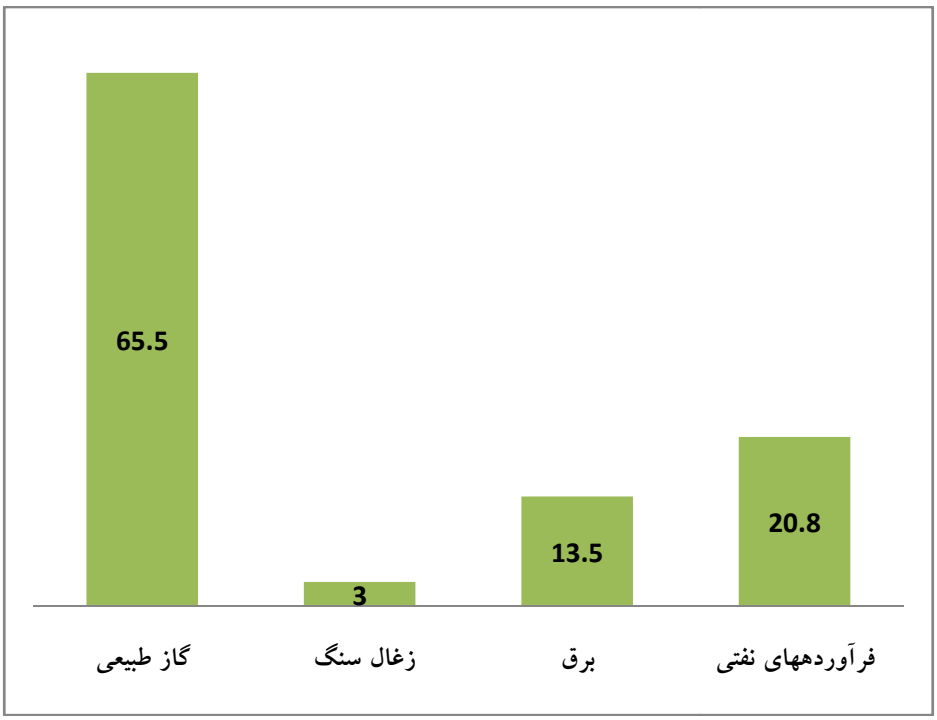
مطابق آمارهای اداره انرژی آمریکا در اواخر سال ۲۰۰۹ میلادی، ایران درکل جهان بالاترین میزان شدت انرژی را به خود اختصاص داده‌است. طبق این آمارها، ایران ۱۷ برابر کشوری مثل ژاپن، ۸/۵ برابر اروپا، ۲/۱ برابر چین و ۲/۸ برابر کشورهای آسیای شرقی شدت انرژی داشت. در واقع، مصرف انرژی در ایران برابر مصرف انرژی در کشوری با جمعیت ده برابر ایران است. در شکل۴-۱ تا شکل۴-۳ نمودارهای مربوط به حامل‌های انرژی مختلف و سهم آن‌ها در صنایع در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ ارایه شده‌است.



شکل۴-۱: درصد مصرف (سمت راست) و تولید (سمت چپ) گاز طبیعی در چند کشور خاورمیانه [۱]



شکل۴-۲: سهم بخش‌های مختلف از مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ [۳]



شکل۴-۳: سهم حامل‌های مختلف در تامین انرژی بخش صنعت در سال ۱۳۸۹ [۳]

۲.۴ چند روش پیشنهادی کاهش مصرف انرژی در صنایع

در این بخش، چند روش پیشنهادی جهت کاهش مصرف انرژی در صنایع ارایه می‌شود.

۱. افزایش راندمان سیستم‌های احتراق در بویلرهای نیروگاهی به روش ارزشیابی سوخت

مهم‌ترین هدف این طرح کاهش مصرف سوخت های فسیلی و بالا بردن راندمان نیروگاه‌ها می‌باشد. برای رسیدن به این اهداف، در مرحله اول سیستم‌های خودکار جهت تعیین ارزش حرارتی سوخت نصب می‌شوند. در مرحله دوم با بکارگیری نرم‌افزار، نسبت به تنظیم مستمر سوخت به هوا در بویلرها اقدام خواهدشد.

۲. افزایش راندمان نیروگاه‌ها با استفاده از روش‌های پینچ و اکسرژی

دو روش مهم در این زمینه آنالیز اکسرژی و تکنولوژی پینچ می‌باشند. روش آنالیز اکسرژی تکنیک جدیدی برای ارزیابی اتلاف‌های ترمودینامیکی جریان‌ها در طی یک فرآیند می‌باشد. بکارگیری تکنولوژی پینچ در نیروگاه‌های حرارتی می‌تواند اصلاح حرارتی برج‌های خنک‌کن، کندانسورها و همچنین بهینه‌سازی کورهٔ بویلر و توربین‌ها را در پی داشته باشد. لذا این به معنای افزایش راندمان کلی نیروگاه می‌باشد.

۳. توسعه استفاده از توربین‌های انبساطی در دستگاه‌های تقلیل فشار ورودی شهرها و نیروگاه‌ها

در این روش از انرژی موجود در ایستگاه‌های تقلیل فشار شبکه گازرسانی استفاده می‌شود. در ایستگاه‌های تقلیل فشار برای کاهش فشار گاز از شیرهای فشارشکن استفاده می‌شود. در هنگام کاهش فشار گاز انرژی آن به صورت سرما تلف می‌شود. توربین‌های انبساطی دستگاه-هایی هستند که به موازات شیرهای فشارشکن نصب می‌شوند که ضمن جلوگیری از تلفات انرژی در ایستگاه‌های گاز تولید برق نیز می نماید.

۴. گازسوز کردن موتورهای دیزلی صنایع و بهره‌گیری از این ظرفیت در ساعات پیک

هم اکنون در کشورهای توسعه‌یافته، قسمت عمده‌ای از موتورهای دیزلی، گاز سوز شده‌اند. با توجه به ارزان‌بودن و فراوانی سوخت گاز و همچنین آلودگی کم زیست‌محیطی این موتورها، استفاده از این موتورها بخصوص در ساعات اوج مصرف، باعث کاهش مصرف انرژی خواهدشد. در صنایعی مانند سیمان، نساجی، آلومینیم، ریخته‌گری، قند و سرامیک کشور این موتورها موجود می‌باشند.

۵. جایگزینی CHP مصرف‌کننده گاز طبیعی به‌جای دیگ‌های بخار در صنایع غذایی، نساجی و کاغذ به‌منظور افزایش بازده انرژی

این روش در صنایعی که در فرآیند اصلی به حجم بالای بخار نیاز دارند و در عین حال در سایر قسمت‌های فرآیند از انرژی الکتریکی استفاده می نمایند، کاربرد دارد. در این روش با استفاده از روش تولید همزمان برق و بخار (CHP) صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای در مصرف انرژی فسیلی به منظور تولید بخار خواهدشد. همچنین بخشی از نیاز الکتریکی را نیز تامین می‌کند و یا می‌تواند انرژی الکتریکی تولیدی را به شبکه تزریق نماید.

۶. توسعه استفاده از چیلرهای جذبی

با توجه به مصرف برق زیاد چیلرهای تراکمی و همچنین قیمت پایین و منابع زیاد گاز طبیعی، استفاده، ترویج و جایگزینی حامل‌های انرژی، ضروری است. لذا جایگزینی چیلرهای جذبی به جای چیلرهای تراکمی به دلیل کاهش مصرف انرژی بسیار مناسب می‌باشد. با توجه به اقلیم‌های مختلف که در کشور ایران وجود دارد، استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع جذبی با استفاده از گاز طبیعی بسیار مفید و باعث کاهش زیاد مصرف انرژی می‌گردد.

۷. توسعه نیروگاه‌های بیوماس (ضایعات شهری و کشاورزی)

استفاده از بیوماس به عنوان یک منبع انرژی نه به دلایل اقتصادی بلکه به دلایل توسعه اجتماعی، زیست محیطی و همچنین سادگی، جذاب می‌باشد. استفاده از بیوماس منجر به کاربرد بهتر از زمین، تامین غذا، کاهش مشکلات زیست‌محیطی، ایجاد اشتغال، جایگزینی با سوخت‌های فسیلی و مبارزه با اثرات گلخانه‌ای خواهد شد.

۸. بهینه‌سازی مصرف انرژی و ارتقا کیفیت محصول در صنعت سیمان به روش ارزشیابی حرارتی سوخت

استفاده از نرم‌افزارهای ارزشیابی حرارتی سوخت به دلایل زیر، در صنعت سیمان ضروری است.

- متغیر بودن ترکیبات و ارزش حرارتی سوخت‌های فسیلی موجود
- متغیر بودن درصد کانی‌های مورد نیاز صنایع سیمان و دیگر کانی‌ها که بصورت ناخالص در مواد اولیه یافت می‌شوند.

- عدم وجود ابزارهای دقیق که بتواند کلیه پارامترهای متغیر مذکور را همزمان از لحاظ انرژی و کیفیت محصولی در طول فرآیند تولید بررسی و بهینه‌سازی کند.

۹. توسعه آموزش عمومی و تخصصی مدیریت مصرف انرژی در صنایع کشور

یکی از مکانیزم‌های اجرای اقدامات بدون هزینه و کم‌هزینه در کاهش مصرف انرژی ارائه آموزش‌های لازم به کارشناسان بخش‌های مختلف صنایع می‌باشد. در این آموزش‌ها مباحثی چون مدیریت مصرف انرژی، آشنایی با تجهیزات ممیزی انرژی، روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و ضرورت صرفه جویی مصرف انرژی و تحلیل های اقتصادی مدنظر می‌باشد.

۳.۴ مراجع

[۱] "ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱"، ایران، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی

[2] http://www.hamsu.ir

[3] http://www.saba.org.ir

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 روی افت‌های موضعی جریان هدر رفت گاز

۲. تکمیل اطلاعات بخش گردآوری داده و تجهیزات مربوطه در آزمایشگاه تخصصی گاز

۳. مطالعه مشکلات فیلتراسیون و تبیین مسیر حرکت پایان‌نامه‌های تعریف شده در این زمینه

۴. بررسی طرح پیشنهادی جناب آقای مهندس مشاک در زمینه تغییر در ایستگاه‌های CGS