



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی عمران

مرکز مطالعات و تحقیقات آب و محیط زیست

پروژه تحقیقاتی

شناسایی، کنترل و پایش نشت آب شبکه بهداشتی

مجتمع ذوب آهن اصفهان

جزوه آموزشی شماره ۱

به

مدیریت تحقیقات و تکنولوژی شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان

مجری

مسعود تجریشی

استادیار دانشکده مهندسی عمران

مرداد ۱۳۸۰

فهرست عناوین

عنوان	شماره صفحه
پیش‌گفتار.....	۲
فصل اول: مقدمه.....	۳
فصل دوم: مدل شبکه.....	۵
فصل سوم: شروع کار با EPANET.....	
فصل چهارم: فضای کاری EPANET.....	
فصل پنجم: کار با اجزاء (Objects).....	۲۸
فصل ششم: کار با نقشه.....	۳۵
فصل هفتم: آنالیز شبکه.....	۳۷
فصل هشتم: مشاهده نتایج.....	۴۰
فصل نهم: فرمت داده‌های ورود.....	۴۴

پیش‌گفتار

این جزوه، شامل راهنمای نرم‌افزار تحلیل شبکه EPANET می‌باشد. با توجه به این که کارهای شبیه‌سازی و تحلیل شبکه آب آشامیدنی مجتمع ذوب آهن اصفهان به کمک این نرم‌افزار صورت می‌گیرد، ضرورت آشنایی کارشناسان بخش مهندسی آبرسانی مجتمع ذوب آهن با این نرم‌افزار احساس می‌شود. لذا کار ترجمه قسمت‌های اصلی راهنمای نرم‌افزار EPANET توسط کارشناسان مرکز انجام گردید. در این جزوه آموزشی ابتدا به بررسی کلی نرم‌افزار EPANET می‌پردازیم. سپس یک مثال کوچک از شبکه توزیع آب، تولید کرده و قابلیت‌های مختلف مدل را روی آن بررسی می‌کنیم. در فصل‌های بعد از آن، بخش‌های مختلف نرم‌افزار را برای حالت‌های کلی بررسی خواهیم کرد.

فصل اول

مقدمه

EPANET یک برنامه کامپیوتری است که رفتار هیدرولیکی و کیفی آب شبکه های لوله تحت فشار را در پریده های زمانی تنظیم شده، شبیه سازی می کند. یک شبکه توزیع آب شامل لوله، گره (محل تقاطع لوله ها)، پمپ، شیر و تانک ذخیره^۱ یا مخزن^۲ می باشد. EPANET جریان آب در هر لوله، فشار در هر گره، ارتفاع آب در هر تانک و غلظت یک ماده داخل شبکه توزیع در طی یک شبیه سازی با چندین پرید زمانی را ردیابی می کند. علاوه بر غلظت مواد، عمر آب^۳ و ردیابی منبع^۴ می تواند شبیه سازی شود.

EPANET بعنوان یک ابزار تحقیق برای بهبود فهم ما از جابجایی و سرنوشت مواد تشکیل دهنده آب آشامیدنی داخل شبکه های توزیع، طراحی شده است. مدل کیفی EPANET می تواند پدیده هایی نظیر واکنشهای درون جریان حجمی^۵، واکنشهای در دیواره لوله، و انتقال جرم بین جریان حجمی و دیواره لوله را مدل نماید.

خصوصیت برجسته دیگر EPANET، ارتباط مناسب آن برای مدلسازی کیفیت آب و هیدرولیک شبکه می باشد. برنامه می تواند بطور همزمان یک راه حل برای هر دو وضعیت محاسبه نماید. همچنین می تواند تنها هیدرولیک شبکه را محاسبه نماید و نتایج را در یک فایل ذخیره نماید یا از یک فایل هیدرولیکی که قبلاً ذخیره شده، برای اجرای یک شبیه سازی کیفی آب استفاده نماید.

EPANET می تواند برای انواع مختلف کاربردها در آنالیز سیستم توزیع، استفاده شود. طراحی برنامه نمونه گیری، تنظیم مدل هیدرولیکی، آنالیز کلر باقیمانده و ارزیابی مقدار ارائه شده به مصرف کننده (consumer exposure assesment)، مثالهایی از این کاربردها می باشند. علاوه بر این EPANET می تواند در ارزیابی استراتژی های مدیریتی گوناگون برای بهبود کیفیت آب داخل یک سیستم توزیع، به ما کمک نماید. این استراتژی ها عبارتند از:

¹. Storage tank

². Reservoir

³. Water age

⁴. Source

⁵. bulkflow

- تغییر در بهره برداری از منبع‌ها⁶ در سیستم‌های توزیع دارای چندین منبع
- تغییر در برنامه ساعات پمپاژ و پری یا خالی شدن تانک⁷
- استفاده از تصفیه کننده تقویتی⁸، نظیر کلریناسیون مجدد در تانک‌های ذخیره⁹
- تمیز کردن لوله ای که توسط باکتریها هدف قرار گرفته و تعویض آن

EPANET به زبان C نوشته شده و از حافظه تخصیصی داده شده بطور دینامیکی استفاده می‌کند. بنابراین، تنها حافظه قابل دسترس کامپیوتر است که اندازه شبکه توزیع را محدود می‌کند. نسخه EPANET¹⁰ که برای توزیع در دیسک‌ها گنجانده شده، برای استفاده در کامپیوترهای شخصی سازگار با IBM در نظر گرفته شده که تحت DOS و Windows اجرا می‌شود. البته ترجمه مجدد آن به کدهای اصلی، کار نسبتاً ساده ای است بنابراین می‌توان آن را روی ماشین‌های دیگر نظیر سیستم های UNIX¹¹ نیز استفاده کرد.

بسته نرم افزاری EPANET¹² شامل دو مدل برنامه است. یک مدل، شبیه ساز شبکه است که تحت DOS اجرا می‌شود، ورودی‌اش را از یک فایل دریافت می‌کند و خروجی‌اش را درون یک فایل دیگر می‌نویسد.

مدل دوم یک برنامه است که تحت نرم افزار Windows اجرا می‌شود و به کاربر اجازه می‌دهد تا داده های ورودی EPANET را ویرایش کند، شبیه ساز را اجرا کند و نتایج آنرا بصورت گرافیکی به روشهای مختلف روی یک نقشه از شبکه نمایش بدهد.

⁶. source

⁷. tank

⁸. satellite

⁹. storage tanks

¹⁰. version of EPANET

¹¹. unix work station

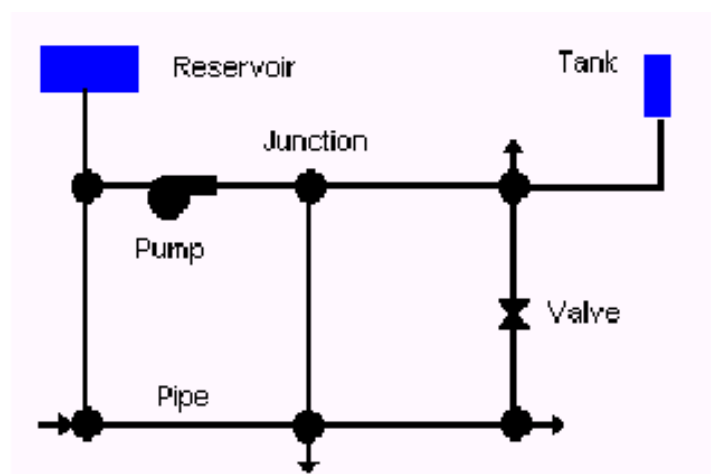
¹². EPANET Package

فصل دوم

مدل شبکه

۱-۲- اجزاء شبکه

EPANET یک شبکه توزیع آب را مجموعه‌ای از قطعات^{۱۳} در نظر می‌گیرد که در نقاط انتهایشان که گره‌ها^{۱۴} نامیده می‌شوند به یکدیگر وصل می‌شوند. شکل ۱-۲ یک نمایش قطعه - گره از یک شبکه توزیع آب ساده را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲ نمایش قطعه - گره یک شبکه

همانطور که در شکل نشان داده شده است، قطعات می‌توانند چند نوع باشند:

- ۱- لوله‌ها
- ۲- پمپ‌ها
- ۳- شیرها

علاوه بر نقطه اتصال مابین لوله‌های متصل به هم، گره‌ها می‌توانند در این حالات ایجاد شوند:

- ۱- نقاط مصرف آب (گره‌های مصرف کننده)

13. link

14. nodes

۲- نقاط ورود آب (گره های منبع)^{۱۵}

۳- محل های تانک ها یا مخازن^{۱۶} (گره های انبار)^{۱۷}

اینکه EPANET چگونه رفتار هیدرولیکی هرکدام از این اجزاء را مدل می کند، بعداً بررسی خواهد شد. برای این بررسی ما تمام دبی های جریان را برحسب ft^3/sec (cfs) بیان خواهیم کرد، اگر چه برنامه می تواند واحد دبی را برحسب گالن در دقیقه (gpm) یا میلیون گالن در روز (mgd) و یا لیتر در ثانیه (l/s) هم قبول نماید.

لوله ها

لوله ها آب را از یک نقطه به نقطه دیگر انتقال می دهند. جهت جریان از انتهای با هد^{۱۸} بیشتر به طرف انتهای با هد کمتر می باشد. افت ارتفاع ناشی از اصطکاک جریان داخل لوله می تواند بصورت کلی زیر بیان شود:

$$h_L = a q^b \quad (1)$$

که در آن:

a = ضریب مقاومت

h_L = افت ارتفاع (ft)

b = توان جریان (نمای جریان)

q = جریان (cfs)

EPANET می تواند یکی از سه فرم مشهور معادله (۱) را استفاده نماید: فرمول هیزن ویلیامز، فرمول دارسی و ایسباخ، فرمول چزی-مانینگ. فرمول هیزن ویلیامز احتمالاً مناسبترین معادله افت فشار برای شبکه های توزیع میباشد، فرمول دارسی و ایسباخ بیشتر برای جریان های لایه ای و سیالات دیگری غیر از آب قابل استفاده است، و فرمول چزی-مانینگ عموماً برای جریان در کانالهای باز استفاده می شود. مقادیر ضرایب مقاومت و نماهای جریان برای هر فرمول در جدول ۱-۲ آمده است. توجه کنید که هر فرمول، ضریب زبری لوله متفاوتی را استفاده می کند که بایستی بطور تجربی تعیین شود. محدوده های عمومی این ضرایب برای انواع مختلف لوله ها برای حالتی که لوله ها نو هستند در جدول ۲-۲ آمده است. توجه داشته باشید که ضریب زبری لوله می تواند بطور قابل توجهی با عمر لوله تغییر کند. شیرهای مختلف می توانند روی لوله ها قرار گیرند. مثلاً شیرهای یک طرفه می توانند جریان را در یک جهت خاص محدود نمایند. همچنین شیرهای قطع و وصل می توانند روی شبکه قرار گیرند که در زمانهای از پیش تعیین شده موقعیکه ترازهای آب در

15. source

16. reservoir

17. storage

18. head

تانک ، زیر یا بالای حد مشخصی می افتد، یا موقعی که فشار گره‌ها، زیر یا بالای حد مشخصی می افتد، باز یا بسته شوند.

جدول ۱-۲ فرمول افت ارتفاع لوله

فرمول	ضریب مقاومت (a)	نمای جریان (b)
هیزن - ویلیامز	$4.72 C^{-1.85} d^{4.87} L$	1.852
دارسی - وایسباخ	$0.0252 f(\epsilon / d/q) d^{-5} L$	2
چزی - مانینگ (جریان در لوله پر)	$4.66 n^2 d^{-5.33} L$	2

توجه کنید که:

$C =$ ضریب زبری هیزن ویلیامز

$\epsilon =$ ضریب زبری دارسی وایسباخ (ft)

$f =$ فاکتور اصطکاک (که به ϵ ، d و q بستگی دارد)

$d =$ قطر لوله (ft)

$L =$ طول لوله (ft)

جدول ۲-۲ ضرایب زبری برای لوله نو

جنس لوله	ضریب هیزن ویلیامز (C)	ضریب دارسی وایسباخ (ϵ) بر حسب میلی فوت	ضریب مانینگ (n)
چدن نشکن	۱۳۰-۱۴۰	۰/۸۵	۰/۰۱۲-۰/۰۱۵
بتنی یا با پوشش بتنی	۱۲۰-۱۴۰	۱-۱۰	۰/۰۱۲-۰/۰۱۷
آهن گالوانیزه	۱۲۰	۰/۵	۰/۰۱۵-۰/۰۱۷
پلاستیک	۱۴۰-۱۵۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱-۰/۰۱۵
فولاد	۱۴۰-۱۵۰	۰/۱۵	۰/۰۱۵-۰/۰۱۷
سفال لعابدار	۱۱۰	—	۰/۰۱۳-۰/۰۱۵

پمپ ها

پمپ وسیله ای است که ارتفاع هیدرولیکی آب را بالا می برد. رابطه‌ای که ارتفاع داده شده به سیال را به عنوان تابعی از دبی جریان داخل پمپ توصیف می کند منحنی مشخصه پمپ نامیده می شود. شکل ۲-۲ یک مثال را نشان می دهد.

معادله منحنی پمپ تابعی به شکل کلی زیر است:
(۲)

$$h_G = h_0 - a q^b$$

که در آن:

h_G = ارتفاع داده شده به آب توسط پمپ (ft)

q = جریان داخل پمپ (cfs)

h_0 = ارتفاع قطع^{۱۹} (ارتفاع در دبی صفر)

a = ضریب مقاومت

b = نمای جریان

با دادن ارتفاع قطع h_0 و دو نقطه دیگر روی منحنی پمپ به برنامه EPANET، برنامه می تواند مقادیر a و b را تخمین بزند.

شکل ۲-۲ منحنی پمپ با محدوده جریان تمدید شده

راه دیگر برای نمایش یک پمپ موقعیکه منحنی مشخصه‌اش ناشناخته است، این است که فرض کنیم پمپ یک انرژی ثابت به آب اضافه می کند. در این حالت معادله منحنی پمپ برابر است با:

$$h_G = 8.81 Hp / q \quad (3)$$

که در آن:

H_p = توان پمپ برحسب اسب بخار

این کمیت می تواند بر اساس یک تخمین اولیه از جریان و ارتفاعی که پمپ در آنها کار خواهد کرد، محاسبه شود. این نوع منحنی پمپ تنها برای جریان دائمی در مطالعات طراحی مقدماتی استفاده می شود.

جریان داخل یک پمپ، یک جهت دارد و پمپ ها بایستی در محدوده ارتفاع و جریانی که توسط منحنی مشخصه آنها مشخص شده، کارکنند. اگر شرایط شبکه توزیع احتیاج داشته باشد که پمپ ، ارتفاعی بیشتر از ارتفاع قطع ، تولید نماید، EPANET پمپ را می بندد^{۲۰} و یک پیغام خطا منتشر می نماید. EPANET به شما اجازه می دهد پمپها را در زمان از پیش تعیین شده - موقعی که ترازهای تانک کمتر یا بیشتر از حد مشخصی می شود، یا موقعی که فشار گرهها کمتر یا بیشتر از حد مشخص شود ، روشن یا خاموش بکنید.

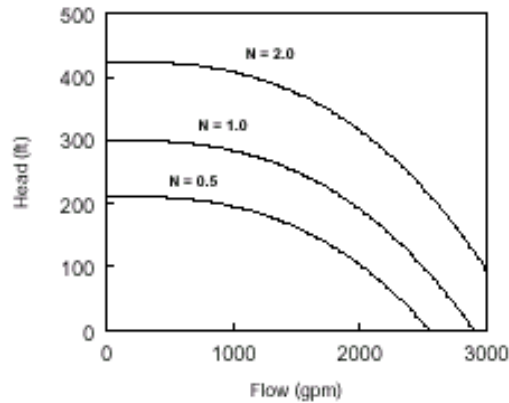
پمپ های با سرعت متغیر را همانند پمپهای با سرعت ثابت در نظر می گیرند منتها با این تفاوت که تحت همان شرایط آهنگ سرعتشان^{۲۱} تغییر می کند. طبق تعریف، منحنی پمپ اصلی که در برنامه استفاده شده، آهنگ سرعت مبنای آن^{۲۲} برابر یک می باشد.

اگر سرعت پمپ دوبرابر شود، آهنگ مبنا دو برابر می شود، اگر سرعت نصف شود، آهنگ مبنا نصف می شود و به همین ترتیب. شکل ۲-۴ نشان می دهد که چطور تغییرات آهنگ سرعت یک پمپ روی منحنی مشخصه‌اش اثر می گذارد.

20. to close the pump

21. speed setting

22. regative speed setting



شکل ۲-۳ تأثیر سرعت مبنا (n) روی منحنی پمپ

EPANET می‌تواند علاوه بر شیرهای معمولی نصب شده در لوله‌ها نظیر شیرهای یکطرفه، شیرهایی را که فشار یا جریان را در نقاط خاصی از شبکه کنترل می‌کنند، مدل کند. چنین شیرهایی به عنوان قطعات^{۲۳} با طول قابل صرفنظر در نظر گرفته می‌شوند که در ابتدا و انتهایشان، گره‌های اتصالی^{۲۴} مشخصی دارند. انواع شیرهایی که می‌توانند مدل شوند، عبارتند از:

۱- شیرهای کاهش فشار^{۲۵} (PRVs)

۲- شیرهای نگهدارنده فشار^{۲۶} (PSVs)

۳- شیرهای فشارشکن^{۲۷} (PBVs)

۴- شیرهای کنترل جریان^{۲۸} (FCVs)

۵- دریچه‌های کنترل آب^{۲۹} (TCVs)

۶- شیرهای چندمنظوره^{۳۰} (GPVs)

23. link

24. junction nodes

25. pressure reducing valves (PRVs)

26. pressure sustaining valves (PSVs)

27. pressure breaker valves (PBVs)

28. flow control valves (FCVs)

29. throthle control valves (TCVs)

19. General Purpose Valve (GPVs)

PRVs (شیرهای کاهش فشار)

موقعی که فشار بالادست، بالای مقدار معینی^{۳۱} است، فشار پایین دست را محدود می کند تا از یک مقدار معینی تجاوز نکند. اگر فشار بالادست از مقدار معینی کمتر شده باشد، جریان توسط شیر محدود نمی شود. اگر فشار پایین دست از فشار بالادست بیشتر باشد، شیر بسته می شود تا از جریان معکوس جلوگیری نماید.

PSVs (شیرهای نگهدارنده فشار)

موقعی که فشار پایین دست کمتر از فشار مینیمم است، فشار مینیمم را در بالادست حفظ می نماید. اگر فشار پایین دست بالای مقدار معین شده باشد، جریان توسط شیر محدود نمی شود. اگر فشار پایین دست از فشار بالادست بیشتر باشد، شیر بسته می شود تا از جریان معکوس جلوگیری نماید.

PBVs (شیرهای فشارشکن)

موقعی که جریان از شیر عبور می کند یک افت فشار معینی به آن اعمال می نماید. جریان می تواند در هر جهت ممکن باشد.

FCVs (شیرهای کنترل جریان)

جریان عبور کننده از شیر را به یک مقدار معینی محدود می کند. اگر جریان نتواند برقرار شود (مگر اینکه ارتفاع اضافه شونده^{۳۲} به شیر را افزایش دهیم)، برنامه یک پیغام خطا منتشر خواهد کرد.

TCVs (دریچه های کنترل آب)

میزان بسته شدن این شیر، ضریب افت ارتفاع موضعی شیر را تنظیم می کند. رابطه بین درجه ای که شیر بسته می شود و ضریب افت ارتفاع حاصل از آن، معمولاً از کارخانه سازنده شیر قابل دسترس است.

31. setting

32. additional

GPVs (شیرهای چند منظوره)

برای هنگامی می باشد که استفاده کننده بخواهد از رابطه خاصی بین دبی و افت هد به جای فرمولهای هیدرولیک استاندارد ارائه شده استفاده کند. این نوع شیرها میتوانند برای مدل کردن توربین ها و جلوگیری از حرکت آب در خلاف جهت مورد نظر استفاده شوند.

افت های موضعی^{۳۳}

افت هدهای کوچک (که اغلب افت های موضعی نامیده می شوند) می تواند به تلاطم اضافی که در زانویی ها، نقاط اتصال^{۳۴} و شیرها رخ می دهد، مربوط شود. اهمیت چنین افت هایی به طرح شبکه لوله و درجه دقت مورد نیاز بستگی خواهد داشت. EPANET اجازه می دهد هر لوله و شیر یک ضریب افت موضعی مربوط به خودش را داشته باشد.

EPANET افت ارتفاع حاصل را از فرمول زیر محاسبه می کند:

$$h_L = 0.0252K q^2 d^{-4} \quad (۴)$$

که در آن:

k = ضریب افت موضعی

d = قطر (ft)

q = میزان جریان (cfs)

جدول ۲-۳ مقادیر k را برای اجزاء مختلف ارائه می نماید.

33. Minor Losses

34. junctions

جدول ۲-۳ ضرایب افت برای اجراء معمولی

ضریب افت	اجزاء موجود در شبکه
10	شیر فلکه بشقابی ^{۳۵} - کاملاً باز
5	شیر گوشه ^{۳۶} - کاملاً باز
2.5	شیر یکطرفه نوسانی ^{۳۷} - کاملاً باز
0.2	شیر کشویی - کاملاً باز
0.9	زانویی - با شعاع کم
0.8	زانویی - با شعاع متوسط
0.6	زانویی - با شعاع بزرگ
0.4	زانویی ۴۵ درجه
2.2	زانویی برگشتی بسته ^{۳۸}
0.6	سه راهی استاندارد - جریان در داخل قسمت اصلی ^{۳۹}
1.8	سه راهی استاندارد - جریان در داخل شاخه فرعی ^{۴۰}
0.5	ورودی چهار سو
1.0	خروجی

گره‌ها

ارتفاع (تراز)^{۴۱} همه گره‌ها باید نسبت به یک تراز مبنا سنجیده شوند. بنابراین مهم، ارتفاع هیدرولیکی^{۴۲} ناشی از تراز قابل محاسبه است. در طول مدت زمانی که شبکه آنالیز می‌شود باید هر

35. Globe valve

36. Angle valve

37. Swing check valve

38. Closed return bend

39. Flow through run

40. Flow through branch

41. Level

42. Hydraulic head

میزان مصرف یا ورود آب به گره‌هایی که گره‌های ذخیره کننده^{۴۳} آب نیستند، شناخته شود. گره های ذخیره کننده (یعنی تانک ها^{۴۴} و مخازن^{۴۵}) انواع بخصوصی از گره‌ها هستند که سطح آب در آنها آزاد می‌باشد و از این رو ارتفاع هیدرولیکی آنها به سادگی برابر است با تراز آب آنها که در بالای تراز مبنا قرار دارد. فرق تانک‌ها و مخازن این است که در تانک‌ها هنگامی که جریان آب به آنها وارد یا از آنها خارج می‌شود، تراز سطح آب تغییر می‌کند ولی در مخازن بدون توجه به اینکه جریان چگونه است، تراز سطح آب ثابت می‌باشد. EPANET تغییر تراز آب در یک تانک ذخیره^{۴۶} را با معادله زیر مدل می‌نماید:

$$\Delta y = (q / A)\Delta t \quad (5)$$

که در آن:

$$\Delta y = \text{تغییر تراز آب (ft)}$$

$$q = \text{میزان جریان ورودی به (+) یا خروجی از (-) تانک (cfs)}$$

$$\Delta t = \text{گام زمانی (sec)}$$

$$A = \text{سطح مقطع عرضی تانک (ft}^2\text{)}$$

بنابراین EPANET برای تانکهای ذخیره نیاز دارد که مساحت مقطع عرضی و ماکزیمم ترازهای مجاز آب را بداند. گره‌های ذخیره از نوع مخزن^{۴۷} معمولاً برای نمایش منابع آب خارجی نظیر دریاچه ها، رودخانه ها یا چاه‌ها استفاده می‌شود.

۲-۲ الگوهای زمانی

EPANET فرض می‌کند که میزان مصرف آب، میزان ورود آب خارجی و غلظت منبع^{۴۸} تشکیل دهنده در گره‌ها در طول یک پریود زمانی معین، ثابت هستند، اما این مقادیر می‌تواند در دوره‌های زمانی متوالی، تغییر کند. گام دوره زمانی پیش فرض، ۱ ساعت می‌باشد، اما این مقدار، هر مقدار مطلوب دیگری می‌تواند قرار داده شود. مقدار هرکدام از این مقادیر در یک دوره زمانی برابر است با یک مقدار پایه ضربدر یک فاکتور الگوی زمانی برای آن دوره. شکل ۲-۴ یک الگو از فاکتورهایی که ممکن است برای مصرف روزانه آب بکار رود را نشان می‌دهد.

43. Storage nodes

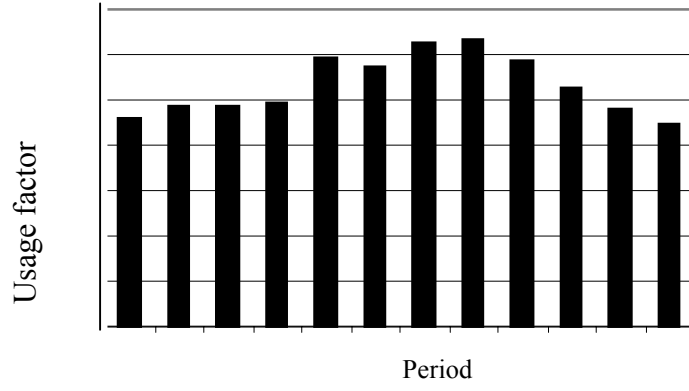
44. tanks

45. Reservoir

46. Storage tank

47. Reservoir – Type Storage nodes

48. Constituent Source Concentrato



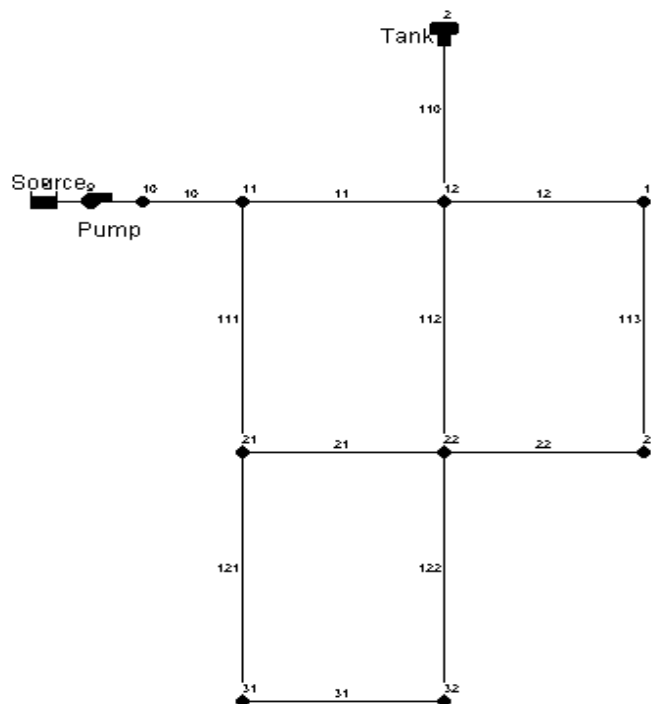
شکل ۲-۵ الگوی زمانی مصرف آب

شروع کار با EPANET

۱-۳- مثالی از یک شبکه ساده:

در این مثال، یک شبکه ساده، طراحی و مدل‌سازی شده است. این شبکه شامل یک مخزن زمینی است که آب از آن به شبکه پمپاژ می‌شود. همچنین یک مخزن هوایی نیز در شبکه وجود دارد. شماره اجزای موجود در شبکه (Nodes and Links) در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. ویژگی‌های گره‌ها (Nodes) در جدول ۱-۳ و مشخصات لوله‌ها (Pipes) در جدول ۲-۳ آورده شده است.

پمپ موجود در شبکه (Link 9) می‌تواند برای دبی 600 gpm هد 150 ft را تأمین کند، همچنین مخزن هوایی شبکه (Node 9) دارای 60 ft قطر و حداکثر سطح آب در مخزن 3.5 و 20 فوت می‌باشد.



شکل ۱-۳ مثالی از شبکه توزیع آب

جدول ۱-۳- ویژگی گره‌های شبکه

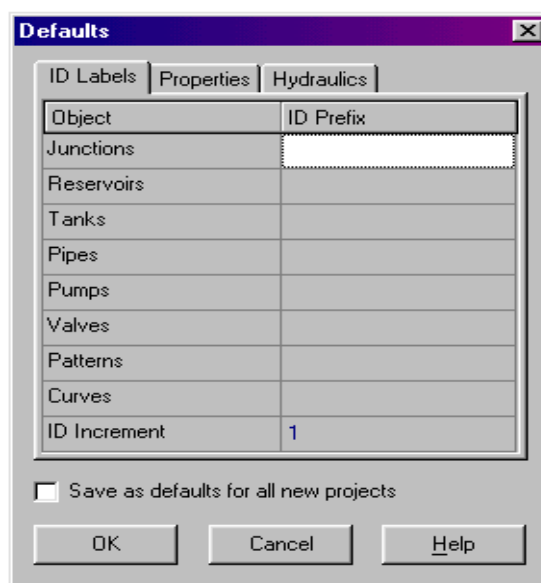
مصرف (gpm)	ارتفاع (ft)	شماره گره
۰	۷۱۰	۱۰
۱۵۰	۷۱۰	۱۱
۱۵۰	۷۰۰	۱۲
۱۵۰	۷۰۰	۲۱
۲۰۰	۶۹۵	۲۲
۱۰۰	۷۰۰	۳۱

جدول ۲-۳- ویژگی لوله‌های شبکه

ضریب اصطکاک (C-Factor)	قطر (inches)	طول لوله (ft)	شماره لوله
۱۰۰	۱۸	۱۰۵۳۰	۱۰
۱۰۰	۱۴	۵۲۸۰	۱۱
۱۰۰	۱۰	۵۲۸۰	۲۱
۱۰۰	۱۸	۲۰۰	۱۱۰
۱۰۰	۱۰	۸۲۸۰	۱۱۱
۱۰۰	۱۲	۵۲۸۰	۱۱۲
۱۰۰	۸	۵۲۸۰	۱۲۱
۱۰۰	۱۲	۱۰۰۰	۱

شروع کار:

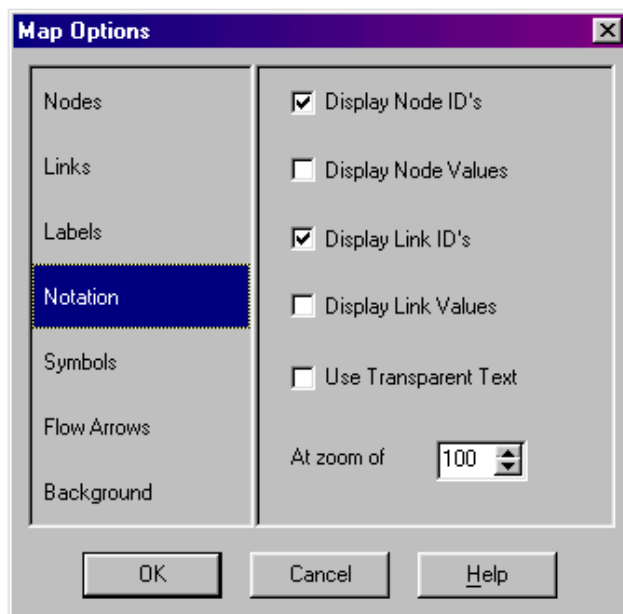
اولین کار تولید یک پرونده جدید در EPANET است. این کار در منوی File>>New انجام می‌شود، برای شروع کار باید پیش‌فرض‌های پروژه را تعیین کرد. برای این کار روی منوی Project>>Default کلیک می‌کنیم. پنجره‌ای شبیه شکل ۲-۳ باز می‌شود. در صفحه اول این پنجره، نحوه شماره‌گذاری هر کدام از اجزای شبکه مشخص می‌شود. سپس در صفحه Hydraulics واحدهای به کاررفته و دیگر ویژگی‌های هیدرولیکی مدل مثل رابطه



شکل ۲-۳ پنجره پیش‌فرض مشخصات پروژه

محاسبه افت اصطکاک و ... مشخص می‌گردد.

پس از این کار، ویژگی‌های مربوط به نحوه نمایش شبکه، با کمک منوی View>>Dimensions تنظیم می‌شود، نمایی از این پنجره در شکل ۳-۳ آورده شده است.




شکل ۳-۳ مشخصات انتخابی نقشه


۳-۲- تهیه نقشه شبکه

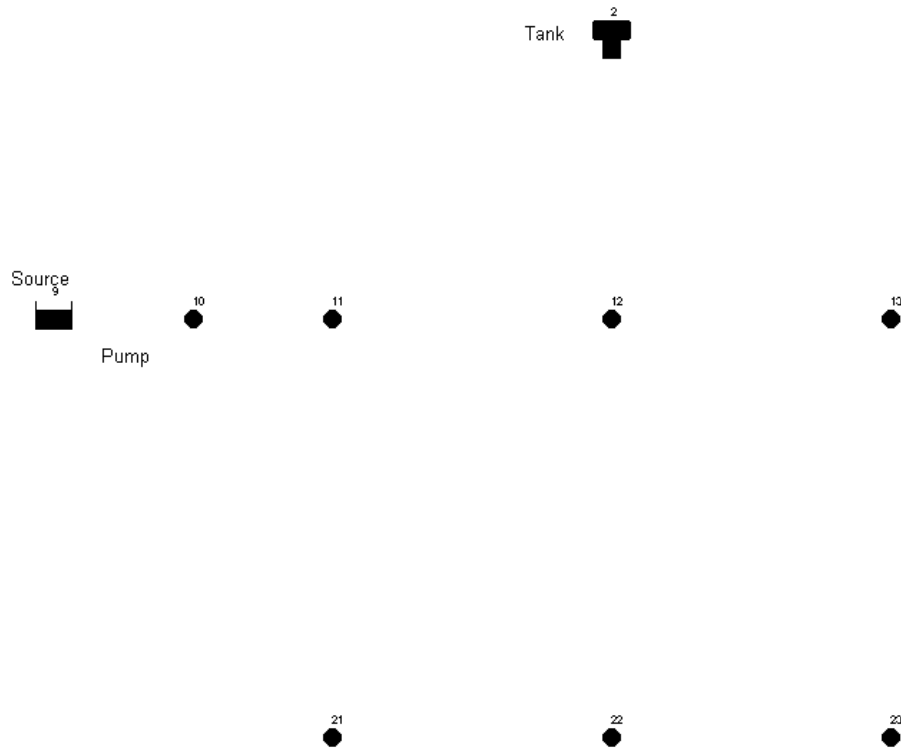
به کمک جعبه ابزار Map >> Toolbars >> View ، کلیدهای مربوط (Buttons) به طراحی اجزای شبکه نمایان می شوند. این کلیدها عبارتند از:






برای شروع کار ابتدا مخزن زمینی را در محل خود قرار می دهیم، این کار با کلیک روی  و سپس کلیک کردن در محل دلخواه انجام می شود.



سپس به کمک کلید  مکان گره‌های شبکه مشخص می‌شود و در نهایت به کمک کلید



شکل ۳-۴ نقشه شبکه بعد از اضافه کردن گره‌ها

مخزن هوایی نیز در محل خود قرار می‌گیرد. نتیجه این کار در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. حال نوبت به اضافه کردن لوله‌ها می‌رسد. برای مثال برای اضافه کردن لوله ۱ بین گره ۲ و ۳ ابتدا روی کلید  کلیک کرده و سپس با کلیک روی گره ۲ و سپس روی گره ۳ لوله مورد نظر در محل تعیین شده قرار می‌گیرد. برای اضافه کردن پمپ و همچنین برای نوشتن توضیحات در کنار هریک از اجزای شبکه، می‌توان از کلیدهای  و  استفاده کرد. پس از طراحی نقشه در صورتی که برخی گره‌ها دقیقاً در محل خود قرار نداشته باشند با انتخاب گره مورد نظر و با کلیک چپ روی نقطه مورد نظر و حرکت ماوس می‌توان گره را به جای اصلی خود انتقال داد. این کار برای مخازن هم قابل انجام است.

۳-۳- تعریف ویژگی‌های اجزای شبکه:

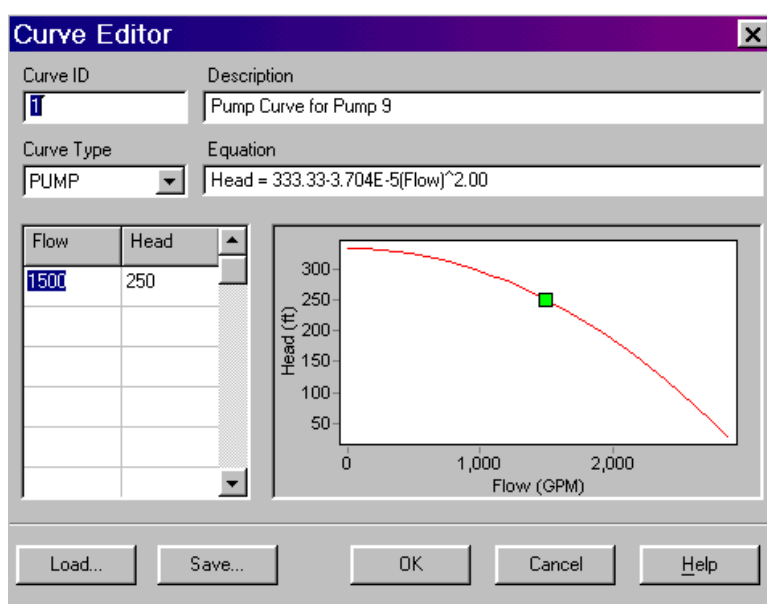
به منظور تعریف ویژگی هر یک از اجزای شبکه با دوبار کلیک کردن روی آنها، پنجره‌ای باز می‌شود که در آن مشخصات مربوط به جزء مورد نظر را می‌توان وارد کرد. مثلاً با دوبار کلیک کردن روی گره ۱۱ پنجره زیر باز می‌شود (شکل ۳-۴)، که در آن می‌توان تمام مشخصات مربوط

به این نقطه شامل مختصات X و Y، ارتفاع نقطه، میزان مصرف، الگوی مصرف و ... را مشخص نمود. پس از تکمیل مشخصات این گره، با کلیک کردن روی جزء بعدی مشخصات مورد نظر برای تمام اجزای شبکه تکمیل می گردد.

Property	Value
*Junction ID	11
X-Coordinate	30.00
Y-Coordinate	70.00
Description	
Tag	
*Elevation	710
Base Demand	150
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	0.5
Source Quality	

شکل ۳-۴ نقشه شبکه بعد از اضافه کردن گره‌ها

به منظور مشخص کردن منحنی پمپ می توان از منوی Data Page پنجره Browser، منوی Curve را انتخاب کرد. در این حال پنجره ای به شکل ۳-۵ باز می شود. با مشخص کردن یک نقطه پمپ (نقطه دبی طرح پمپ یا Pump's design flow)، منحنی پمپ رسم می گردد.



شکل ۳-۵ پنجره نمایشگر مشخصات پمپ

۳-۴- ذخیره و باز کردن فایل

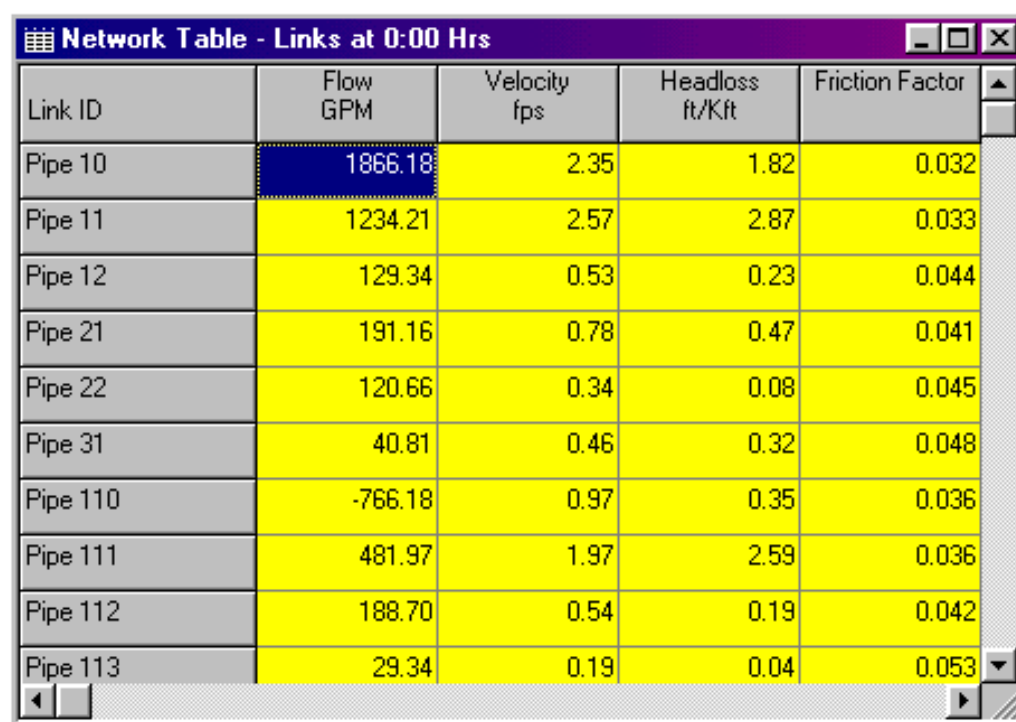
پس از تکمیل پروژه، به کمک منوی **File>>Save** می‌توان پروژه را ذخیره کرد. همچنین در صورتی که بخواهیم اطلاعات شبکه به صورت یک فایل متنی ذخیره گردد، این کار را می‌توان با انتخاب منوی **File>>Export>>Network** انجام داد. با انتخاب منوی **File>>Open**، می‌توان یک پروژه از قبل ذخیره شده را بازیابی نمود.

۳-۵- اجرای مدل برای حالت پایدار (Steady State)

با انتخاب منوی **Project>>Run Analysis** مدل اجرا می‌شود. اگر اجرای مدل با موفقیت انجام شد، یک پنجره این وضعیت را اعلام می‌کند. در صورت وجود خطا نیز، خطای مورد نظر اعلام می‌شود که کاربر باید به اصلاح اطلاعات ورودی پردازد. در صورت اجرای موفق مدل کارهای زیر را انجام دهید:

◀ با دوبار کلیک روی هر کدام از اجزای شبکه نتایج شبیه‌سازی برای آن جزء مشاهده می‌شود. مثلاً برای هر لوله، دبی عبوری، سرعت عبور آب، افت فشار حاصل از اصطکاک و ... مشاهده می‌شود.

◀ همچنین با انتخاب منوی **Report>>Table** می‌توان نتایج شبیه‌سازی تمام اجزای شبکه را در جداول مخصوص مشاهده نمود. (شکل ۳-۶)

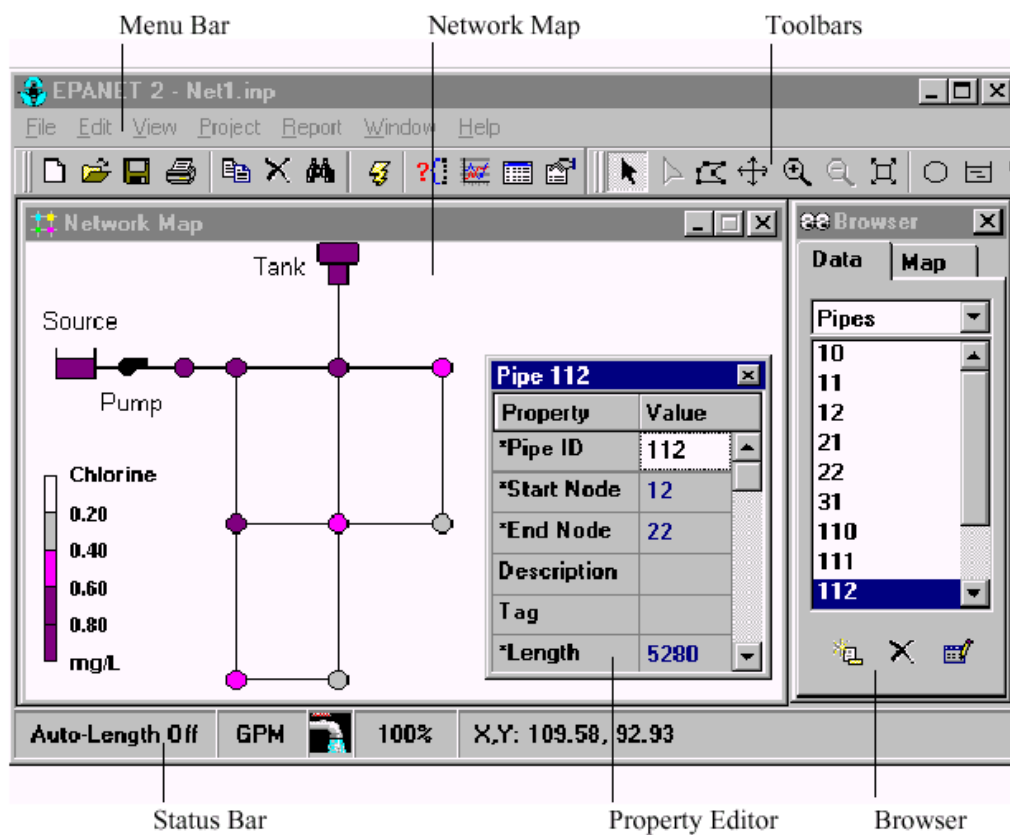


Link ID	Flow GPM	Velocity fps	Headloss ft/Kft	Friction Factor
Pipe 10	1866.18	2.35	1.82	0.032
Pipe 11	1234.21	2.57	2.87	0.033
Pipe 12	129.34	0.53	0.23	0.044
Pipe 21	191.16	0.78	0.47	0.041
Pipe 22	120.66	0.34	0.08	0.045
Pipe 31	40.81	0.46	0.32	0.048
Pipe 110	-766.18	0.97	0.35	0.036
Pipe 111	481.97	1.97	2.59	0.036
Pipe 112	188.70	0.54	0.19	0.042
Pipe 113	29.34	0.19	0.04	0.053

شکل ۳-۶ پنجره نمایشگر نتایج شبیه‌سازی شبکه

فضای کاری EPANET

فضای کاری اصلی EPANET مانند شکل زیر است:



این فضای کاری شامل اجزای کاربردی زیر است:

۱. Menu Bar
۲. Toolbar
۳. Status Bar
۴. Network Map Window
۵. Browser Window
۶. Property Editor Window

توضیح مختصر هریک از اجزای فوق در ادامه می آید.

Menu Bar-۱-۴

شامل منوهای کنترلی زیر است:

۱. منوی File
۲. منوی Edit
۳. منوی View
۴. منوی Project
۵. منوی Report
۶. منوی Window
۷. منوی Help

منوی File :

شامل دستوراتی برای باز کردن و ذخیره کردن فایل و چاپ اطلاعات است.

منوی Edit :

شامل دستوراتی برای انتخاب، کپی و اصلاح اطلاعات است.

منوی View :

نحوه نمایش نقشه شبکه را مشخص می کند، این منو شامل زیر بخشهای زیر است:

تهیه مختصات نقشه	Dimensions
امکان تعبیه نقشه محل اجرای شبکه (با فرمت Bitmap) را به کاربر می دهد	Backdrop
امکان جابجایی نقشه	Pan
امکان بزرگ کردن نقشه شبکه	Zoom In
امکان کوچک کردن نقشه شبکه	Zoom out
کل نقشه شبکه را به کاربر نمایش می دهد	Full Extent
جزء (گره، لوله، شیر و ...) مورد نظر را در شبکه پیدا می کند	Find
اجزائی که پارامتر انتخاب شده آنها از حد خاصی کمتر یا بیشتر باشد را مشخص می کند	Query
کنترل نمایش نقشه شبکه (ON یا OFF)	Over View Map
کنترل چگونگی نمایش زیر نویس نقشه	Legends
کنترل نمایش Toolbars (ON یا OFF)	Toolbars
نحوه نمایش نقشه را کنترل می کند	Options

منوی Project :

این منو شامل اطلاعات مربوط به آنالیز شبکه است و شامل زیر بخشهای زیر است:

خلاصه نتایج شبیه سازی را نشان می دهد	Summary
کنترل پیش فرض های مدل	Defaults
فایلی که اطلاعات مربوط به کالیبره کردن شبکه را دربر دارد به پروژه متصل می کند.	Calibration Data
تعیین نحوه انجام محاسبات و واحدها	Analysis Options
اجرای مدل	Run Analysis

منوی Report:

پس از اجرای مدل نتایج شبیه سازی را میتوان در این منو مشاهده کرد، این منو شامل موارد زیر است:

تغییرات عملکردی (باز یا بسته بودن) اتصالات (پمپ، شیر، لوله) را در طول زمان شبیه سازی نشان می دهد.	Statut
تعیین میزان و هزینه انرژی مصرف شده توسط پمپ	Energy
تعیین تفاوت بین مقادیر اندازه گیری شده و شبیه سازی شده	Calibration
تعیین نرخ متوسط واکنش	Reaction
تهیه یک فایل خروجی متنی از تمام اطلاعات شبکه (بعد در شبیه سازی)	Full
رسم گرافهای مختلف شامل گراف پروفیل شبکه و خطوط هم فشار و الگوهای زمانی و غیره	Graph
نمایش اطلاعات مربوط به لوله ها و گره ها به صورت جدول	Table
کنترل نحوه نمایش گزارشها، گرافها و جداول	Options

منوی Window:

این منو شامل موارد زیر است:

پنجره های موجود در صفحه نمایش را مرتب می کند	Arrange
تمام پنجره های باز را می بندد	Close All
لیست تمام پنجره های باز را نشان می دهد	Window List

منوی Help:

در صورت وجود موارد مبهم می توان به کمک این منو از Help نرم افزار استفاده کرد.

۲-۴- Toolbars یا جعبه ابزار

جعبه ابزار شامل یک سری کلید دسترسی سریع (Shortcut) برای دستیابی به یک سری از امکانات نرم افزار

است که به دو دسته تقسیم بندی می شود:

۱- جعبه ابزار استاندارد (Standard Toolbar)

که شامل کلیدهای زیر است:

New
Open
Save
Print
Copy
Delete
Find
Run
Query
Graph
Table
Options

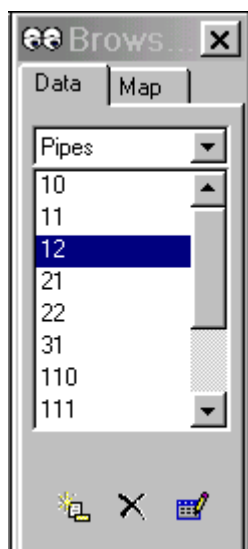
۲- جعبه ابزار نقشه (Map Toolbar)

Select Object

Select Vertex
Select Region
Pan
Zoom In
Zoom Out
Full Extent
Add Junction
Add Reservoir
Add Tank
Add Pipe
Add Pump
Add Valve
Add Lable

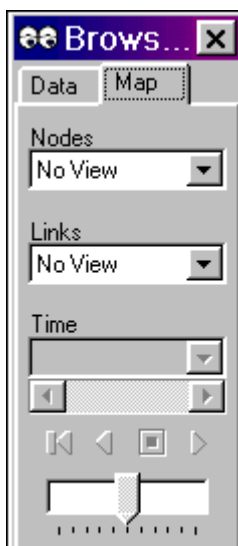
۳-۴- Data Browser

این پنجره که در پنجره Browser واقع شده است، به کاربر امکان دسترسی به تمام اطلاعات شبکه را به صورت دسته بندی شده (گره، لوله و ...) می دهد، با انتخاب یک سری اطلاعاتی (مثل لوله) و انتخاب لوله مورد نظر اطلاعات مربوط به آنرا به طور کامل نمایش می دهد. در ضمن در پایین این پنجره امکان اضافه کردن، پاک کردن و اصلاح اطلاعات به کمک یک سری کلید (Button) در اختیار کاربر قرار می گیرد.



Map Browser - ۴-۴

تنظیمات مربوط به نحوه نمایش شبکه در این پنجره وجود دارد. در این پنجره با انتخاب یک پارامتر (مثل فشار، دبی و ...) و بازه زمانی، نقشه شبکه در آن بازه زمانی و مقادیر پارامتر مورد نظر را به تفکیک رنگ نشان می دهد. نحوه انتخاب رنگ بدین صورت است که برای هر محدوده خاص یک رنگ اختصاص می یابد. همچنین امکان انیمیشن شبکه را در بازه زمانی مورد نظر به کاربر می دهد.



کار با اجزاء (Objects)

اجزای مختلف یک شبکه که در نرم افزار EPANET قابل تعریف هستند، عبارتند از:

(1) گره ها (Nodes)

(a) اتصالات (Junctions)

(b) منبع (Reservoirs)

(c) مخزن هوایی (Tanks)

(2) Links

(a) لوله ها (Pipes)

(b) پمپ ها (Pumps)

(c) شیرها (Valves)

(3) بر چسبهای نقشه (Map Labels)

(4) الگوهای مصرف بر حسب زمان (Time Pattern)

(5) منحنی ها (Curves)

(6) کنترلها (Controls)

۱-۵- انتخاب اجزاء

به منظور انتخاب یک شی از شبکه می توان روی شیء مورد نظر کلیک کرد و یا با انتخاب منوی `Select Object >> Edit`، شیء مورد نظر را انتخاب کرد.

۲-۵- ورود اطلاعات اجزاء ظاهری شبکه

پس از تهیه نقشه شبکه نوبت به ورود اطلاعات اجزا شبکه می رسد. برای ورود اطلاعات با انتخاب شیء مورد نظر (اتصال، مخزن، لوله، پمپ، شیر یا برچسب) و فشار دادن کلید سمت

راست ماوس، پنجره ای که در آن می توان اطلاعات مربوطه را وارد کرد، باز می شود. در ادامه به معرفی اطلاعات موجود در هر پنجره می پردازیم.

۵-۲-۱- اطلاعات اتصالات (گره ها)

این اطلاعات شامل موارد زیر می باشد:

شماره اتصال	Junction ID
مختصات افقی	X-Coordinate
مختصات عمودی	Y-Coordinate
توضیحات	Description
توضیحات خاص	Tag
ارتفاع	Elevation
مصرف پایه	Base Demant
شماره الگوی مصرف	Dement Pattern
تعداد گروه های استفاده کننده از این نقطه	Demand Categories
ضریب افت سوراخ موجود در اتصال	Emitter Coefficient
کیفیت اولیه آب در زمان شروع شبیه سازی در نقطه مورد نظر	Initial Quality
کیفیت آب ورودی به سیستم در این نقطه	Source Quality

۵-۲-۲- مشخصات مخزن ها

شماره (برچسب) مخزن	Reservoir ID
مختصات افقی (x) محل مخزن	X-Coordinate
مختصات عمودی (y) محل مخزن	Y-Coordinate
توضیحات	Description
توضیحات خاص (بمنظور اختصاص مخزن به یک مجموعه خاص مثل یک محدوده فشار (Pressure Zone))	Tag
هد هیدرولیکی آب	Total head
شماره الگو برای هد آب مخزن	Head Pattern
کیفیت آب در مخزن در زمان شروع شبیه سازی	Initial Quality
کیفیت آب ورودی به مخزن	Source Quality

۳-۲-۵- مشخصات تانک‌ها

شماره (برچسب) تانک	Tank ID
مختصات افقی (x) محل تانک	X-Coordinate
مختصات عمودی (y) محل تانک	Y-Coordinate
توضیحات	Description
توضیحات خاص	Tag
ارتفاع کف تانک	Elevation
ارتفاع آب تانک در زمان شروع شبیه سازی	Initial level
حداقل ارتفاع آب تانک	Minimum level
حداکثر ارتفاع آب تانک	Maximum level
قطر تانک	Diameter
حداقل حجم آب مخزن (حجم آب مخزن در زمانی که سطح آب حداقل است)	Minimum Volume
شماره منحنی که رابطه بین سطح آب و حجم مخزن را معرفی می‌کند (برای مخازن با سطح مقطع متغیر)	Volume Curve
نحوه ترکیب آب با مواد تصفیه کننده (بمنظور کنترل کیفیت آب)	Mixing Model
ضریب واکنش بدنه لوله	Reaction Coefficient
کیفیت اولیه آب (در زمان شروع شبیه سازی)	Initial Quality
کیفیت آب ورودی به تانک	Source Quality

۴-۲-۵- مشخصات پمپ

شماره (برچسب) پمپ	Pump ID
گره ابتدای پمپ (واقع در پشت پمپ)	Start Node
گره انتهای پمپ (واقع در جلوی پمپ)	End Node
توضیحات	Description
توضیحات خاص	Tag
شماره منحنی پمپ	Pump Curve
توان پمپ	Power
دور موتور نسبی (نسبت به حالت نرمال پمپ)	Speed

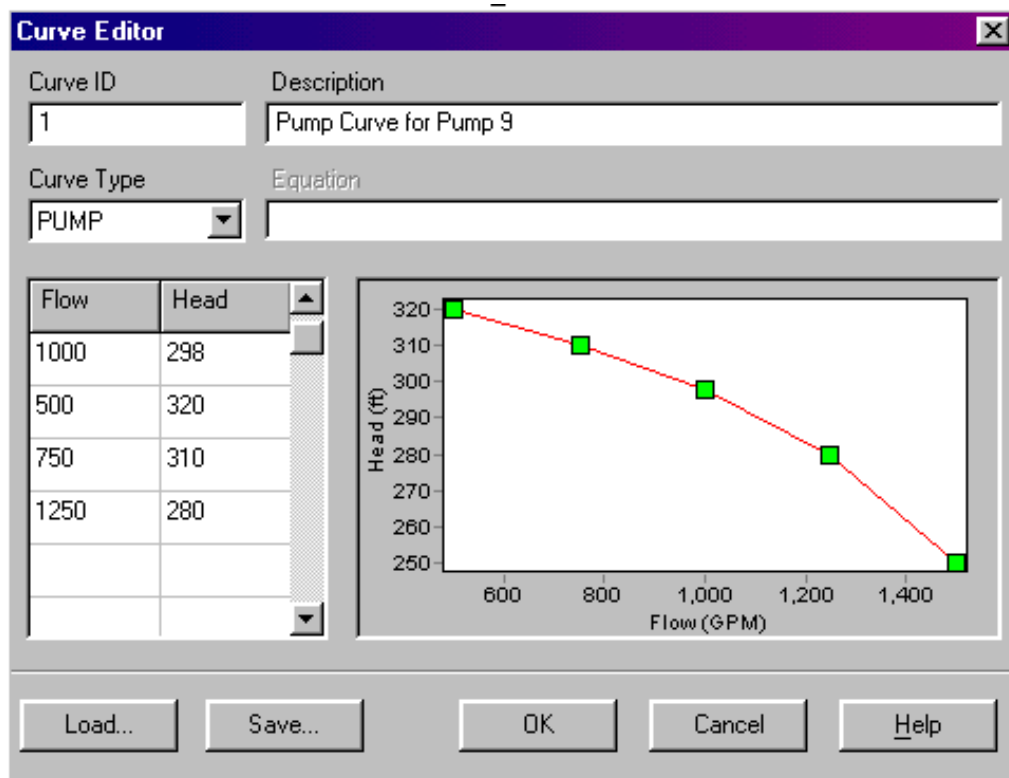
شماره الگو به منظور کنترل عملکرد پمپ	Pattern
حالت اولیه پمپ (باز و بسته بودن)	Initial Status
منحنی بازده پمپ (به منظور محاسبه هزینه کارکرد پمپ)	Efficiency Curve
متوسط قیمت انرژی برحسب کیلووات - ساعت	Energy Price
شماره الگوی هزینه انرژی برحسب ساعتهای مختلف شبانه روز	Price Pattern
۵-۲-۵- ویژگیهای شیر	
برچسب شیر	ID lable
گره ابتدای شیر	Start Node
گره انتهای شیر	End Node
توضیحات	Description
توضیحات خاص	Tag
قطر شیر	Diameter
نوع شیر	Setting
ضریب افت برای حالتی که شیر کاملاً باز است	Loss Coefficient
حالت شیر در ابتدای شبیه سازی (Open/Close)	Fixed Status
۵-۲-۶- ویژگیهای برچسب نقشه	
متن برچسب	Text
مختصات افقی لبه سمت راست بالای متن	X-Coordinate
مختصات عمودی لبه سمت راست بالای متن	Y-Coordinate
شماره گرهی که برچسب به آن گره مربوط می شود	Anchor Node
اجزای شبکه که برچسب به آن اشاره می کند (Meter ID)	Meter Type
فونت متن	Font

۵-۵- ورود اطلاعات دیگر شبکه

ورود اطلاعات منحنی ها، الگوهای زمانی و کنترل ها به کمک امکانات مخصوص به خود انجام می شود که در ادامه به آنها می پردازیم.

الف- ورود اطلاعات مربوط به منحنی پمپ

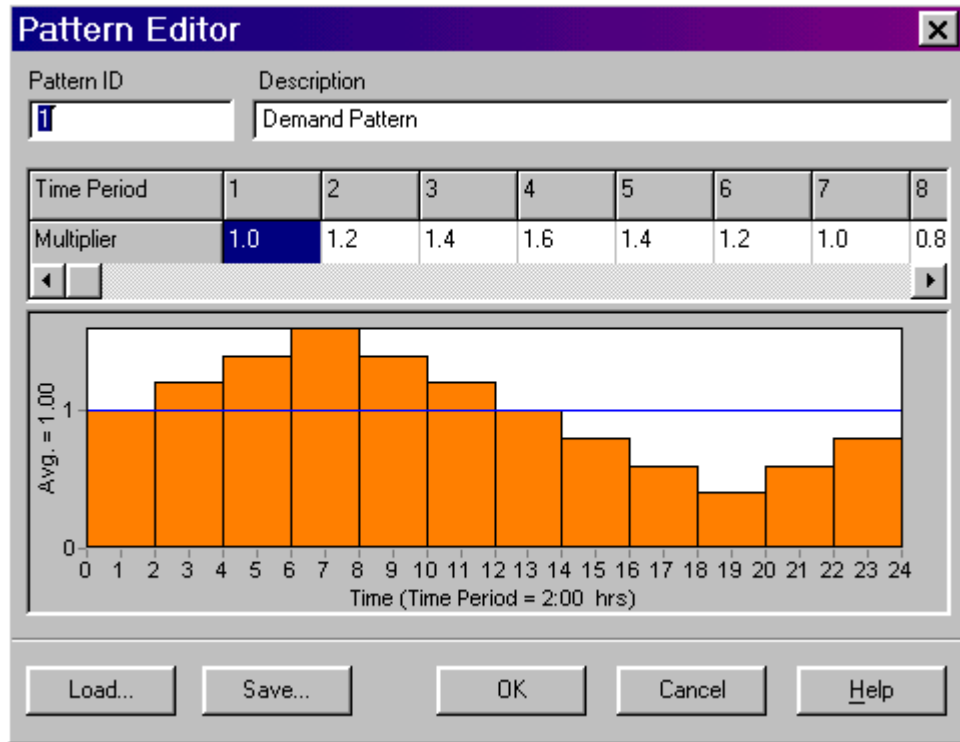
همانطور که در شکل ۵-۱ مشاهده می شود برای هر پمپ یک منحنی H-Q می توان تعریف کرد. برای این کار مختصات یک یا چند نقطه منحنی H-Q در جدول داده می شود و منحنی پمپ براساس نقاط داده شده، برازش داده می شود.



شکل ۵-۱- پنجره نمایش گر مشخصات پمپ

ب- ورود اطلاعات مربوط به الگوی مصرف

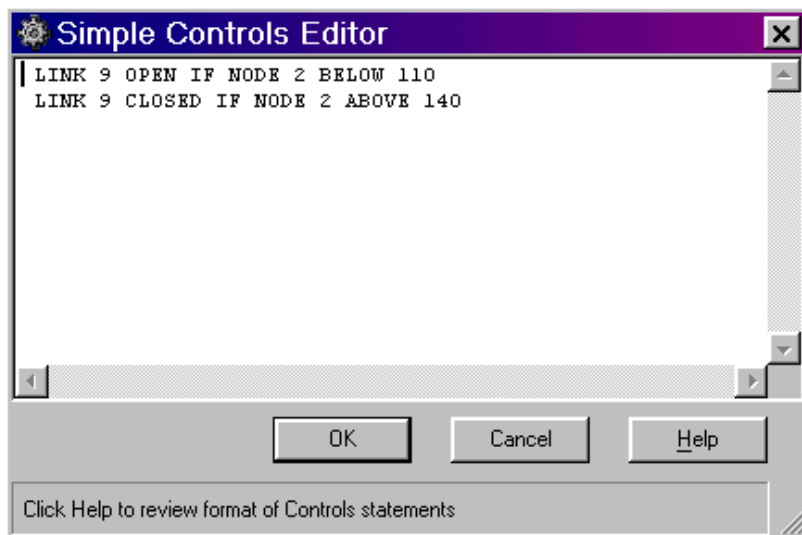
باتوجه به شکل ۵-۲ مشاهده می شود که الگوی زمانی مصرف برای مصرف کننده های مختلف، قابل معرفی است. مصرف یک گره در هر بازه زمانی، ضریبی از مصرف پایه تعریف شده برای گره مربوطه است.



شکل ۲-۵- پنجره نمایشگر الگوی مصرف

پ- ورود اطلاعات کنترل شبکه

کنترل باز و بسته بودن شیرها، پمپها با توجه به شرایط تعریف شده، به کمک پنجره Control Editor (شکل ۳-۵) انجام می شود.



شکل ۳-۵ پنجره ویراستار کنترلها

ت- ورود اطلاعات مصرف

در صورتی انشعاب چند مصرف کننده با الگوهای مصارف متفاوت از یک گره گرفته شود، می توان به کمک پنجره Demand Editor این شرایط را مشخص کرد (شکل ۴-۵).

شکل ۴-۵- پنجره نمایشگر مصرف هر گره

فصل ششم

کار با نقشه

EPANET امکان نمایش اجزای مختلف نقشه شبکه را به کاربر می‌دهد. در این فصل، نحوه استفاده از قابلیت‌های نقشه این نرم افزار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

انتخاب نقشه مورد نظر

پارامترهای مختلف مربوط به گره‌ها یا لوله‌های شبکه را می‌توان با انتخاب کردن آن پارامتر، مشاهده نمود. نمایش این پارامترها به صورت خطوط هم‌تراز و با استفاده از طیف‌های رنگی، قابل نمایش است. بر این اساس، پارامترهای قابل نمایش گره‌های شبکه عبارتند از:

- ارتفاع
- مصرف پایه
- کیفیت اولیه
- مصرف واقعی
- هد هیدرولیکی
- فشار هیدرولیکی
- کیفیت آب

و پارامترهای قابل نمایش لوله‌های یک شبکه عبارتند از:

- طول
- قطر
- ضریب زبری
- دبی
- سرعت
- افت فشار
- ضریب اصطکاک

- ضریب واکنش

- کیفیت آب

همچنین EPANET امکانات دیگری در اختیار کاربر می گذارد که عبارتند از:

- تعیین مختصات و واحد نقشه
View >> Dimensions
- استفاده از نقشه منطقه به عنوان زمینه شبکه
View >> backdrop
- امکان بزرگ و کوچک کردن نقشه (Zoom)
View >> Zoom In(or Zoom Out)
- امکان جابجایی نقشه (Pan)
View >> Pan
- پیدا کردن یک جزء شبکه
View >> find

آنالیز شبکه

بعد از تعریف کامل اجزاء شبکه نوبت به آنالیز هیدرولیکی و کیفی شبکه می‌رسد. در این فصل نحوه آنالیز هیدرولیکی شبکه را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱-۷- تعریف ویژگیهای تحلیل

پنج سری از ویژگیهای شبکه که نحوه تحلیل آن را مشخص می‌کنند عبارتند از ویژگیهای هیدرولیکی، ویژگیهای کیفی، ویژگیهای واکنشی، ویژگیهای زمانی و انرژی. به منظور تعیین این ویژگیها باید منوی **Project >> Analysis Options** را انتخاب کرد. سپس با انتخاب هر کدام از موارد زیر مشخصات تحلیل شبکه را مشخص نمود.

۱-۷-۱- ویژگیهای هیدرولیکی (Hydraulic Options)

ویژگیهای هیدرولیکی شبکه شامل واحد جریان، رابطه افت، شتاب ثقل، لزجت نسبی، حداکثر تعداد سعی‌ها، دقت آنالیز الگوی پیش فرض، ضریب مصرف و ... می‌باشد که مشخص می‌کنند برنامه، چگونه شبکه را تحلیل کند. شکل زیر نمای این پنجره را نشان می‌دهد.

۱-۷-۲- ویژگیهای کیفی شبکه (Water Quality Options)

ویژگیها و واحدهای مربوط به محاسبات کیفی شبکه در این بخش تنظیم می‌گردد. نمای کلی این پنجره را در شکل ۱-۷ می‌توان مشاهده نمود.

۱-۷-۳- ویژگیهای واکنشی (Reaction Option)

در این بخش، ویژگیهای واکنشی مدل تعیین می‌شود. شکل ۱-۷-۲ نمای این پنجره را نشان می‌دهد.

Quality Options	
Property	Value
Parameter	None
Mass Units	mg/L
Relative Diffusivity	1
Trace Node	
Quality Tolerance	0.01

شکل ۱-۷ پنجره نمایشگر ویژگیهای واکنشی مدل

Reactions Options	
Property	Value
Bulk Reaction Order	1
Wall Reaction Order	First
Global Bulk Coeff.	0
Global Wall Coeff.	0
Limiting Concentration	0
Wall Coeff. Correlation	0

شکل ۲-۷ پنجره نمایشگر ویژگیهای واکنشی مدل

۷-۱-۴- ویژگیهای زمانی (Time Option)

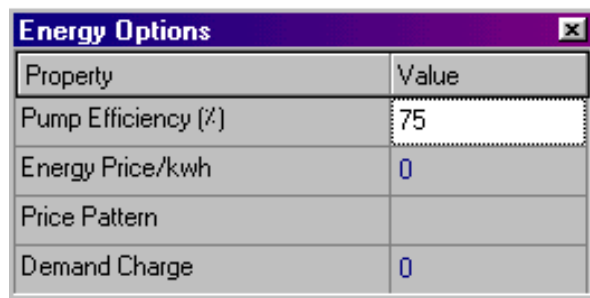
در این قسمت ویژگیهای زمانی یک تحلیل غیرپایدار (Unsteady) شامل بازههای زمانی برای تحلیل هیدرولیکی و تحلیل کیفی، زمان شروع و پایان شبیهسازی و ... تعیین می شود. شکل ۳-۷ نمای این پنجره را نمایش می دهد.

Times Options	
Property	Hrs:Min
Total Duration	0
Hydraulic Time Step	1:00
Quality Time Step	0:05
Pattern Time Step	1:00
Pattern Start Time	0:00
Reporting Time Step	1:00
Report Start Time	0:00
Clock Start Time	12 am
Statistic	None

شکل ۳-۷ پنجره نمایشگر ویژگیهای زمانی

۷-۱-۵-ویژگی های انرژی (Energy Option)

در این قسمت، ویژگی های مربوط به بازده پمپ، قیمت برق و ... تعیین می شود. نمای کلی این پنجره در شکل ۷-۴ مشاهده می شود.



Property	Value
Pump Efficiency (%)	75
Energy Price/kwh	0
Price Pattern	
Demand Charge	0

شکل ۷-۴ پنجره نمایشگر ویژگی های انرژی

۷-۲- اجرای مدل با انتخاب منوی

Run Analysis >> Project می توان مدل را اجرا کرد. در صورت اجرای ناموفق، یک پنجره باز می شود و در آن دلایل عدم موفقیت و شماره خطای مربوطه نوشته می شود. با مراجعه به Help نرم افزار، می توان از دلایل ایجاد خطا آگاهی حاصل کرد.

مشاهده نتایج

در این فصل نحوه استفاده از نتایج آنالیز شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرد و نقشه‌ها، نمودارها، جداول و گزارش‌های متنوع تولید شده توسط نرم‌افزار شرح داده می‌شود.

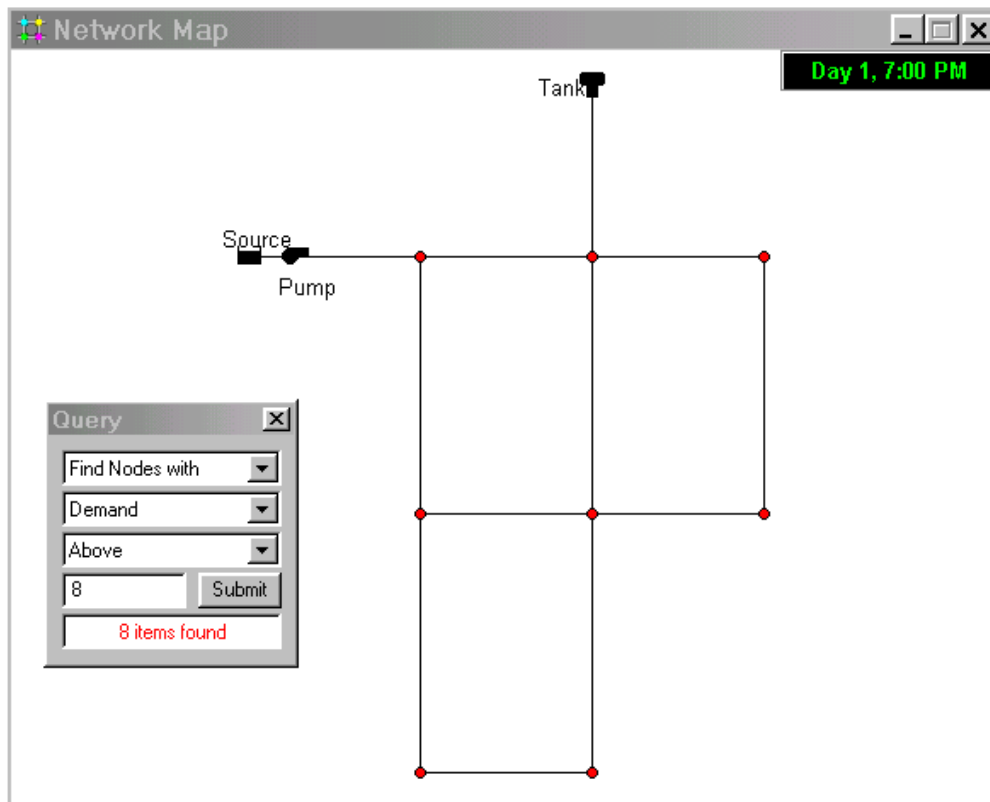
۸-۱- مشاهده نتایج روی نقشه:

راه‌های مختلفی برای مشاهده نتایج شبیه‌سازی روی نقشه شبکه وجود دارد.

- مشخصات گره‌ها و لوله‌های نقشه، در هر محدوده را می‌توان به صورت رنگ‌های مختلف کدبندی کرد و سپس نتایج را به صورت رنگی مشاهده کرد. نحوه اختصاص رنگ به هر محدوده، هم به صورت خودکار و هم توسط کاربر قابل تعریف است.
- با جابجایی کرسر ماوس روی گره‌ها و لوله‌های مختلف، شماره ردیف جزء مورد نظر به همراه مقدار متغیر انتخاب شده برای جزء مذکور قابل مشاهده است.
- شماره ردیف تمام گره‌ها و لوله‌ها به همراه مقدار متغیر مشخص شده را می‌توان به طور همزمان روی نقشه شبکه دید.
- می‌توان برای هر متغیر اجزاء شبکه، محدوده‌های مجاز تعریف کرد و اجزایی که مقدار این متغیر در آنها از حد مجاز تعیین شده تخطی کند را مشخص نمود.
- می‌توان تغییرات برخی متغیرها را در محدوده زمانی خاصی و برای بازه‌های زمانی خاص به صورت انیمیشن مشاهده نمود.
- نقشه شبکه قابلیت چاپ، تبدیل به فایل DXF و کپی شدن در یک محیط گرافیکی دیگر را دارد.

۲-۸- نمایش متغیرهایی که از حد مجاز خود عبور کرده‌اند (Map Query):

برای این کار با انتخاب منوی View>> Query می‌توان گره‌های لوله‌هایی که مقادیر یک متغیر انتخاب شده آنها، بزرگتر، کوچکتر یا مساوی حد تعیین شده است مشاهده کرد (شکل ۸-۱).



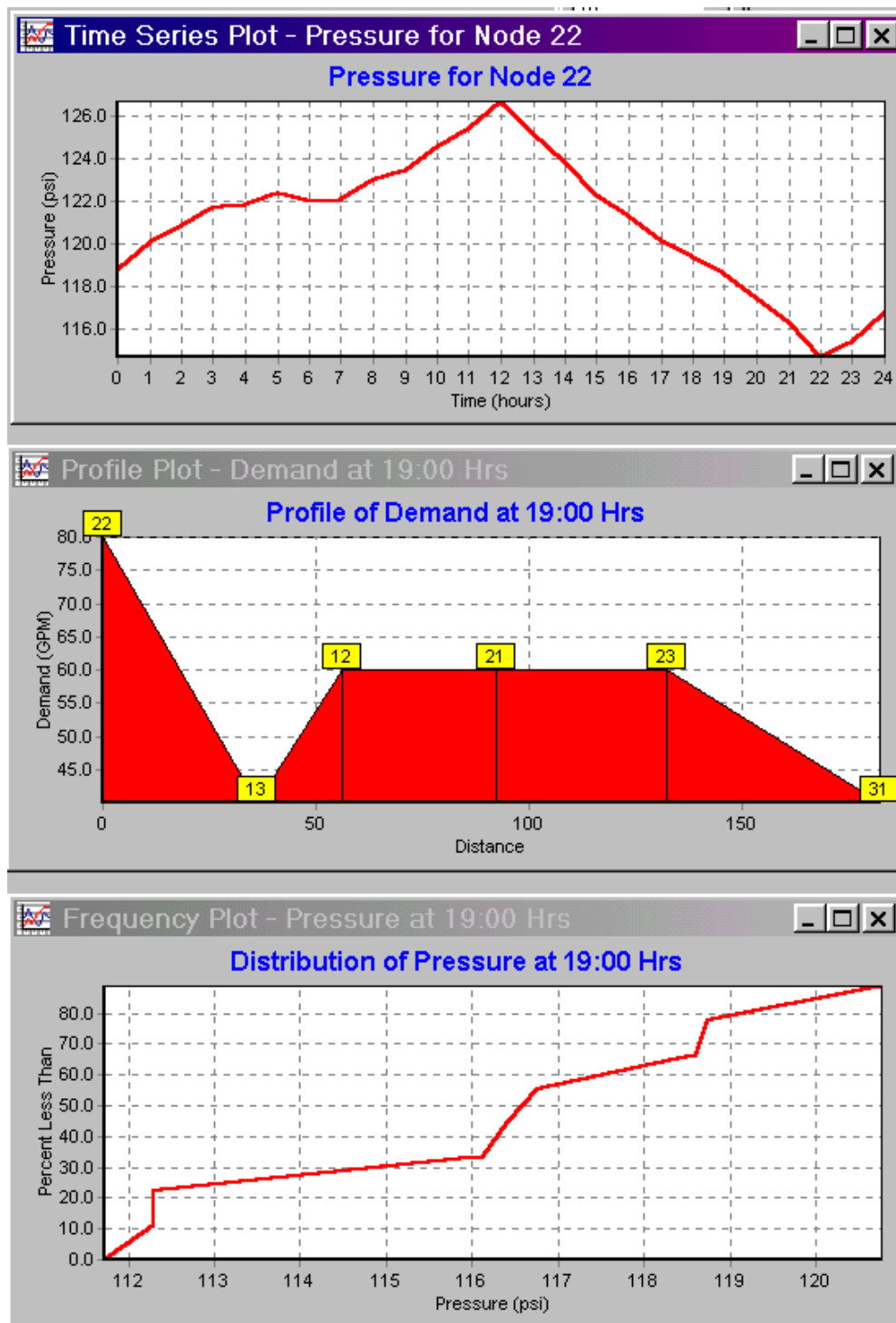
شکل ۸-۱ پنجره نمایشگر تحلیل و بررسی نتایج

۳-۸- مشاهده نتایج به صورت گراف:

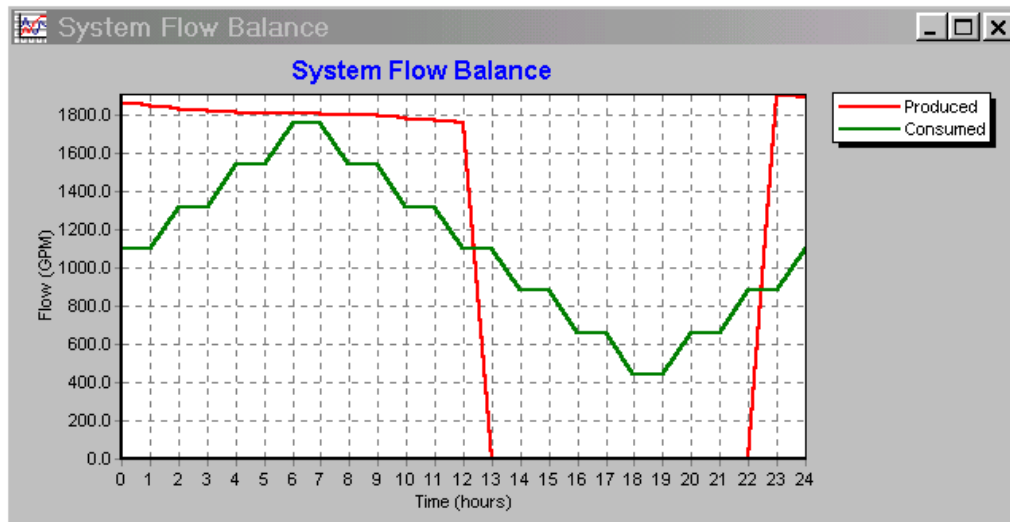
با انتخاب منوی Report>> Graph می‌توان به امکانات زیر دسترسی پیدا کرد:
Time Series Plot: نمودار تغییرات یک متغیر برای یک جزء شبکه در بازه زمانی مشخص.

Profile Plot: نمودار تغییرات یک متغیر برای تمام اجزای شبکه در یک زمان خاص.
مثال: نمودار تغییرات فشار در نقاط مختلف شبکه در محدوده زمان اجرای برنامه.
Contour Plot: تهیه نقشه خطوط هم‌تراز برای یک متغیر خاص، مثلاً نمودار خطوط هم‌فشار.

Frequency Plot: نمودار درصد تجمعی یک متغیر برای تمام لوله‌ها و نقطه‌ها
 System flow: نمودار کل جریان ورودی و خروجی سیستم در بازه زمانی مشخص.
 شکل ۲-۸ نمونه‌هایی از انواع گراف‌های تولید شده توسط نرم‌افزار را نمایش می‌دهد.



شکل ۲-۸ پنجره‌های نمایشگر نمودارهای تولید شده توسط نرم افزار



شکل ۳-۸ نمودار کل جریان ورودی و خروجی سیستم نرم افزار

۸-۴- مشاهده نتایج به صورت جدول:

می توان با انتخاب منوی `View>> Table` اطلاعات تمام متغیر های مربوط به گره ها یا لوله ها را به صورت جدول مشاهده کرد. همچنین می توان یک یا چند متغیر دلخواه را برای گره ها یا لوله های مشخصی انتخاب و به صورت جدول مشاهده نمود.

فرمت داده های ورودی

۹-۱- آماده سازی داده ها

قبل از اجرای EPANET، قدم های اولیه زیر برای شبکه تحت مطالعه بایستی برداشته شود:

۱- تمام اعضای شبکه و اتصالاتشان را مشخص کنید. اعضای شبکه شامل لوله ها، پمپ ها، شیرها، تانک های ذخیره و مخازن می باشند. یک «گره»^{۴۹} عبارتست از اتصالی که اعضای شبکه را به همدیگر وصل می کند. تانک ها و مخازن اغلب به عنوان گره در نظر گرفته می شوند. اعضاء (لوله، پمپ یا شیر) که دو گره را به هم وصل می کنند، یک «قطعه»^{۵۰} نامیده می شوند.

۲- اعداد منحصر به فرد ID برای تمام گره ها تعیین کنید. اعداد ID می توانند بین 1 و 2147483647 باشند، اما نیازی نیست در یک نظم خاص باشند یا بطور متوالی باشند.

۳- یک عدد ID برای هر قطعه (لوله، پمپ یا شیر) تعیین کنید. یک عدد ID را مجاز هستیم هم برای یک گره استفاده کنیم و هم برای یک قطعه.

۴- اطلاعات زیر را برای پارامترهای سیستم جمع آوری کنید:

a. قطر، طول، ضریب افت موضعی و زبری برای هر لوله،

b. منحنی مشخصه هر پمپ^{۵۱}،

c. قطر، ضریب افت موضعی و وضعیت فشار یا جریان برای شیرهای کنترل^{۵۲}،

d. قطر و ترازهای حداقل و حداکثر آب برای هر تانک،

49. node

50. link

51. characteristic operating curve

52. control valve

e. قوانین کنترل که تعیین می‌کنند چگونه وضعیت پمپ، شیر و لوله در طی زمان تغییر می‌کند، یا چگونه ترازهای آب در تانک تغییر می‌کند یا فشار در گره‌ها چگونه تغییر می‌کند،

f. تغییرات مصرف آب برای هر گره در طول پریود زمانی که شبیه‌سازی انجام می‌شود،

g. کیفیت اولیه آب در تمام گره‌ها و تغییرات کیفی آب در گره‌های منبع در طول زمان.

با در دسترس داشتن این اطلاعات، شما آماده‌اید که یک فایل ورودی برای استفاده از EPANET بسازید.

EPANET داده‌های ورودی را از یک فایل دریافت می‌کند که در آن فایل محتویات به چندین بخش مختلف تقسیم می‌شود. هر بخش با یک کلمه کلیدی خاص که داخل دوبراکت^۳ است شروع می‌شود. شکل ۹-۱ یک مثال از فایل EPANET ارائه می‌نماید. (هر متنی که پس از علامت (!) ظاهر می‌شود، یک توضیح اضافه، برای واضح‌تر بودن فایل است) کلمات کلیدی و طبقه‌بندی‌هایی که برای نمایش داده‌های ورودی بکار می‌روند، عبارتند از:

عنوان	عنوان	تنها بخش‌های [Junctions] و [Tanks] و [Pipes]
[Junctions]	اطلاعات گره اتصال	ضروری هستند. نظم بخش‌ها مهم نیست، بجز زمانی که داده‌ها در یک بخش به یک گره اشاره کند، در آن صورت آن گره بایستی قبلاً در بخش [Junctions] و [Tanks] معرفی شده باشد. این مطلب برای هر رجوعی که به یک قطعه (لوله، پمپ یا شیر) داده می‌شود، نیز صادق است. برای اینکه از این نظر مطمئن باشید، می‌توانید بخش‌های مختلف را قرار دهید: [title]، [Junction]، [tanks]، [Pipes]، [valves]، [pumps] هر بخش می‌تواند شامل یک یا چند خط داده (data) شود. خط‌های خالی ممکن است در هر جای فایل ظاهر شوند و علامت (!) برای نمایش اینکه، آنچه
[Tanks]	اطلاعات مخزن / اطلاعات تانک	
[Pipes]	اطلاعات لوله‌ها	
[Pumps]	اطلاعات پمپ‌ها	
[Valves]	اطلاعات شیرها	
[Report]	فرمت گزارش خروجی	
[Status]	وضعیت اولیه قطعات انتخاب شده	
[Controls]	قوانین کنترل قطعات	
[Patterns]	الگوهای زمانی دوام منبع و مصرف آب	
[Time]	پارامترهای گام زمانی شبیه‌سازی	

[Quality]	کیفیت اولیه آب در شبکه	در یک خط می‌آید، یک توضیح است، استفاده می‌شود. انواع داده‌ها می‌توانند در هر ستون از یک
[source]	دوام منبع آلودگی در یک مقدار مبنا (پایه)	خط، ظاهر شوند، یک خط می‌تواند بیشتر از ۸۰
[Reactions]	ضرایب نرخ واکنش	کاراکتر را شامل شود. در شکل ۹-۱ مشاهده
[Options]	راه‌های مختلف آنالیز	می‌کنید چطور این ویژگی‌ها برای خلق یک نمایش
[Demands]	تغییرات در مصرف آب پایه	جدولی از داده‌هایی که با عنوان ستون‌ها کامل می‌شوند، به کار رفته‌اند.
[Roughness]	تغییرات در ضرایب زبری لوله	
[End]	علامت نشان‌دهنده پایان فایل ورودی	

کلمات کلیدی می‌توانند در بالا و پایین هر قسمت ظاهر شوند. واحدهای پیش فرض برای تمام داده‌ها به صورت زیر می‌باشند، مگر اینکه به طور خاص ذکر شده باشند.

طول	فوت (ft)
فشار	پوند بر اینچ مربع (psi)
جریان	گالن در دقیقه (gpm)
غلظت	میلی گرم در لیتر (mg/l)

یک راه برای تغییر واحدهای جریان به فوت مکعب در ثانیه (cfs)، یا میلیون گالن در روز (mgd)، یا لیتر در ثانیه (l/s) در بخش [options] وجود دارد. در حالت آخر، برای تمام کمیت‌ها، واحدهای SI (متریک) به کار می‌رود، بنابراین طول‌ها و فشارها برحسب متر بیان می‌شوند. واحدهای غلظت می‌توانند در بخش [options] به هر اندازه دلخواه دیگری تغییر پیدا کنند.

شبه‌سازی رفتار کیفی در حالت پرید	شبه‌سازی رفتار هیدرولیکی در حالت پرید تمدید شده	شبه‌سازی رفتار هیدرولیکی در حالت جریان دائمی
[Quality] [Sources] [Reactions] [Options]	[Status] [Controls] [Patterns] [Times]	[Title] [Junctions] [Tanks] [Pipes] [Pumps] [Valves] [Report]

۲-۹ - فرمت فایل ورودی

اکنون یک توصیف کامل از داده‌های هر بخش فایل ورودی بر حسب حروف الفبا ارائه می‌شود. هر بخش با یک صفحه جدید شروع می‌شود. کلمات کلیدی^۴ به صورت پررنگ نشان داده شده و اقلامی^۵ که می‌توانند بصورت اختیاری استفاده شوند در پرانتز قرار داده شده‌اند.

بخش [CONTROLS]:

هدف: اجازه می‌دهد وضعیت‌های شیرها، پمپ‌ها و لوله‌ها در شبکه در زمان‌های بخصوص یا مواقعی که تراز آب در تانک یا فشارها به مقادیر بخصوص می‌رسند، تغییر نمایند.

فرمت‌ها:

Link	Link ID	Setting	AT	Time	Tvalue(UNITS)	
Link	Link ID	Setting	IF	NODE	Node ID	BELOW Level
Link	Link ID	Setting	IF	NODE	Node ID	ABOVE Level

پارامترها:

Link ID = عدد معرف ID یک پمپ، شیر یا لوله

Setting = وضعیت قطعه که می‌تواند به صورت‌های زیر باشد:

- وضعیت یک پمپ (باز Open یا بسته Closed)
 - سرعت یک پمپ (بستگی به سرعتی دارد که برای تعریف منحنی مشخصه پمپ در بخش پمپ‌ها [Pumps] استفاده می‌شود.
 - وضعیت یک شیر(فشار، جریان یا ضریب افت) یا حالت آن (باز یا سیستم Open یا Closed)
 - وضعیت یک لوله (باز Open یا سیستم Closed)
- tvalue = زمانی که وضعیت قطعه تغییر می‌کند

شکل ۹-۱ نمایشگر یک مثال از فایل EPANET

ادامه شکل ۹-۱ نمایشگر یک مثال از فایل EPANET

units = واحدهای دلخواه زمان کنترل کننده که می تواند بصورت های زیر باشد:

ثانیه (sec)

دقیقه (min)

ساعت (پیش فرض)

روزها (یا روز)

node ID = عدد معرف گره کنترل کننده

Level = تراز کنترل کننده (اگر گره کنترل کننده یک تانک است، مساوی است با تراز آب

بالای کف تانک (m) ft) و اگر گره کنترل کننده یک گره اتصال است، مساوی است با تراز

فشار آن گره (m) Psi

تفسیر^{۵۶}:

برای هر قانون کنترل از یک خط استفاده کنید. یک قطعه می تواند تحت تأثیر بیشتر از یک قانون کنترل باشد. کنترل می تواند بر اساس زمان، یا ترازهای آب^{۵۷} در تانک ها (نه ارتفاع^{۵۸} آنها)، یا فشار در گره های اتصال باشد. اولین فرمت، کنترل را در زمان های طراحی شده، انجام می دهد. زمان ها می توانند بر حسب دقیقه: ساعت (ساعت و دقیقه) یا به صورت یک عدد اعشاری بیان شود. در حالت اخیر واحد پیش فرض برای زمان، ساعت می باشد.

فرمت دوم کنترل را موقعی انجام می دهد که وضعیت یک گره خاص به زیر تراز کارکردش سقوط می کند در حالی که فرمت سوم کنترل را موقعی انجام می دهد که وضعیت یک گره خاص به بالای تراز کارکردش صعود می کند.

وضعیت پمپ های با سرعت ثابت^{۵۹}، یا باز (پمپ روشن) است یا بسته (پمپ خاموش). شما می توانید یک پمپ با سرعت متغیر را با مشخص کردن یک فاکتور سرعت برای وضعیت اش، شبیه سازی کنید. بدین ترتیب که، وقتی فاکتور مساوی صفر است، پمپ در وضعیت خاموش است. موقعی که فاکتور مساوی یک است، پمپ روی منحنی مشخصه اصلی اش کار می کند. مقادیر دیگر برای فاکتور سرعت، وضعیت منحنی مشخصه را همانطور که در فصل ۲ توضیح داده شده، تغییر می دهد.

وضعیت شیر کنترل می تواند یا مقادیر عددی باشد، یا باز و بسته بودن.

56. Remark

57. Level

58. Elevation

59. Constant Speed Pumps

در حالی که وضعیت مجاز برای لوله‌ها باز یا بسته بودن است، اگر یک لوله بسته باشد، EPANET وجود یک شیر را روی خط لوله فرض می‌کند. به یاد داشته باشید برای رسیدن به این مقصود، بایستی در بخش [valves] یک شیر مشخص نمایید.

مثالها:

پمپ 23 باز شود موقعی که تراز آب در تانک در گره 45 زیر 23ft می‌افتد و بسته شود موقعی که تراز آب به بالای 36ft می‌رسد.

LINK	23	Open	IF	NODE	45	BELOW 23
LINK	23	Closed	IF	NODE	45	ABOVE 36

لوله 245 در ساعت 3 شبیه سازی بسته می‌شود.

LINK	245	CLOSED	AT	3	TIME
------	-----	--------	----	---	------

موقعی که فشار در گره 10 بالای 75Psi می‌رود، سرعت پمپ 1، به نصف سرعت فعلیش سقوط می‌کند.

LINK	1	0.5	IF	NODE	10	ABOVE 75
------	---	-----	----	------	----	----------

بخش [Demands]:

هدف: یک راه حل دیگر برای بخش [Junctions] برای ورود جریان‌های مورد نیاز پایه در گروه‌های (مصرف پایه گره‌ها)، ارائه می‌نماید.

فرمت:

node ID	demand	pattern	value
---------	--------	---------	-------

پارامترها:

value = عدد ضرب شونده

node ID = عدد معرف گره (شماره گره ID)

demand = جریان مورد نیاز پایه گره (اگر جریان خارجی به طرف گره وجود دارد مقدارش

را در منحنی قرار می‌دهیم) - (مصرف پایه گره)

pattern = شماره الگوی مصرف گره دلخواه^{۶۰} برای الگوی زمانی که در بخش [pattern]

تعریف شده است.

تفسیر^{۶۱}: فرمت اول هر مصرف پایه را که قبلاً در بخش [Junctions] مشخص شده، در یک مقدار داده شده ضرب می‌کند. فرمت دوم برای گره‌های خارجی که در اینجا مصارفشان مشخص می‌شود، بکار می‌روند.

این بخش اختیاری می‌تواند بجای دو پارامتر ارتفاع^{۶۲} و مصرف در بخش [Junctions]، برای مشخص کردن نیاز گره‌ها و الگوهای زمانی استفاده شود. هر گرهی که در این بخش به آن اشاره می‌شود، بایستی قبلاً در بخش [Junctions] معرفی شده باشد.

اگر در این بخش یا در بخش [Junctions] مشخصات یک گره صریحاً بیان نشود، بطور پیش فرض مصرف آن صفر در نظر گرفته می‌شود و الگوی زمانی 1 به آن نسبت داده می‌شود. گره‌های ذخیره (شامل تانک‌ها و مخازن)، مصرف و جریان وارد شونده از خارج ندارند.
مثال:

3	245	12	گره 12 یک مصرف پایه بمیزان 245 گالن در دقیقه دارد که طبق الگوی زمانی 3 در طول زمان تغییر می‌کند.
-450	34	34	گره 34 یک جریان ورودی پایه از طرف خارج به میزان 450 گالن در دقیقه دارد.

بخش [Junctions]:

هدف: تعیین ارتفاع‌ها و به طور دلخواه مصارف پایه (نیازهای پایه) و الگوهای زمانی برای تمام گره‌های اتصالی در سیستم.

فرمت: elev (demand) id
(pattern)
پارامترها:

id = شماره گره = شماره معرف گره ID

elev = ارتفاع گره ft, (m)

demand = مصرف پایه (برای جریانهای خارجی که بطرف گره می‌آیند، این گره مانند

منبع^{۶۳} عمل می‌کند و مقدار ورودی علامت منفی دارد)

pattern = شماره دلخواه ID برای الگوی زمانی که در بخش [pattern] معین شده است.

تفسیر:

- بجز تانکها و مخازن، یک خط برای هر گره اتصالی بایستی نوشته شود.

61. Remarks

62. Elevation

63. source

- اگر شما می خواهید یک الگوی زمانی ID برای یک گره مشخص کنید، قبلاً بایستی یک نیاز پایه (مصرف پایه) برای آن مشخص کرده باشید.
- اگر یک گره به هر دلیلی مشخص نشده باشد، به طور پیش فرض نیاز آن گره صفر و الگوی زمانی آن 1 در نظر گرفته می شود.
- بخش [Junctions] ضروری می باشد.

مثالها:

124	101	گره 101 در ارتفاع 124 ft قرار دارد.	
56	123	245	گره 123 در ارتفاع 245 ft قرار دارد و مصرف پایه اش 56 گالن در دقیقه می باشد.
2	102	34	گره 34 در ارتفاع 102 ft قرار دارد و یک جریان ورودی پایه به میزان 245 گالن در دقیقه به طرف سیستم دارد که مطابق با الگوی زمانی شماره 2 در طی زمان تغییر می کند.

بخش [OPTION]:

هدف: متغیرهای مورد نیاز برای خواص مختلف شبکه و روشهای مختلف شبیه سازی را مشخص می کند.

UNITS	option
HEADLOSS	option
HYDRAULICS SAVE	file name
HYDRAULICS SAVE	file name
VERIFY	file name
MAP	file name
QUALITY	option (units)
SPECIFIC GRAVITY	Value
VISCOSITY	Value
DIFFUSIVITY	Value
TRIALS	Value
ACCURACY	Value
SEGMENTS	Value

پارامترها:

option = یک انتخاب از یک مجموعه ثابت از انتخابها

filename = اسم یک فایل

Value = مقدار عددی

تفسیر: شماره تنها به یک مجموعه مقادیر دلخواه، برای اقلامی که مقادیر پیش فرض نشان را می خواهید تغییر دهید، نیاز دارید.

UNITS = واحدهایی را که جریان ها برحسب آنها بیان می شوند، مشخص می کند. این واحدها عبارتند از:

GPM = گالن در دقیقه - (واحد پیش فرض)

CFS = فوت مکعب در ثانیه

MGD = میلیون گالن در روز

SI = لیتر در ثانیه

Headloss فرمول افت ارتفاع لوله را که برای محاسبه هیدرولیک سیستم استفاده می شود،

انتخاب می کند. انتخابهای قابل دسترسی عبارتند از:

H-W (فرمول هیزن - ویلیامز - که بطور پیش فرض در نظر گرفته می شود)

D-W (فرمول داریسی - وایسباخ)

C-M (فرمول شزی - مانینگ)

توجه کنید که هر کدام از این فرمولها یک نوع ضریب زبری متفاوت را بکار می برد.

HYDRAULICS SAVE استفاده می شود نتایج شبیه سازی را در یک فایل ذخیره کند. این حل می تواند در اجراهای بعدی (با استفاده از روشی که در زیر تعریف می شود)، که روی کیفیت آب متمرکز می شود، مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین باعث می شود تا محاسبات سریعتر انجام شود.

HYDRAULICS USE یک فایلی را که قبلاً حل هیدرولیکی اش ذخیره شده، برای محاسبات جدید معرفی می نماید. بنابراین در اجرای جدید، از محاسبه مجدد هیدرولیکی جلوگیری به عمل می آید.

VERIFY اسم یک فایل را معین می کند این فایل پیوستگی شبکه توصیف شده در بخشهای [values], [pumps] و [pipes] را کنترل می کند. بخش ۴-۴ صفحه ۵۴ فرمت این فایل را تشریح می کند.

MAP اسم یک فایل را معین می کند این فایل مختصات و برجسب ها^{۶۴} را ذخیره می نماید که موقع اجرای EPANET تحت Windows در یک نقشه نمایش داده می شود. بخش ۵-۴ صفحه ۵۵ فرمت این فایل را تشریح می کند.

Quality نوع آنالیز کیفی آب را که می خواهیم انجام شود، مشخص می کند. این آنالیز عبارتند از:
None (هیچ نوع آنالیز کیفی آب - پیش فرض)
Chemical (غلظت مواد شیمیایی را محاسبه می کند)
AGE (عمر آب را محاسبه می کند)
Trace node ID (عمر آب را که از یک گره بخصوص سرچشمه می گیرد، محاسبه می کند)

به عنوان یک راه حل برای کلمه کلیدی chemical شما می توانید این نام در تمام صفحات گزارش خروجی ظاهر خواهد شد. اسم واقعی یک ماده شیمیایی را که غلظت آن ردیابی خواهد شد (نظیر کلر) استفاده نمایید. به علاوه شما می توانید اسم واحدهایی را که غلظت براساس آنها محاسبه می شود (مثل mg/l)، در این قسمت ارائه نمایید. (واحدهای پیش فرض mg/l)

بخش [PATTERNS]:

هدف: به منظور نشان دادن تغییرات مصرف آب و یا تغییرات حجم مخزن در طی زمان شبیه سازی استفاده می شود.

فرمت: Pattern mult 1 mult 2 ...

پارامترها:

Pattern: شماره الگوی مصرف

Mult 1

Mult 2

و ... ضریب مصرف در پریودهای زمانی مختلف

تفسیر: همانطور که می دانیم میزان مصرف مشترکهای مختلف در ساعات مختلف شبانه روز تغییر می کند، می توان این تغییرات را ضریبی از یک عدد پایه مصرف که برای هر گره تعریف شده است در نظر گرفت.

بازه های زمانی در بخش [TIME] قابل تغییر هستند، ولی پیش فرض برنامه ۱ ساعت است.

بخش [PIPES]:

هدف: تعیین مشخصات هر لوله در شبکه

فرمت: ID node 1 node 2 length Diam rcoeff (CV)

پارامترها:

ID = شماره لوله

node 1 = شماره نقطه شروع لوله

node 2 = شماره نقطه پایان لوله

length = طول لوله، (m) ft

diam = قطر لوله، (mm) inch

rcoeff = ضریب زبری

CV = در صورتی که شیر یک طرفه روی لوله باشد، به کار می رود.

تفسیر: مشخصات هر لوله در یک خط نوشته می شود. مقدار افت برحسب روابط داریسی - ویسباخ یا هیزن ویلیامز و یا مانینگ مشخص می شود.

بخش [PUMPS]:

هدف: تعریف مشخصات پمپهای شبکه

فرمت:

id	node 1	node 2	hp					
id	node 1	node 2	h1	q 1				
id	node 1	node 2	ho	h1	q1	h2	q2	
id	node 1	node 2	ho	h1	q1	h2	q2	q3

پارامترها:

id = شماره لوله

node 1 = نقطه واقع در مکان مکش پمپ (پشت پمپ)

node 2 = نقطه واقع در مکان خروجی پمپ (جلوی پمپ)

hp = میزان توان پمپ (kw)

h0 = حداکثر هد ممکن (دبی صفر)

h1 , q1 = هد طراحی و جریان طراحی

h2 , q2 = هد و دبی در نقطه انتهایی عملکرد نرمال پمپ

q3 = حداکثر دبی پمپ

تفسیر:

یک خط لوله برای قرار گرفتن پمپ اختصاص می یابد. فرمت اول برای پمپی استفاده می شود که

منحنی مشخصه آن، مشخص نباشد. فرمت دوم برای یک منحنی استاندارد مورد استفاده قرار می

گیرد و معمولاً ho برابر ۱۳۳٪ h1 است.

بخش [REPORT]:

هدف: فرمت فایل خروجی را مشخص می کند.

فرمت:

file name	FILE
lines	PAGESIZE
node 1 (node 2)	NODES
NONE	NODES
Link 1 (link 2)	LINKS
NONE	LINKS
Value	Variable BELOW
Value	Variable ABOVE

پارامترها:

filename: نام فایل خروجی

option: YES ، FULL یا NO

lines: تعداد خطها در هر صفحه

node 1,

node 2: شماره نقطه

link 1,

link 2: شماره لوله

variable: نام متغیرهای خروجی که شامل یکی از موارد زیر است:

DEMAND
PRESSURE
FLOW
ELEVATION
QUALITI
VELOCITY
GRADE
DIAMETER
HEADLOSS

تفسیر:

FILE ، نام یک فایل متنی را نشان می دهد که در آن خروجی های شبیه سازی نوشته می شود.

STATUS ، حالت فایل خروجی را مشخص می کند. اگر گزینه FULL انتخاب شود، اطلاعات

تمام سعی ها در آن نوشته می شود. گزینه YES هم اطلاعات سعی آخر را در فایل خروجی می

نویسد.

PAGESIZE ، تعداد خطهای نوشته شده در یک صفحه از فایل خروجی را نشان می دهد.

NODE و LINK مشخص می کند که اطلاعات مربوط به کدام گره یا لوله باید در فایل خروجی ثبت شود، در حالت پیش فرض اطلاعات تمام لوله ها و گره ها ثبت می گردد.

بخش [ROUGHNESS]:

هدف: مقدار ضریب زبری تمام لوله ها را به میزان دلخواه تغییر می دهد.
فرمت:

ADD	Value
MULTIPLY	Value
PIPE 1 (pipe 2)	rough coeff

پارامترها:

value : مقدار تغییر در ضریب زبری

pipe 1,

pipe 2 : شماره لوله

roughcoeff: ضریب زبری

تفسیر:

فرمت اول یک مقدار ثابت به ضریب زبری تمام لوله ها اضافه می کند.

فرمت دوم ضریب زبری تمام لوله ها را در عدد داده شده ضرب می کند.

فرمت سوم ضریب زبری لوله یا لوله های داده شده را برابر مقدار مشخص شده، قرار می دهد.

بخش [STATUS]:

هدف: مشخص کردن حالت اولیه (باز و بسته بودن) برای اجزاء شبکه
فرمت:

link 1 (link 2)	setting
-----------------	---------

پارامترها:

link 1, link 2: شماره اتصال

setting : حالت اولیه اتصال در ابتدای شبیه سازی، اتصال شامل پمپ، شیر یا لوله می باشد که

برای هرکدام یکی از دو حالت open یا close انتخاب می گردد.

بخش [TANKS]:

هدف: ویژگی های تانک های شبکه در این بخش تعریف می شود.

فرمت:

node elev (initlevel minlevel maxlevel diam (minvol))

پارامترها:

node : شماره گره

elev : ارتفاع کف مخزن در جایی که ارتفاع آب صفر است، (m) ft

initlevel : ارتفاع اولیه آب بالای کف مخزن، (m) ft

minlevel : کمترین ارتفاع مجاز آب در مخزن ، (m) ft

maxlevel : بیشترین ارتفاع مجاز آب در مخزن، (m) ft

diam : قطر مخزن ، (m) ft

minvol : حجم آب زیر سطح minlevel ، (m) ft

بخش [TIMES]:

هدف: گامهای زمانی مختلف که برای پارامترهای مختلف به کار می‌رود را مشخص می‌کند.

فرمت:

Value (units)	DURATION
Value (units)	HYDRUALIC TIMESTEP
Value (units)	QUALITY TIMESTEP
Value (units)	MINIMUM TRAVELTIME
Value (units)	PATTERN TIMESTEP
Value (units)	REPORT
Value (units)	REPORT START

پارامترها:

value : یک مقدار زمانی

units : واحد زمان به کار رفته که می‌توان هر یک از موارد زیر باشد.

SECONDS (or SEC)
MINUTES (or MIN)
HOURS (default)
DAYS (or DAY)

تفسیر:

DURATION ، زمان شبیه سازی را مشخص می‌کند. حالت پیش فرض 1 hours است، که در حالت steady state مدل را حل می‌کند.

HYDRAULIC TIMESTEP ، گامهای زمانی شبیه سازی هیدرولیکی را مشخص می‌کند.

QUALITY TIMESTEP ، گامهای زمانی شبیه سازی کیفی را مشخص می‌کند.

MINIMUM TRAVELTIME ، حداقل زمان عبور آب از یک لوله را مشخص می‌کند. در صورتی که زمان عبور آب کمتر از این عدد باشد، با این عدد جابجا می‌شود. PATTERN TIMESTEP ، گام های زمانی الگوهای مصارف را مشخص می‌کند. REPORT TIMESTEP ، گامهای زمانی برای ارائه نتایج خروجی را مشخص می‌کند. REPORT START ، زمان شروع ارائه نتایج را مشخص می‌کند.

بخش [VALVES]:

هدف: مشخص کردن شیرهای کنترل جریان در شبکه
فرمت:

id node 1 node 2 diam type setting (losscoeff)

پارامترها:

id : شماره link

node 1 : شماره گره ابتدای شیر

node 2 : شماره گره انتهای شیر

diam : قطر شیر، (mm) inches

type : نوع شیر شامل

PRV : برای کاهش فشار

RSV : برای sustain کردن فشار

PBV : برای شکستن فشار

FCV : شیر کنترل جریان

TCV : برای throttle

Setting : مشخص کردن فشار برای شیرهای PRV ، PSV و PBV برحسب (m) psi ، مشخص

کردن دبی برای FCV و ضریب افت برای TCV

Losscoeff : حداقل ضریب افت برای شیر کاملاً باز

فرمت فایل MAP

به منظور تهیه نقشه شبکه می‌توان یک فایل با پسوند MAP تهیه کرد که در آن مختصات xy گره

های شبکه مشخص شده باشد. یک فایل MAP شامل بخشهای زیر است:

[COORDINATES] مختصات xy گره ها را مشخص می‌کند.

[LABELS] مکان و متن برچسبها را مشخص می‌کند.

[END] نشانگر انتهای فایل است.

یک نمونه از فایل MAP در شکل زیر آورده شده است:

بخش [COORDINATES]:

هدف: مختصات نقاط را مشخص می کند.

فرمت:

node xcoord ycoord

پارامترها:

node : شماره گره

xcoord : مختصات افقی

ycoord : مختصات عمودی

تفسیر:

برای هر گره یک خط اختصاص داده شده، می تواند طول لوله از فاصله خط مستقیم بین دو نقطه در سر لوله بیشتر باشد از طرفی می توان برخی نقاط را در نقشه وارد نکرد.

بخش [LABELS]:

هدف: مختصات و متن برجسبها را مشخص می کند.

فرمت :

xcoord ycoord "label 1" (node)

پارامترها:

xcoord : مختصات افقی

ycoord : مختصات عمودی

"label" : متن برجسب

node : شماره گرهی که متن برجسب روی آن واقع می شود.