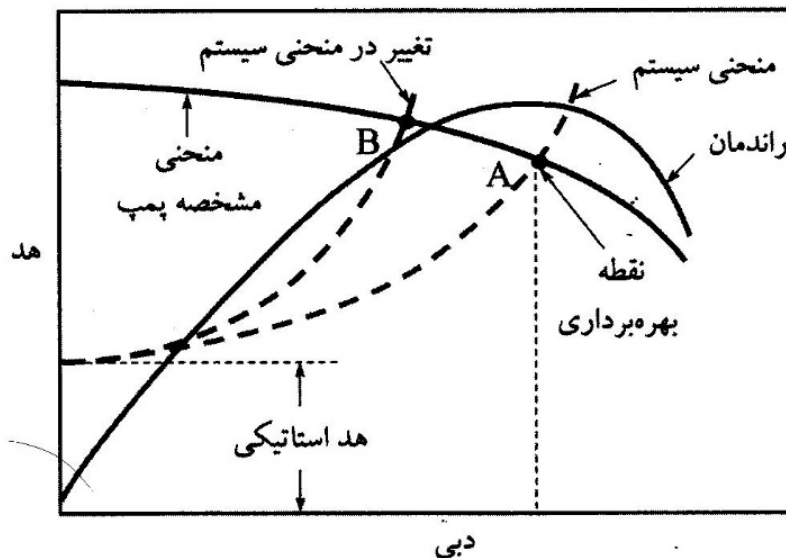


معمولاً در یک خط آبرسانی علاوه بر پمپ، سایر متعلقات همچون لوله‌های متصل به پمپ برای انتقال سیال نیز وجود دارند. برای انتخاب صحیح یک پمپ باید منحنی سیستم^۱ نیز رسم شود. دقت شود که منحنی سیستم هیچ ارتباطی به پمپ نداشته و این منحنی کاملاً مستقل از پمپ است. هد پمپ باید به اندازه‌ای باشد که علاوه بر تأمین هدی معادل افت هد سیستم، سایر هدها، نظیر اختلاف ارتفاع مورد نیاز در انتقال سیال را نیز فراهم کند و به‌طور کلی هد سیستم از رابطه انرژی قابل محاسبه است. چنانچه منحنی هد-دبی سیستم و هد-دبی پمپ در یک دستگاه مختصات رسم شوند، یکدیگر را در نقطه‌ای مانند A در شکل (۲۳-۹) قطع می‌کنند. این نقطه تلاقی که اصطلاحاً به نقطه بهره‌برداری^۲ مشهور است، دبی و هد سیستم یا پمپ را مشخص می‌کند. این بدان معناست که در این سیستم، پمپ مورد نظر با این هد و دبی کار می‌کند. اگر تغییراتی در سیستم لوله‌کشی صورت گیرد و باعث افزایش یا کاهش افت هد سیستم شود، نقطه بهره‌بردای تغییر می‌کند (نقطه B در شکل ۲۳-۹).



شکل ۲۳-۹ منحنی مشخصه پمپ، منحنی سیستم، منحنی بازده و نقطه بهره‌برداری

برای بدست آوردن منحنی سیستم، رابطه انرژی را بین دو نقطه دلخواه، یکی در آغاز مسیر انتقال آب (قبل از پمپ) و دیگری در پایان مسیر انتقال آب می‌نویسیم؛ برای مثال:

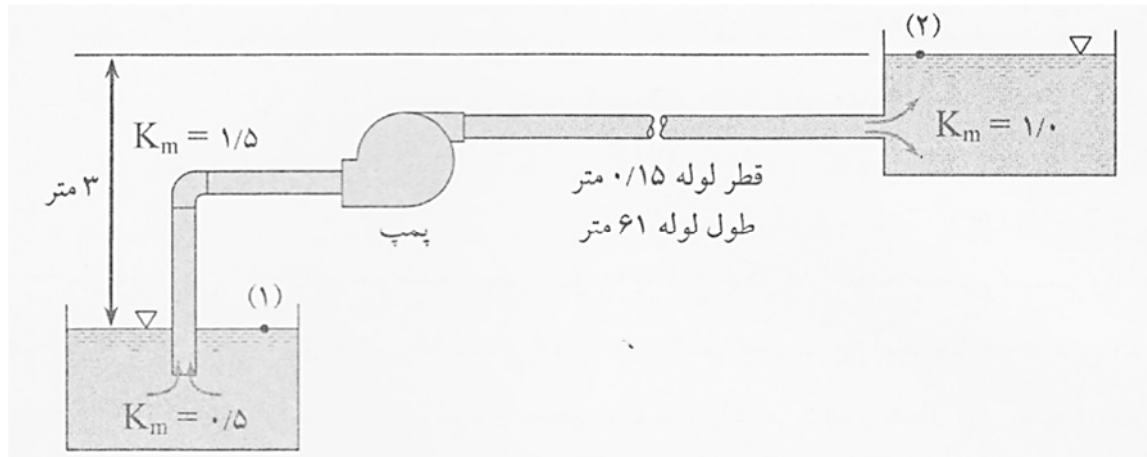
$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + H_p = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

که در آن، H_p انرژی است که پمپ به آب داده است و h_L مجموع انرژی تلف‌شده در مسیر انتقال آب است. رابطه انرژی پس از ساده‌شدن به صورت زیر در می‌آید:

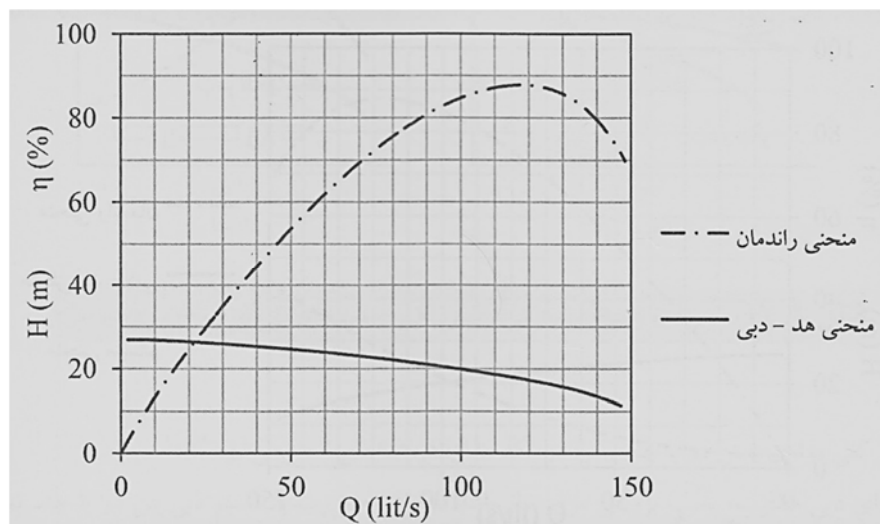
$$H_p = a + bQ^2$$

که در آن a و b ضرایب ثابت هستند و Q دبی آب عبوری از مسیر است.

مثال: پمپی مطابق شکل ۱ آب را از مخزن شماره (۱) در پایین دست به مخزن شماره (۲) در بالادست منتقل می کند. طول لوله ۶۱ متر و قطر داخلی آن ۱۵ سانتی متر است. با فرض ضریب اصطکاک دارسی وایسباخ برابر 0.02 منحنی سیستم را رسم کرده سپس دبی و توان مصرفی پمپ را به دست آورید. منحنی مشخصه پمپ در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱ شمای یک خط آبرسانی با استفاده از یک پمپ



شکل ۲ منحنی مشخصه پمپ

حل) با توجه به مشخصات سیستم و رابطه انرژی می توان نوشت:

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + H_p = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + H_L$$

$$0 + 0 + 0 + H_p = 3 + 0 + 0 + H_L$$

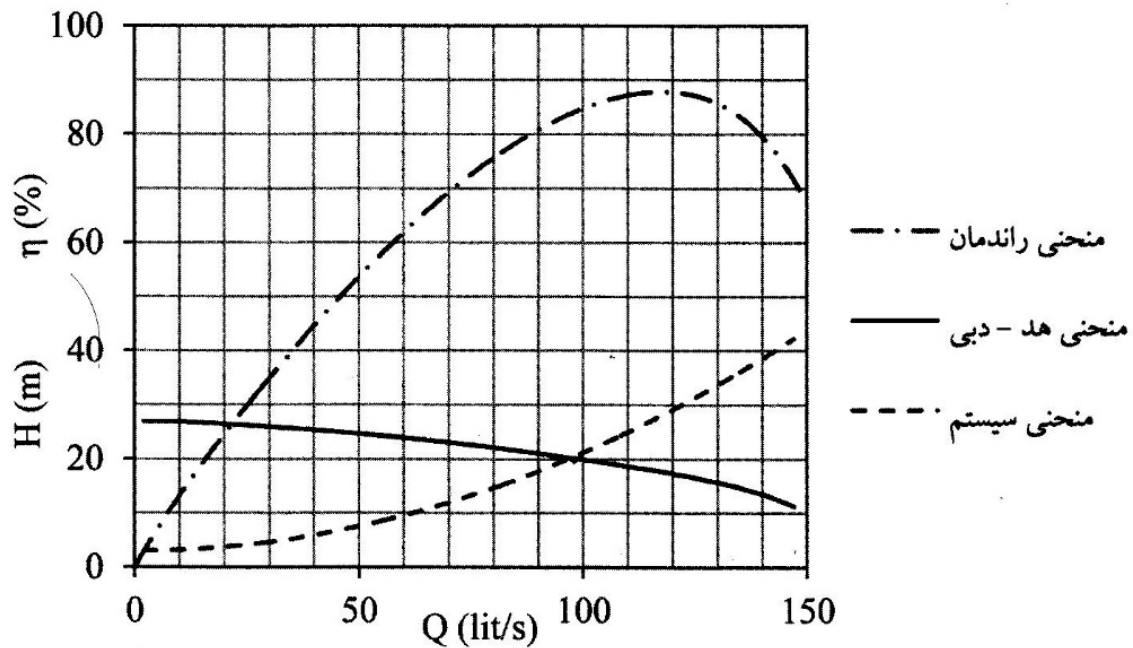
$$\frac{V^2}{2g} = \frac{Q^2}{2gA^2} = \frac{Q^2}{2g \times \left(\frac{\pi \times 0.15^2}{4}\right)^2} = 163Q^2$$

$$H_L = \left(f \frac{L}{D} + \sum K_m\right) \frac{V^2}{2g} = \left(0.02 \times \frac{61}{0.15} + 3\right) \times 163Q^2 = 1815Q^2$$

$$H_p = 3 + 1815Q^2$$

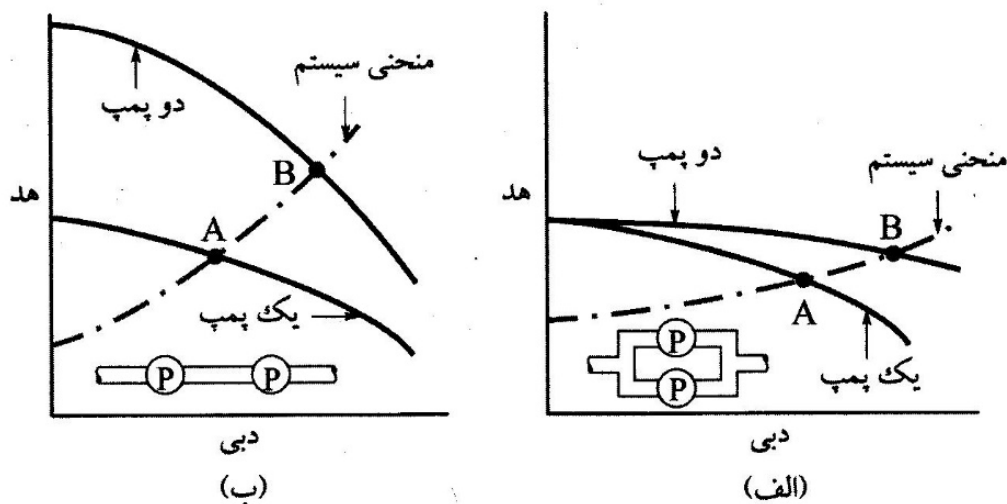
رابطه حاصل در شکل (۹-۲۶) رسم شده است. با توجه به این شکل، از تقاطع منحنی سیستم و منحنی مشخصه پمپ، نقطه بهره برداری با دبی ۹۸ لیتر بر ثانیه و هد ۲۰ متر به دست می آید. چنانچه در دبی ۹۸ لیتر بر ثانیه خطی عمودی به سمت بالا رسم شود تا منحنی راندمان را قطع کند، راندمان این پمپ در شرایط موجود برابر ۸۴ درصد خواهد شد و توان ورودی برابر است با:

$$P_{in} = \frac{\rho g Q H}{\eta} = \frac{1000 \times 9.81 \times 0.098 \times 20}{0.84} = 22890 W$$



شکل ۹-۲۶ منحنی های پمپ در مثال ۱

چنانچه ورودی چند پمپ از یک لوله مشترک تأمین شود و خروجی آنها نیز به یک لوله مشترک هدایت شود، این پمپ‌ها به صورت موازی به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر پمپ‌ها یکسان باشند، به آنها پمپ‌های مشابه و در غیر این صورت، پمپ‌های غیرمشابه گویند. پمپ‌های موازی در مواردی استفاده می‌شوند که به دبی زیاد و یا متغیر نیاز باشد. در شکل (۹-۲۷-الف) منحنی مشخصه هد-دبی برای دو پمپ موازی مشابه و منحنی سیستم نشان داده شده است. برای رسم منحنی دو پمپ موازی در یک هد معین، دبی دو پمپ با یکدیگر جمع می‌شوند. باید توجه داشت که جمع کردن دبی‌ها تنها برای رسم منحنی هد-دبی استفاده می‌شود و نقطه بهره‌برداری از تلاقی منحنی پمپ‌ها و سیستم تعیین می‌شود. از مقایسه دبی دو نقطه بهره‌برداری A و B در شکل (۹-۲۷-الف) مشخص است که دبی در حالت B دو برابر حالت A نیست. به عبارت دیگر، اگر یک پمپ روشن باشد، با روشن کردن پمپ موازی مشابه بعدی، دبی افزایش می‌یابد اما دو برابر نمی‌شود.



شکل ۹-۲۷ منحنی مشخصه پمپ‌های ترکیبی الف- پمپ‌های موازی ب- پمپ‌های سری

به‌طور کلی موازی بستن دو یا چند پمپ در یک مدار، در شرایطی انجام می‌شود که:

- به ازای دبی مطلوب، پمپ بزرگی مورد نیاز باشد. در این حالت، با تقسیم دبی بین دو یا چند پمپ می‌توان در یک ارتفاع ثابت، پمپ‌هایی با اندازه و توان کوچکتر انتخاب کرد.