حمل مواد کشاورزی و صنعتی به روش هیدرولیکی

از: مهندس صادق احدیان

با توجّه به رشد روزافزون جمعیّت در جهان و تمرکز نسبی این جمعیّت در شهرها که عمدتاً مراکز تجاری کشورها بوده و دارای بُعد فاصله نسبت به مراکز کشاورزی و صنعتی می‌باشد وهمچنین نیاز کشورهای مختلف جهان از نظر تأمین مواد اوّلیه و مایحتاج زندگی به یکدیگر، همواره مسئله ترابری و حمل و نقل از مسائل مهم کلّیهٔ کشورها تلّقی گردیده است. این مورد در کشورهای پیشرفته جهان باعث گردیده تا تحقیقات وسیعی را در زمینهٔ مشکلات و مسائل حمل و نقل به‌خصوص ترابری زمینی که از عمده‌ترین ومهم‌ترین نوع ترابری بوده و بیشترین کاربرد را به علّت اقتصادی بودن دارا است، انجام دهند تا بتوانند تا حدّ ممکن در رفع مشکلات و کمبودهای آن گام بردارند. در این زمینه یکی از راه حلهایی که در کشورهای مختلف جهان مورد بررسی قرار گرفته و به طور وسیع در آمریکا پی‌گیری شده است حمل و نقل مواد کشاورزی و صنعتی به روش هیدرولیکی می‌باشد. دونکتهٔ مشروحهٔ زیر در این مورد باید مورد توجّه قرار گیرد.

اوّلین بار حدود چهل و هفت سال قبل یعنی در سال ۱۹۵۰ م در روسیه شخصی که با مواد شیمیایی کار می‌کرد، متوجّه پدیدهٔ جدیدی در زمان خود شد. او به هنگام آزمایش با لوله‌های آزمایشگاه (لوله‌های مشبّک)، متوجّه حبابهایی در لوله گردید که این حبابها، مایعاتی سبک‌تر از مایع اصلی جاری در لوله‌ها بودند که همواره با مایع فوق که می‌توانست آب باشد حرکت می‌کردند. این مسئله باعث پی بردن دانشمندان به این موضوع گردید که اگر در مایع، مواد شیمیایی در دو فاز مختلف از نظر ترکیب شیمیایی باشند، به طوریکه نتوان آنها را با یکدیگر ترکیب نمود، می‌توان آنها را با یکدیگر در یک لوله حرکت داده و از محلی به محلی دیگر منتقل نمود. بعدها تحقیقات وسیعی برروی پدیدهٔ فوق انجام گرفت و در سالهای اخیر انجام تحقیقات مذکور به‌طور عمده در دانشگاه ایالتی Missori آمریکا پی‌گیری شد و به این نتیجه رسیدند که با استفاده از یک سری مخازن شناور که به طرز خاصی ساخته شده بودند، می‌توان مواد کشاورزی و صنعتی را به وسیلهٔ خط لوله از یک نقطه به نقطهٔ دیگر انتقال داد. در ادامهٔ مقاله خلاصه‌ای از تحقیقات و نمونه‌های مدل شده سیستم فوق که توسط دو تن از محقّقان ایرانی و چینی به‌نام آقای دکتر اسدا...نیک ده و آقای دکتر Li در دانشگاه مزبور انجام گرفته، بیان می‌گردد.

البته در قسمت دوم این مقاله انتقال مواد بدون استفاده از انرژی بررسی خواهد شد.

وسیلهٔ انتقال مواد (کپسولها)

وسیله‌ای که بعد از انجام آزمایشات فراوان به جهت استفاده مورد تأیید قرار گرفت دارای شکلی استوانه‌ای بود که در دو انتهای خود می‌توانست نیم کره یا مسطّح باشد. حالت بهینهٔ نسبت قطر به طول استوانه‌های فوق مقدار $\frac{1}{5}$ تعیین گردید (L=5D) و انتخاب قطر کپسولها بسته به وسعت عملیات انتقال و امکانات اجرایی تعیین شد. آزمایش در این مورد بر روی کپسولهایی به قطر ۶ تا ۸ اینچ انجام گرفت که نتایج رضایت‌بخش بود. جنس کپسولهای فوق می‌توانست فولاد یا پلاستیک فشرده باشد که هر دو مورد دارای دوام قابل توجّهی می‌باشند، ولی آزمایش تنها برروی کپسولهای فولادی انجام گرفت و حدود پنج سال بازده داشت. در اینجا لازم به توضیح می‌باشد که بعضی مواد از جمله ذغال را می‌توان بدون استفاده از کپسول جهت انتقال به مسیر هدایت کرد. بدین صورت که خود مادّه را با استفاده از چسبهای مخصوص (درصد کمی قیر) متراکم نموده و به شکل کپسولها درآورد، زیرا از هزینه‌های سیستم به میزان قابل توجّهی کاسته می‌شود. وزن مخصوص سیلندرهای پر در آب نیز باید به نحوی باشد که حالت شناور ایجاد گردد. لذا وزن مخصوصهای (۱/۰۱ تا ۱/۱۰) گرم بر سانتی‌متر مکعّب مورد بررسی قرار گرفتند و دارای حالت قابل قبول بودند. پس باید وزن مخصوص کپسول پر در آب را در این حدود در نظر گرفت.

ضخامت کپسول نیز با توجّه به وزن مخصوص آنها در آب تعیین می‌گردد و برای مورد آزمایش شده کپسول به قطر ۸ اینچ حدوداً $\frac{1}{16}$ اینچ تعیین گردید.

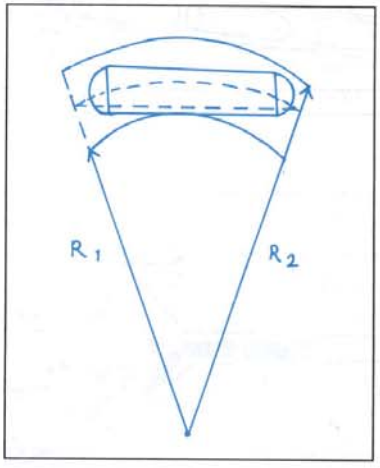
خط لوله انتقال مواد

با توجّه به آنچه در مورد کپسولهای انتقال بیان گردید، قطر انتقال بهینه در محدودهٔ ۱/۰۵ تا ۱/۱ برابر قطر کپسولها بدست آمده است یا به عبارت دیگر می‌توان نوشت:

$D_c = (0/95 \text{ تا } 0/9)\ D_p$

مقدار مزبور تقریباً حداقل انرژی را جهت انتقال مصرف می‌نماید. محدودیت شیب جهت خط انتقال وجود ندارد. زیرا که کپسولها به صورت شناور در یک جریان هیدرولیکی بسته حرکت می‌نمایند که انرژی آن توسط پمپ تأمین می‌گردد. یکی از مواردی که در خط انتقال حتماً باید رعایت گردد شعاع چرخش در مسیر می‌باشد. باتوجّه به ابعاد انتخاب شده جهت کپسول (قطر و طول) از طریق روابط ریاضی می‌توان این شعاع را بدست آورد. مقدار حداقل شعاعی که برای آزمایش کپسولها به قطر ۸ اینچ و طول ۴۰ اینچ بدست آمد بین ۳۵ تا ۴۵ متر بود.

رابطهٔ R برحسب طول وتر و در نتیجه طول کمان و زاویهٔ مرکزی مقابل به کمان تعیین می‌گردد (به نگارهٔ ۱ رجوع شود).

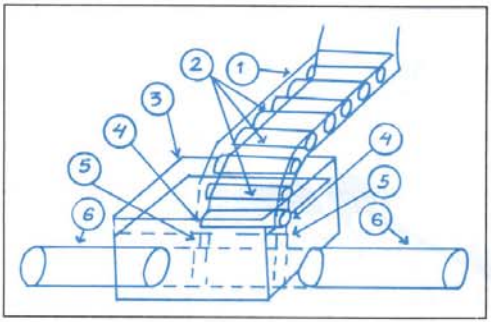


نگارهٔ (۱)

نحوهٔ هدایت کپسولها به خط لولهٔ انتقال بدین صورت می‌باشد که ابتدا کپسولها با توجّه به مسیر ساخته شده به یک مخزن هدایت می‌گردند. در پایین مخزن، زایده‌هایی جهت نگهداری کپسولها وجود دارد که به وسیلهٔ چشم الکترونیکی کنترل می‌شوند که در صورت عدم حضور کپسول دیگری در مسیر، کپسولها را یکی یکی به خط منتقل می‌نماید (به نگارهٔ ۲ رجوع شود).

نحوهٔ خروج یاتخلیهٔ کپسولها به این صورت است که از خط انتقال نیز به وسیلهٔ یک مخزن و لوله‌ای با شیب معکوس که در انتها به تسمهٔ نقّاله‌ای منتهی گردیده خارج می‌گردند. به قسمی که قسمتی از تسمهٔ نقّاله در داخل مخزن و درون آب است وقسمت دیگر آن بیرون بوده و به الکتروموتوری متصّل می‌باشد (به نگارهٔ ۳ رجوع شود).

اُفت فشار در مسیر خط انتقال طبق برآوردهای انجام شده حدوداً ۲۰٪ بیشتر از اُفت فشار ایجاد شده در حالت انتقال مایع به تنهایی می‌باشد



نگارهٔ (۲) شرح قسمتها - ۱: مسیر هدایت کپسولها؛ ۲: کپسولهای حاوی مواد؛ ۳: مخزن آب؛ ۴: زایده نگهدارنده؛ ۵: چشم الکترونیکی؛ ۶: لوله‌های انتقال.

که در محاسبهٔ پمپها در نظر گرفته می‌شود و نیز سرعت انتقال در حدود ۳ تا ۴ متر درثانیه و ۱۱ تا ۱۵ کیلومتر در ساعت می‌باشد.

اطلاعات لازم در مورد پمپها در سیستم فوق

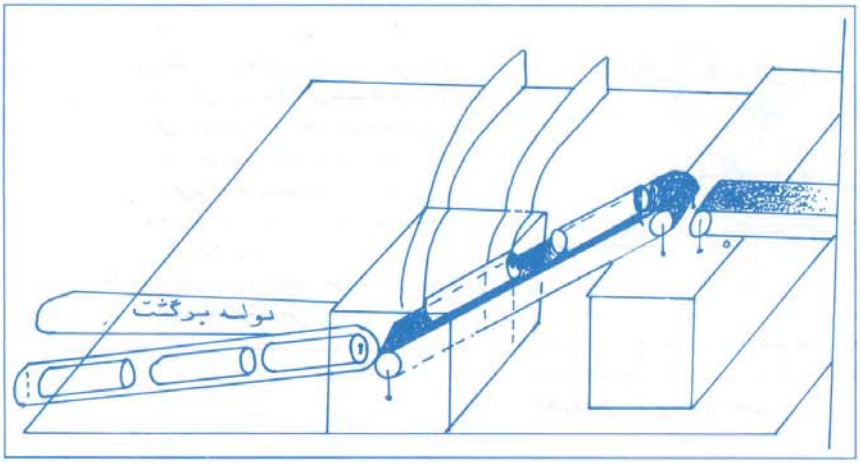
چنانچه می‌دانیم کلّیهٔ پمپهای ساخته شده دارای سیستمی می‌باشند که تنها قادر به انجام عملیات مکش و فشار برروی مایع بوده و تنها، مایع، می‌تواند از داخل آنها عبور نماید. نفوذ جسم جامدی هرچند کوچک به داخل آنها، باعث خوردگی در پروانه‌ها و اختلال در عملیات پمپاژ و نهایتاً از کار افتادن پمپ می‌گردد. لذا پُر واضح است که نمی‌توان کپسولهایی این چنین را مستقیماً در مسیر عملیات پمپاژ قرار داد. در این رابطه سه نوع سیستم جهت عملیات پمپاژ مدل گردیدند که شرح آنها به تفصیل در زیر بیان گردیده است.

الف) پمپ نوع اوّل (سیستم تیپ با شیرهای کنترل)

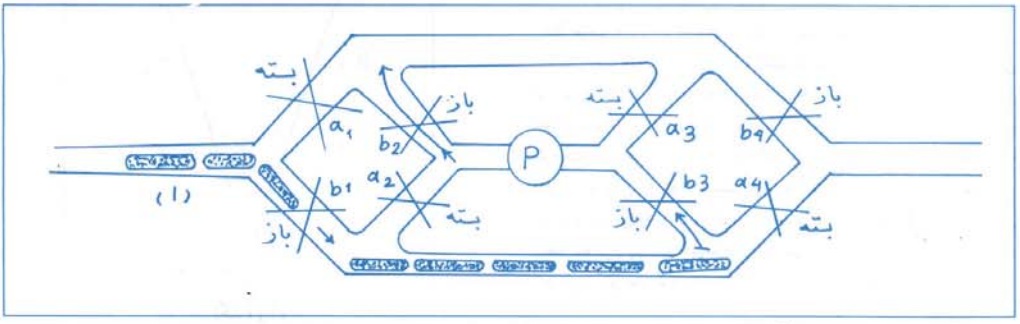
در این مدل عملیات انتقال کپسولها در دو مرحله انجام می‌گیرد و در هر مرحله تقریباً ده کپسول از قسمت ورودی به خروجی سیستم منتقل می‌گردد. نحوهٔ عمل این مدل با توجّه به نگارهٔ آن بیان گردیده است. (به‌نگارهٔ ۴ رجوع شود).

ب) مدل دوم (پمپ با سیستم مکش و فشار)

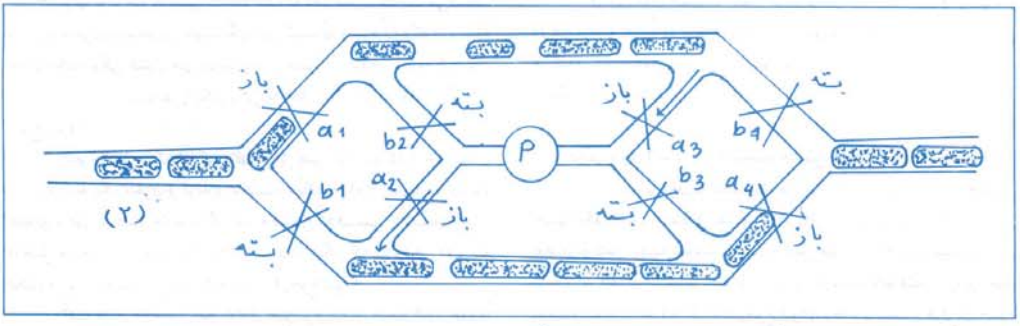
در سیستم فوق به قسمتهای مورد لزوم از خط انتقال لوله‌هایی جهت مکش و فشار متصّل نمودند و در واقع پمپ رابه طور موازی در کنار خط لولهٔ انتقال تعبیه نمودند. قسمت مکش همراه با مخزن بر سیستم سوار شده و به فاصلهٔ مشخصی از آن در پشت سیستم، لولهٔ فشار برروی خط انتقال راسوار کردند (به نگارهٔ ۵ رجوع شود). راندمان سیستم فوق در حدود ۳۰٪ بدست آمد که نسبت به مدل قبلی کمتر می‌باشد.



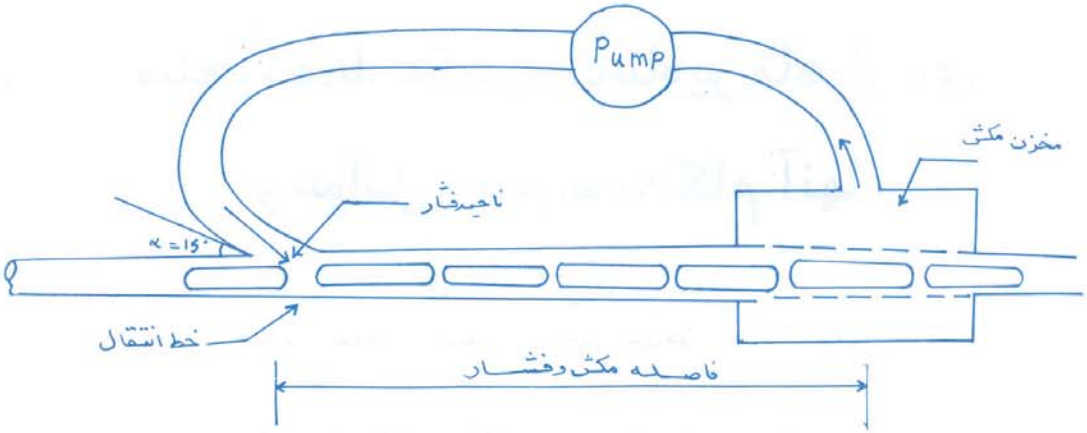
نگارهٔ (۳)



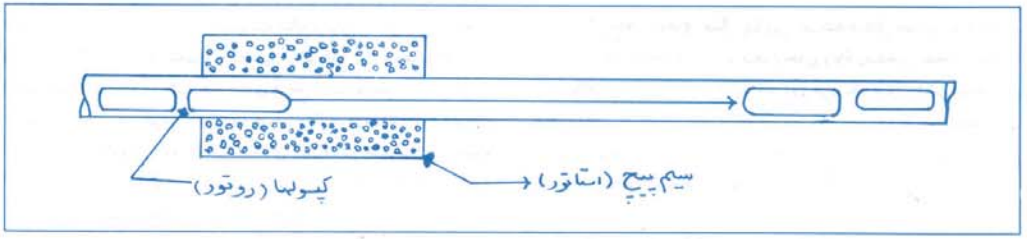
نگارهٔ ۴ (حالت اوّل): کلّیهٔ شیرهای b_1 تا b_4 باز بوده و شیرهای a_1 تا a_4 بسته بوده و مکش از قسمت راست به چپ است.



نگارهٔ ۴ (حالت دوم): کلّیهٔ شیرهای a_1 تا a_4 باز بوده و کلّیهٔ شیرهای b_1 تا b_4 بسته بوده و مکش از قسمت چپ به راست است.



نگارهٔ (۵)



نگارهٔ (۶)

ج) مدل سوم (پمپاژ با سیستم سیم‌پیچ)

بهترین مدل جهت ارایه در سیستم انتقال مواد بدین روش بوده و بالاترین بازده را دارا می‌باشد. مدل فوق در واقع از یک خاصیّت مهم در فیزیک تبعیّت می‌نماید. بدین صورت که از یک سیم پیچ به عنوان استاتور، به دور لولهٔ خط انتقال استفاده می‌گردد تا با اعمال جریان به آن و ایجاد میدان، روتور خود را که در واقع کپسولها می‌باشند بحرکت درآورد. طبق نتایج بدست آمده، بازده سیستم در حدود ٪۷۰ تعیین گردیده است (به نگارهٔ ۶ رجوع شود).

بازده مدل فوق همان طور که بیان گردید نسبت به انواع دیگر بسیار خوب بوده و دارای کاربرد بهتری می‌باشد. همان طوری که ملاحظه گردید این سیستم روش جدیدی در حمل و نقل مواد می‌باشد که می‌تواند تا حدود زیادی مشکلات مربوط به حمل و نقل زمینی مواد کشاورزی و صنعتی را حل نماید. موارد مشکلات فوق شامل تصادفات، ترافیک، آلودگی هوا و محیط زیست، صدا و یخبندان و سایر موارد می‌باشد که همواره در حمل و نقل، اذهان را به خود مشغول می‌دارند. طبق برآورد انجام گرفته درکشور آمریکا که نسبت به سایر کشورها، دارای سیستم حمل و نقل زمینی پیشرفته‌ای می‌باشد، حمل ذغال سنگ به طریقهٔ فوق ۲۰ برابر ارزانتر از حمل آن به وسیلهٔ کامیونهای ویژه و ۵ برابر ارزانتر از حمل به وسیلهٔ قطارهای مخصوص می‌باشد. با توجّه به اینکه سیستم حمل مواد به طریقهٔ فوق تحت هر شرایط جوّی قابل استفاده بوده و عمر مفید آن بین ۳۰ تا ۵۰ سال می‌باشد لذا استفاده از روش فوق و سرمایه‌گذاری برروی آن بسیار به نفع سیستم حمل و نقل کشور می‌باشد. □