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 ۱۶
فصل چهارم: فضای کاری EPANET ۲۳
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 ذوب‌آهن با این نرم افزار احساس می‌شد. لذا کار ترجمه قسمت‌های اصلی راهنمای نرم‌افزار EPANET توسط کارشناسان مرکز انجام گردید. در این جزوه آموزشی ابتدا به بررسی کلی نرم افزار 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 پریدهای زمانی تنظیم شده، شبیه سازی می کند. یک شبکه توزیع آب شامل لوله، گره (محل تقاطع لوله‌ها)، پمپ، شیر و تانک ذخیره[1] یا مخزن[2] 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 برغلظت مواد، عمر آب[3] و ردیابی منبع[4] می تواند شبیه سازی شود.

EPANET بعنوان یک ابزار تحقیق برای بهبود فهم ما از جابجایی و سرنوشت مواد تشکیل‌دهندهٔ آب آشامیدنی داخل شبکه های توزیع، طراحی شده است. مدل کیفی EPANET می‌تواند پدیده هایی نظیر واکنشهای درون جریان حجمی[5]، 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 می‌باشد. برنامه می تواند بطور همزمان یک راه حل برای هردو 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 می‌تواند برای‌انواع مختلف‌کاربردها درآنالیزسیستم‌توزیع، استفاده‌شود. طراحی برنامه نمونه‌گیری، تنظیم‌مدل‌هیدرولیکی، آنالیزکلرباقیمانده وارزیابی‌مقدارارائه‌شده به‌مصرف‌کننده(consumer exposure assesment)، مثالهایی از این کاربردها می باشند. علاوه بر این EPANET می‌تواند در ارزیابی استراتژی های مدیریتی گوناگون برای بهبود کیفیت آب داخل یک سیستم توزیع، به ما کمک نماید. این استراتژی‌ها عبارتند از:

---

[1]. Storage tank

[2]. Reservoir

[3]. Water age

[4]. Source

[5]. bulkflow

- تغییر در بهره برداری از منبع‌ها[6] در سیستم‌های توزیع دارای چندین منبع
- تغییر در برنامه ساعات پمپاژ و پر یا خالی شدن تانک [7]
- استفاده از تصفیه کننده تقویتی[8]، نظیر کلریناسیون مجدد در تانکهای ذخیره[9]
- تمیزکردن 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 اندازهٔ شبکه توزیع را محدود می کند. نسخه EPANET[10] که برای توزیع در دیسکت‌ها گنجانده شده، برای استفاده در کامپیوترهای شخصی سازگار با IBM درنظر گرفته شده که تحت DOS و Windows اجرا می‌شود. البته ترجمه مجدد آن به کدهای اصلی ، کار نسبتاً ساده ای است بنابراین می توان آن‌را روی ماشین‌های دیگر نظیر سیستم های UNIX[11] نیز استفاده کرد.

بستهٔ نرم افزاری EPANET[12] 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 می نویسد.

مدل دوم یک برنامه است که تحت نرم افزار Windows اجرا می شود و به کاربر اجازه می دهد 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.

---

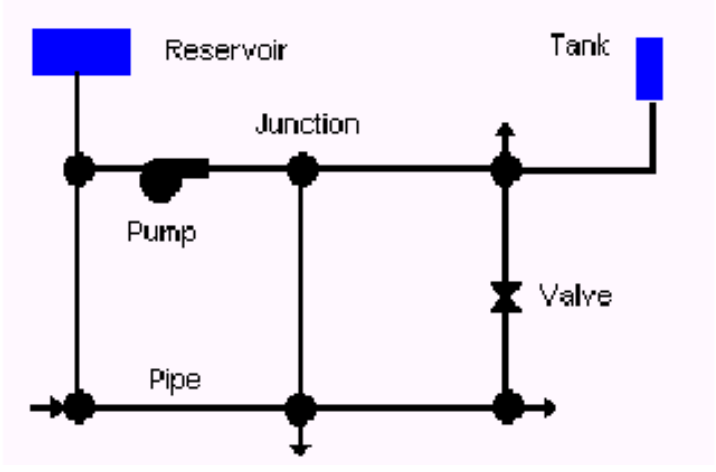
6. source
7. tank
8. satelite
9. storage tanks
10. version of EPANET
11. unix work station
12. EPANET Package

فصل دوم

مدل شبکه

۲-۱- اجزاء شبکه

EPANET یک شبکه توزیع آب را مجموعه‌ای از قطعات[13] درنظر می‌گیرد که درنقاط انتهایشان که گره‌ها[14] نامیده می شوند به یکدیگر وصل می شوند. شکل ۲-۱ یک نمایش قطعه – گره از یک شبکه توزیع آب ساده را نشان می دهد.



شکل ۲-۱ نمایش قطعه – گره یک شبکه

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

۱- لوله ها

۲- پمپ ها

۳- شیرها

علاوه بر نقطه اتصال مابین لوله های متصل به هم ، گره ها می توانند در این حالات ایجاد شوند:

۱- نقاط مصرف آب (گره های 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 دبی‌های 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 می‌تواند بصورت کلی زیر بیان شود:

$$h_L = a\, q^b \qquad (۱)$$

که در آن:

h_L = افت ارتفاع (ft) — a = ضریب مقاومت

q = جریان (cfs) — b = توان جریان (نمای جریان)

EPANET می تواند یکی از سه فرم مشهور معادله (۱) را استفاده نماید: فرمول هیزن ویلیامز، فرمول دارسی وایسباخ، فرمول چزی- مانینگ. فرمول هیزن ویلیامز احتمالاً مناسبترین معادله افت فشار برای شبکه های توزیع میباشد، فرمول دارسی وایسباخ 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 ۲-۱ آمده است. توجه کنید که هر فرمول، ضریب زبری لوله متفاوتی را استفاده می‌کند که بایستی بطور تجربی تعیین شود. محدوده‌های عمومی این ضرایب برای انواع مختلف لوله‌ها برای حالتی که لوله‌ها 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 می‌توانند 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 بـالای حـد مشـخصی می‌افتد، باز یا بسته شوند.

جدول ۲-۱ 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	$0.0252\ f(\varepsilon/d/q)\ d^{-5}\ L$	2
چزی – مانینگ (جریان در لوله پر)	$4.66\ n^2\ d^{-5.33}\ L$	2

توجه کنید که:

c = ضریب زبری هیزن ویلیامز

ε = 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 لولهٔ نو

جنس لوله	ضریب هیزن ویلیامز (C)	ضریب دارسی وایسباخ (ε) برحسب 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	ــــ	۰/۰۱۳–۰/۰۱۵

پمپ ها

پمپ وسیله ای است که ارتفاع هیدرولیکی آب را بالا می برد. رابطه‌ای که ارتفاع داده شده بـه سیال را به‌عنوان تابعی از دبی جریان داخل پمپ توصیف می‌کند منحنی مشخصه پمپ نـامیده مـی شود. شکل ۲-۲ یک مثال را نشان می‌دهد.

معادله منحنی پمپ تابعی به شکل کلی زیر است:

(۲)

$$h_G = h_o - a\, q^b$$

که در آن:

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

q = جریان داخل پمپ (cfs)

h_o = ارتفاع قطع[۱۹] (ارتفاع در دبی صفر)

a = ضریب مقاومت

b = نمای جریان

با دادن ارتفاع قطع ho و دو نقطه دیگر روی منحنی پمپ بـه برنامـه EPANET ، برنامـه مـی تواند مقادیر a و b را تخمین بزند.

شکل ۲-۲ منحنی پمپ با محدوده جریان تمدید شده

19. shutoff head

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:

$$h_G = 8.81\, Hp/q \qquad (۳)$$

که در آن:

Hp = 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 شبکهٔ توزیع احتیاج داشته باشد که پمپ ، ارتفاعی بیشتر از ارتفاع قطع ، تولید نماید، EPANET پمپ را می بندد[20] و یک پیغام خطا منتشر می‌نماید. EPANET به شما اجازه می‌دهد پمپ‌ها را در زمان از پیش تعیین‌شده – موقعی‌که ترازهای تانک کمتر یا بیشتر از حدمشخصی می‌شود، یا موقعی که فشار گره‌ها کمتر یا بیشتر از حد مشخص شود ، روشن یا خاموش بکنید.

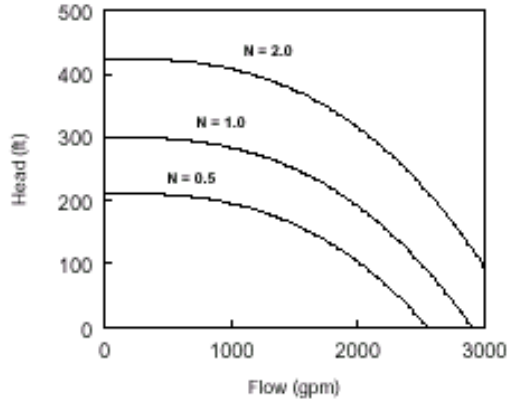
پمپ های با سرعت متغیر را همانند پمپ‌های با سرعت ثابت درنظر می‌گیرند منتها با این تفاوت که تحت همان شرایط آهنگ سرعتشان[21] تغییر می‌کند. طبق تعریف، منحنی پمپ اصلی که در برنامه استفاده شده، آهنگ سرعت مبنای آن[22] برابر یک می‌باشد.

اگر سرعت پمپ دوبرابر شود، آهنگ مبنا دو برابر می شود، اگر سرعت نصف شود، آهنگ مبنا نصف می‌شود و به‌همین ترتیب. شکل ۲-٤ 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 لوله ها 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 درنظر گرفته می شوند که در ابتدا و انتهایشان، گره های اتصالی[۲٤] مشخصی دارند. انواع شیرهایی که می توانند مدل شوند، عبارتند از:

۱- شیرهای کاهش فشار[۲۵] (PRVs)

۲- شیرهای نگهدارندهٔ فشار[۲٦] (PSVs)

۳- شیرهای فشارشکن[۲۷] (PBVs)

٤- شیرهای کنترل جریان[۲۸] (FCVs)

۵- دریچه های کنترل آب[۲۹] (TCVs)

٦- 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 کمترشده 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 نگهدارندهٔ فشار)

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

PBVs (شیرهای فشارشکن)

موقعی‌که جریان از شیر عبور می‌کند یک افت فشار معینی به آن اعمال می نماید. جریان می‌تواند در هر جهت ممکن باشد.

FCVs (شیرهای کنترل جریان)

جریان عبور کننده از شیر را به یک مقدار معینی محدود می‌کند. 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 درجه‌ای که شیر بسته می‌شود 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 می‌باشد که استفاده کننده بخواهد از رابطه خاصی بین دبی و افت هد بـــه جـای فرمولهای هیدرولیک استاندارد ارائه شده استفاده کند.این نـوع شـیرها میتواننـد بـرای مـدل کـردن توربین‌ها و جلوگیری از حرکت آب در خلاف جهت مورد نظر استفاده شوند.

افت های موضعی[۳۳]

افت هدهای کوچک (که اغلب افت‌های موضعی نامیده می‌شوند) می‌تواند به تلاطم اضافی که در زانویی ها، نقاط اتصال[۳٤] و شیرها رخ می‌دهد، مربوط شود. اهمیت چنین افتهایی به طرح شبکه لوله و درجه دقت مورد نیاز بستگی خواهد داشت. EPANET اجازه می‌دهد هر لولـه و شـیر یـک ضریب افت موضعی مربوط به خودش را داشته باشد.

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

$$h_L = 0.0252K\, q^2\, d^{-4} \qquad (٤)$$

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 اجزاء معمولی

اجزاء موجود در شبکه	ضریب افت
شیر فلکه بشقابی[۳۵] – کاملاً باز	10
شیر گوشه[۳۶] – کاملاً باز	5
شیر یکطرفه نوسانی[۳۷] – کاملاً باز	2.5
شیر کشویی – کاملاً باز	0.2
زانویی – با شعاع کم	0.9
زانویی – با شعاع متوسط	0.8
زانویی – با شعاع بزرگ	0.6
زانویی ٤٥ درجه	0.4
زانویی برگشتی بسته[۳۸]	2.2
سه راهی استاندارد – جریان در داخل قسمت اصلی[۳۹]	0.6
سه راهی استاندارد – جریان در داخل شاخه فرعی[٤٠]	1.8
ورودی چهار سو	0.5
خروجی	1.0

گره‌ها

ارتفاع(تراز) [٤١] همه گره‌ها بایدنسبت به یک تراز مبنا سنجیده شوند. بنابراین مهم، ارتفاع هیدرولیکی[٤٢] 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. Hydroulic head

میزان مصرف یا ورود آب به گره‌هایی که گره‌های ذخیره کننده[۴۳] آب نیستند، شـــناخته شـود. گـره های ذخیره کننده (یعنی تانک ها[۴۴] و مخازن[۴۵]) انواع بخصوصی از گره‌ها هستند کـه سـطح آب در آنها آزاد می‌باشد و از این‌رو ارتفاع هیدرولیکی آنها به سادگی برابر است بـا تـراز آب آنـها کـه در بالای تراز مبنا قرار دارد. فرق تانک‌ها و مخازن این است که در تانک‌ها هنگامی‌که جریـان آب بـه آنها وارد یا از آنها خارج می‌شود، تراز سطح آب تغییر می‌کند ولی در مخازن بدون توجه به اینکـه جریان چگونه است، تراز سطح آب ثـابت مـی باشـد. EPANET تغییـر تـراز آب در یـک تـانک ذخیره[۴۶] را با معادله زیر مدل می نماید:

$$\Delta y = (q / A)\Delta t \qquad (۵)$$

که در آن:

Δy = تغییر تراز آب (ft)

q = میزان جریان ورودی به (+) یا خروجی از (−) تانک (cfs)

Δt = گام زمانی (sec)

A = سطح مقطع عرضی تانک (ft^2)

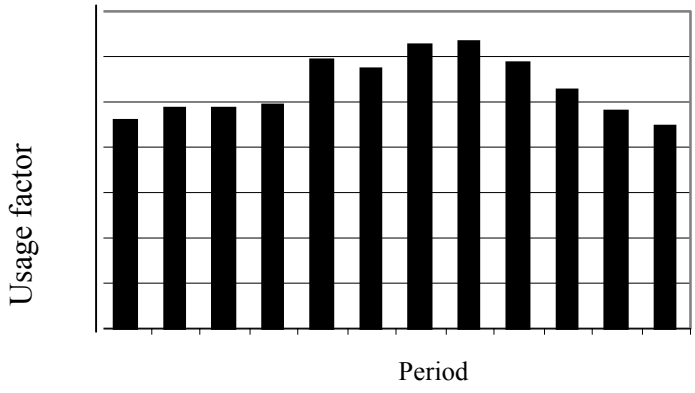
بنابراین EPANET برای تانکهای ذخیره نیـاز دارد کـه مسـاحت مقطـع عرضـی و مـاکزیمم ترازهای مجاز آب را بداند. گره‌های ذخیره از نوع مخزن[۴۷] معمولاً برای نمایش منابع آب خـارجی نظیر دریاچه ها، رودخانه ها یا چاه‌ها استفاده می شود.

۲-۲ الگوهای زمانی

EPANET فرض می‌کند که مـیزان مصـرف آب، مـیزان ورود آب خـارجی و غلظـت منبع[۴۸] تشکیل‌دهنده در گره‌ها در طول یک پرید زمانی معین، ثابت هسـتند، امـا ایـن مقـادیر می‌توانـد در دوره‌های زمانی متوالی، تغییر کند. گام دوره زمانی پیش فرض ،۱ ساعت می باشد، اما ایـن مقـدار، هر مقدار مطلوب دیگری می‌تواند قرار داده شود. مقدار هرکدام از این مقادیر در یـک دوره زمـانی برابر است با یک مقدار پایه ضربدر یک فاکتور الگوی زمانی برای آن دوره. شکل ۲-٤ یک الگو از فاکتورهایی که ممکن است برای مصرف روزانه آب بکار رود را نشان می دهد.

---

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

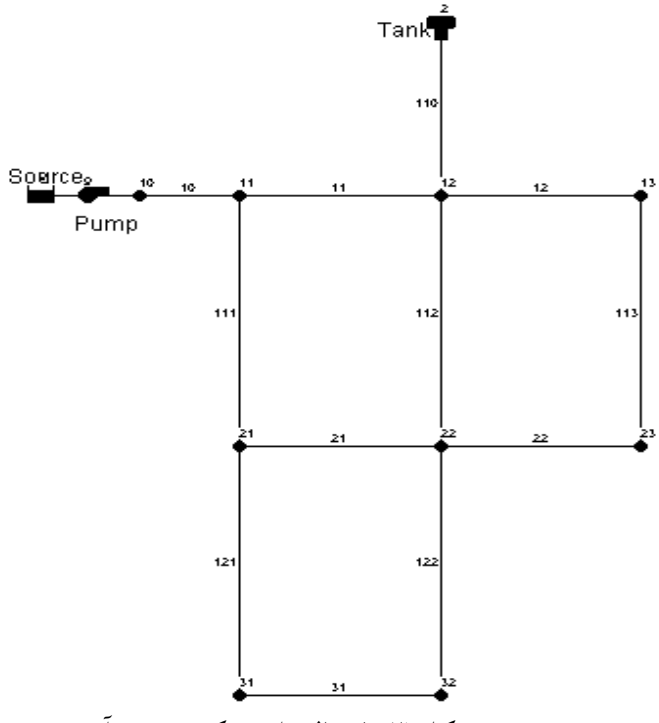
فصل سوم

شروع کار با EPANET

۳-۱- مثالی از یک شبکه ساده:

در این مثال، یک شبکه ساده، طراحی و مدل‌سازی شده است. این شبکه شامل یک مخـزن زمینی است که آب از آن به شبکه پمپاژ می‌شود. همچنین یک مخزن هوایی نـیز در شـبکه وجـود دارد. شماره اجزای موجود در شبکه (Nodes and Links) در شـکل ۳-۱ نشـان داده شـده اسـت. ویژگی گره‌ها (Nodes) در جدول ۳-۱و مشـخصات لولـه‌ها (Pipes) در جـدول ۳-۲ آورده شـده است.

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



شکل ۳-۱ مثالی از شبکه توزیع آب

جدول ۳-۱- ویژگی گره‌های شبکه

شماره گره	ارتفاع(ft)	مصرف (gpm)
۱۰	۷۱۰	۰
۱۱	۷۱۰	۱۵۰
۱۲	۷۰۰	۱۵۰
۲۱	۷۰۰	۱۵۰
۲۲	٦۹۵	۲۰۰
۳۱	۷۰۰	۱۰۰

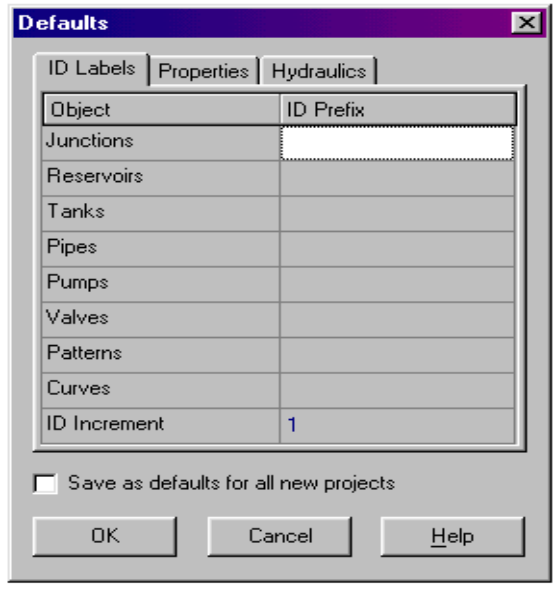
جدول ۳-۲ ویژگی لوله‌های شبکه

شماره لوله	طول لوله(ft)	قطر(inches)	ضریب اصطکاک (C-Factor)
۱۰	۱۰۵۳۰	۱۸	۱۰۰
۱۱	۵۲۸۰	۱٤	۱۰۰
۲۱	۵۲۸۰	۱۰	۱۰۰
۱۱۰	۲۰۰	۱۸	۱۰۰
۱۱۱	۸۲۸۰	۱۰	۱۰۰
۱۱۲	۵۲۸۰	۱۲	۱۰۰
۱۲۱	۵۲۸۰	۸	۱۰۰
۱	۱۰۰۰	۱۲	۱۰۰

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.

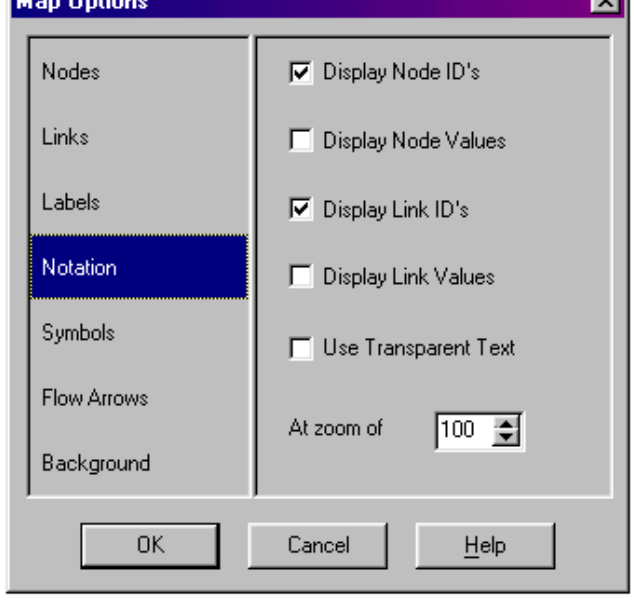
برای این کار روی منوی Project>>Default کلیک می‌کنیم. پنجره‌ای شبیه شکل ۳-۲ باز می شود. در صفحه اول این پنجره، نحوه شماره‌گذاری هر کدام از اجزای شبکه مشخص می‌شود. سپس در صفحه Hydraulics واحدهای به کاررفته و دیگر ویژگیهای هیدرولیکی مدل مثل رابطه



شکل ۳-۲ پنجره پیش‌فرض مشخصات پروژه

محاسبه افت اصطکاک و ... مشخص می‌گردد.

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



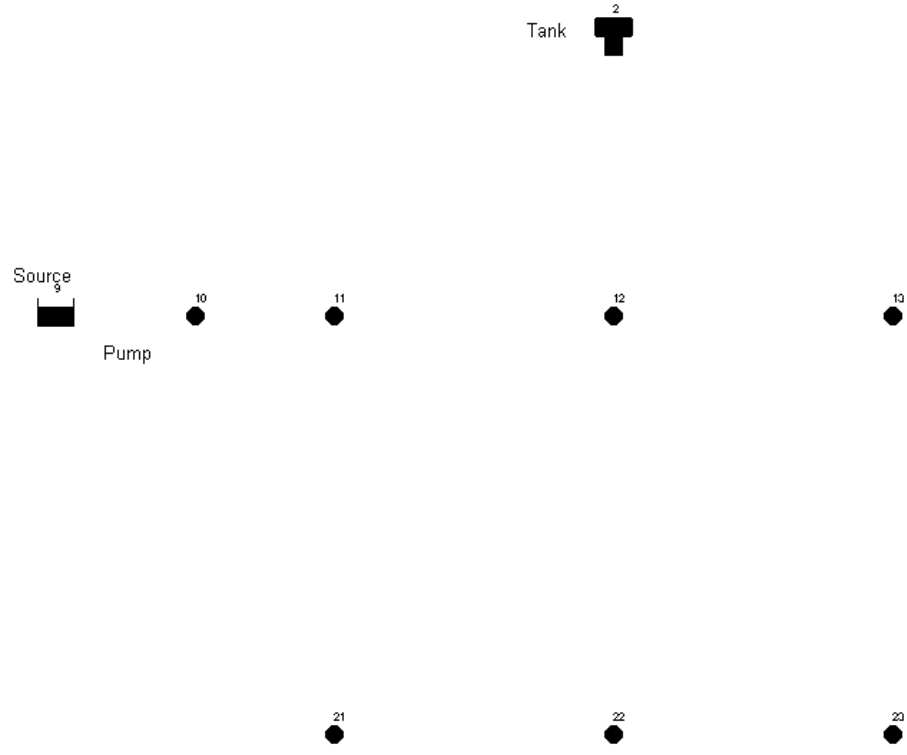
شکل۳-۳ مشخصات انتخابی نقشه

۳-۲- تهیه نقشه شبکه

به کمک جعبه ابزار View>>Toolbars>>Map ، کلیدهای مربوط (Buttons) بـه طراحـی اجـزای شبکه نمایان می‌شوند. این کلیدها عبارتند از:

برای شروع کار ابتدا مخزن زمینی را در محل خود قرار می دهیم، ایـن کـار بـا کلیـک روی و سپس کلیک کردن در محل دلخواه انجام می‌شود.

سپس به کمک کلید مکان گره‌های شبکه مشخص می‌شود و در نها یت به کمک کلید



شکل ۳-٤ نقشه شبکه بعد از اضافه کردن گره‌ها

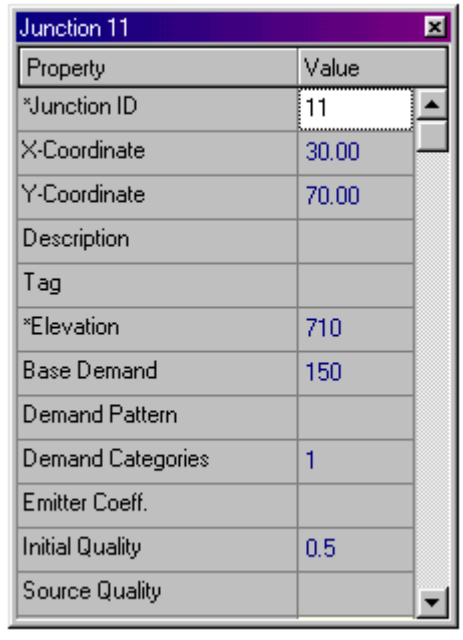
مخزن هوایی نیز در محل خود قرار می‌گیرد. نتیجه این کار در شکل ۳-٤ نشان داده شده است .
حال نوبت به اضافه کردن لوله‌ها می‌رسد. برای مثال برای اضافه کردن لوله ۱ بین گره ۲و۳ ابتدا روی کلید کلیک کرده و سپس با کلیک روی گره ۲ وسپس روی گره ۳ لوله مورد نظر در محل تعیین شده قرار می‌گیرد. برای اضافه کردن پمپ و همچنین برای نوشتن توضیحات در کنار هریک از اجزای شبکه، می‌توان از کلیدهای و استفاده کرد.

پس از طراحی نقشه در صورتی‌که 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:

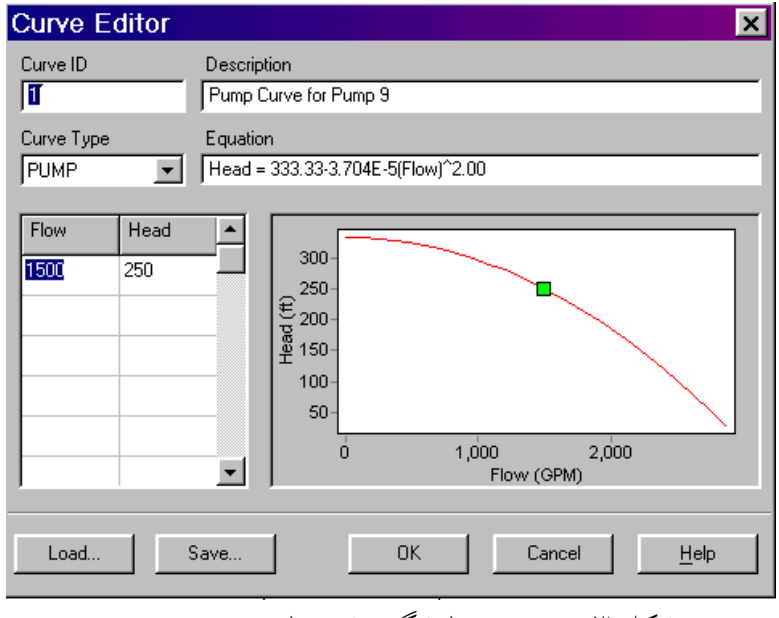
به منظور تعریف ویژگی هر یک از اجزای شبکه با دوبار کلیک کردن روی آنها، پنجره‌ای باز می شود که در آن مشخصات مربوط به جزء مورد نظر را می توان وارد کرد. مثلاً با دوبار کلیک کردن روی گره ۱۱ پنجره زیر باز می‌شود (شکل ۳-٤)، که در آن می‌توان تمام مشخصات مربوط

به این نقطه شامل مختصات x و y ، ارتفـاع نقطـه، مـیزان مصـرف، الگـوی مصـرف 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.



شکل ۳-٤ 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 می‌شود. با مشخص کردن یک نقطه پمپ (نقطه دبی طرح پمپ یا Pump's design flow)، منحنی پمپ رسم می‌گردد.



شکل ۳-۵ پنجره نمایشگر مشخصات پمپ

۳-٤- ذخیره و بازکردن فایل

پس از تکمیل پروژه، به کمک منویFile>>Save می‌توان پروژه را ذخیره کرد. همچنین در صورتی‌که 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 پروژهٔ از قبل ذخیره شده را بازیابی نمود.

۳-٥-اجرای مدل برای حالت پایدار (Steady State)

با انتخاب منوی Project >> Run Analysis مدل اجرا می شود. اگر اجرای مدل با موفقیت انجام شد، یک پنجره این وضعیت را اعلام می کند.در صورت وجود خطا نیز، خطای مورد نظر اعلام می‌شود که کاربر باید به اصلاح اطلاعات ورودی بپردازد. 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 می شود. 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.(شکل۳-٦)

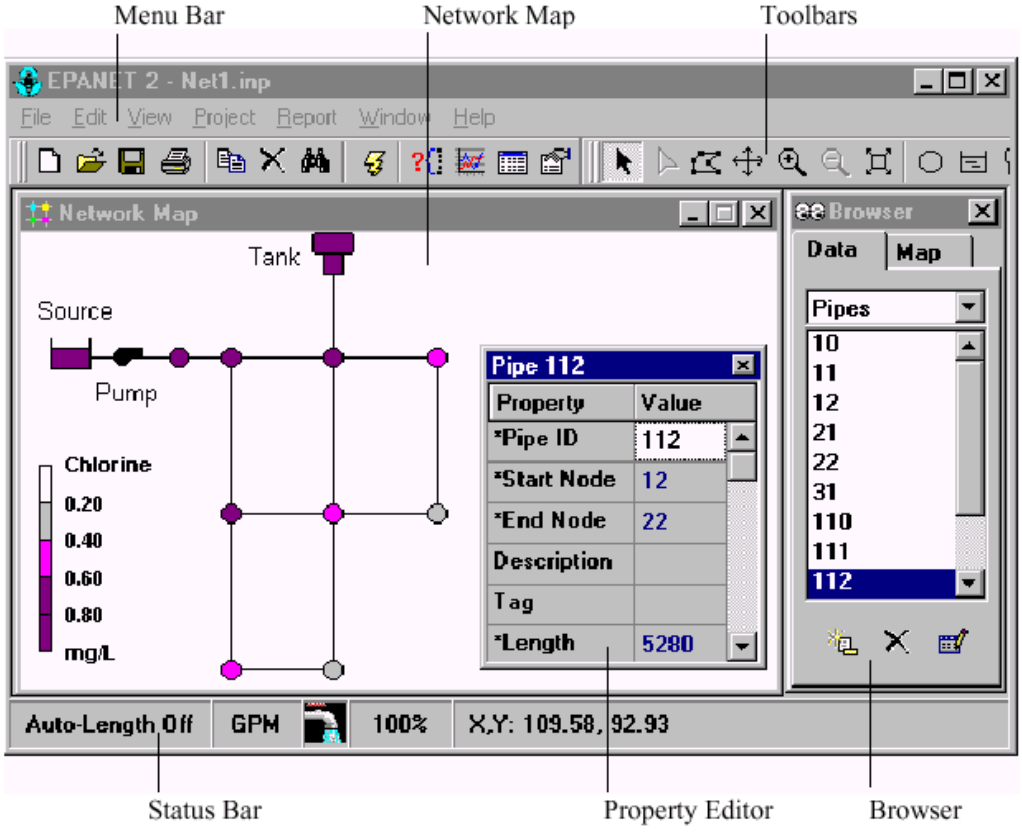
Network Table - Links at 0:00 Hrs

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 ۳-٦ پنجره نمایشگرنتایج شبیه سازی 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
٤. Network Map Window
٥. Browser Window
٦. Property Editor Window

توضیح مختصر هریک از اجزای فوق در ادامه می آید.

Menu Bar-۱-٤

شامل منوهای کنترلی زیر است:

۱. منوی File
۲. منوی Edit
۳. منوی View
٤. منوی Project
۵. منوی Report
٦. 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:

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

منوی Project :

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

Summary خلاصه نتایج شبیه سازی را نشان می دهد

Defaults کنترل پیش فرض های مدل

Calibration Data فایلی که اطلاعات مربوط به کالیبره کردن شبکه را دربر دارد به پروژه متصل می‌کند.

Analysis Options تعیین نحوه انجام محاسبات و واحدها

Run Analysis اجرای مدل

منوی Report:

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

Statut تغییرات عملکردی (باز یا بسته بودن) اتصالات (پمپ،شیر، لوله) را در طول زمان شبیه سازی نشان می‌دهد.

Energy تعیین میزان و هزینه انرژی مصرف شده توسط پمپ

Calibation تعیین تفاوت بین مقادیر اندازه گیری شده و شبیه سازی شده

Reaction تعیین نرخ متوسط واکنش

Full تهیه یک فایل خروجی متنی از تمام اطلاعات شبکه (بعد در شبیه سازی)

Graph رسم گرافهای مختلف شامل گراف پروفیل شبکه و خطوط هم فشار و الگوهای زمانی و غیره

Table نمایش اطلاعات مربوط به لوله ها و گره ها به صورت جدول

Options کنترل نحوه نمایش گزارشها، گرافها و جداول

منوی Window:

این منو شامل موارد زیر است:

Arrange پنجره های موجود در صفحه نمایش را مرتب می کند

Close All تمام پنجره های باز را می بندد

Window List لیست تمام پنجره های باز را نشان می دهد

منوی Help:

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

٤-٢- 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:

١- جعبه ابزار استاندارد (Standard Toolbar)

که شامل کلیدهای زیر است:

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

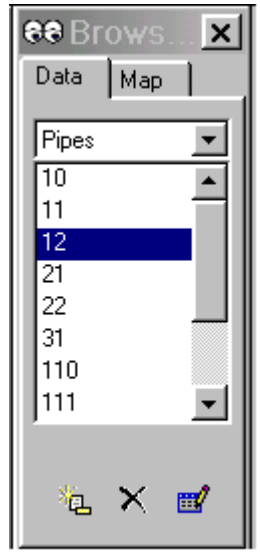
٢- جعبه ابزار نقشه(Map Toolbar)

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

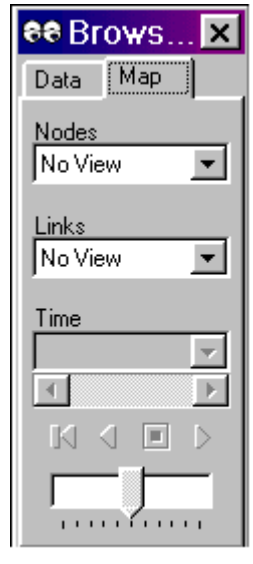
٤-٣- Data Brawser

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 -٤-٤

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.



فصل پنجم

کار با اجزاء (Objects)

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

۱) گره ها (Nodes)

(a)اتصالات (Junctions)

(b) منبع (Reservoirs)

(c) مخزن هوایی (Tanks)

۲) Links

(a) لوله ها (Pipes)

(b) پمپ ها (Pumps)

(c) شیرها (Valves)

۳) بر چسبهای نقشه (Map Lables)

٤) الگوهای مصرف بر حسب زمان (Time Pattem)

٥) منحنی ها (Curves)

٦) کنترلها (Controls)

۵-۱- انتخاب اجزاء

به منظورانتخاب یک شی ازشبکه می‌توان روی شیء مورد نظر کلیک کرد و یا با انتخاب منوی Edit>>Select Object ، شیء مورد نظر را انتخاب کرد.

۵-۲- 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 بـه معرفی اطلاعات موجود در هر پنجره می پردازیم.

۵-۲-۱- اطلاعات اتصالات (گره ها)

این اطلاعات شامل موارد زیر می‌باشد:

Junction ID	شماره اتصال
X-Coordinate	مختصات افقی
Y-Coordinate	مختصات عمودی
Description	توضیحات
Tag	توضیحات خاص
Elevation	ارتفاع
Base Demant	مصرف پایه
Dement Pattern	شماره الگوی مصرف
Demand Categories	تعداد گروه‌های استفاده کننده از این نقطه
Emitter Coefficient	ضریب افت سوراخ موجود در اتصال
Initial Quality	کیفیت اولیه آب در زمان شروع شبیه سازی در نقطه مـورد نظـر
Source Quality	کیفیت آب ورودی بـه سیسـتم در ایـن نقطـه

۵-۲-۲- مشخصات مخزن‌ها

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

۵-۲-۳- مشخصات تانک‌ها

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

۵-۲-٤- مشخصات پمپ

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

Pattern	شماره الگو به منظور کنترل عملکرد پمپ
Initial Status	حالت اولیه پمپ (باز و بسته بودن)
Efficiency Curve	منحنی بازده پمپ (به منظور محاسبه هزینه کارکرد پمپ)
Energy Price	متوسط قیمت انرژی برحسب کیلووات – ساعت
Price Pattern	شماره الگوی هزینه انرژی برحسب ساعتهای مختلف شبانه روز

۵-۲-۵- ویژگیهای شیر

ID lable	برچسب شیر
Start Node	گره ابتدای شیر
End Node	گره انتهای شیر
Description	توضیحات
Tag	توضیحات خاص
Diameter	قطر شیر
Setting	نوع شیر
Loss Coefficient	ضریب افت برای حالتی که شیر کاملاً باز است
Fixed Status	حالت شیر در ابتدای شبیه سازی (Open/Close)

۵-۲-٦- ویژگیهای برچسب نقشه

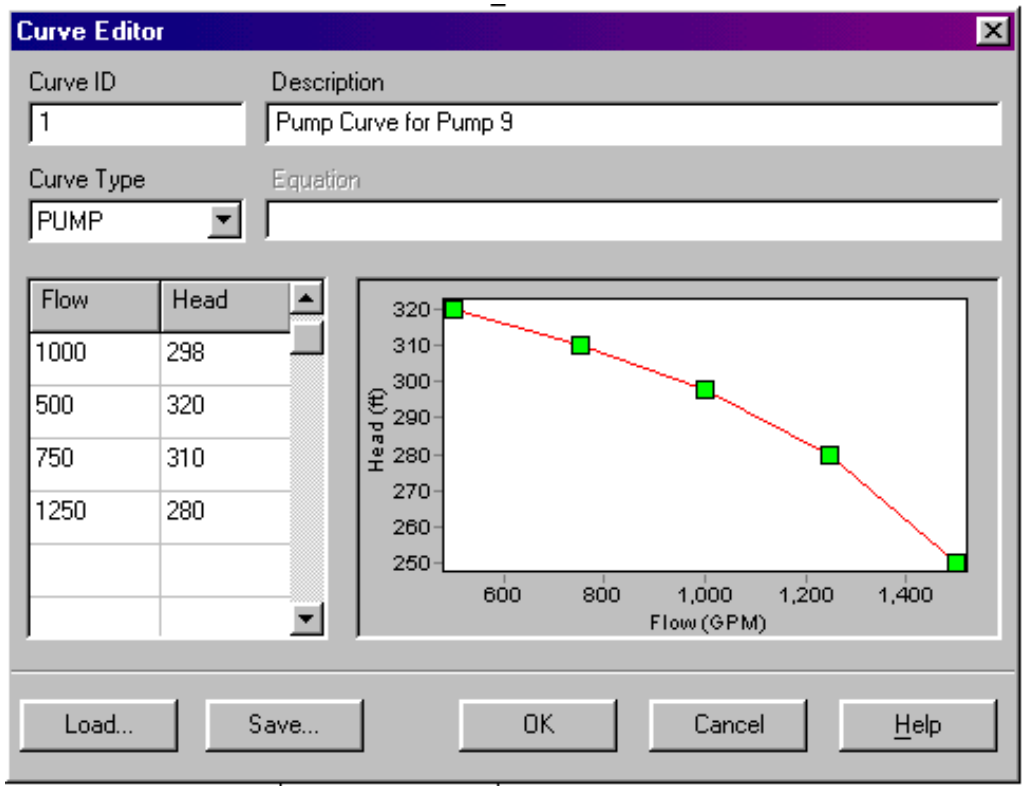
Text	متن برچسب
X-Coordinate	مختصات افقی لبه سمت راست بالای متن
Y-Coordinate	مختصات عمودی لبه سمت راست بالای متن
Anchor Node	شماره گرهی که برچسب به آن گره مربوط می شود
Meter Type	اجزای شبکه که برچسب به آن اشاره می کند (Meter ID)
Font	فونت متن

۵-۵- ورود اطلاعات دیگر شبکه

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

الف- ورود اطلاعات مربوط به منحنی پمپ

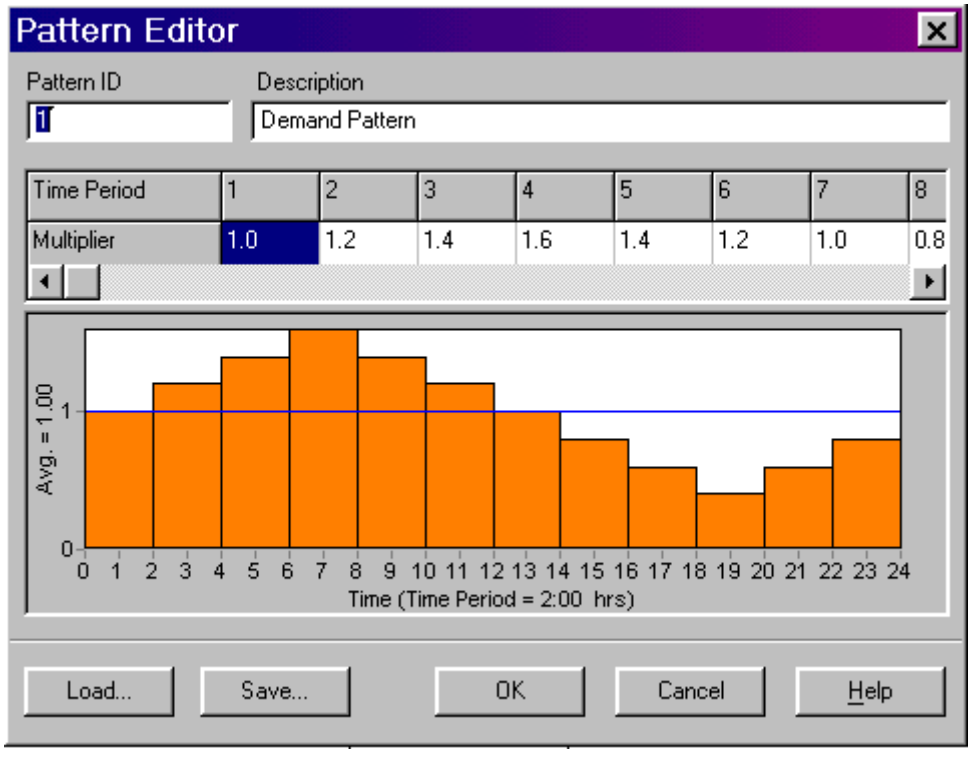
همانطور که در شکل ۵-۱ مشاهده می‌شود برای هـر پمـپ یـک منحنـی H-Q مـی تـوان تعریف کرد. برای این کار مختصات یک یا چند نقطه منحنی H-Q در جدول داده می‌شـود و منحنی پمپ براساس نقاط داده شده، برازش داده می‌شود.



شکل۵-۱- پنجره نمایش‌گر مشخصات پمپ

ب- ورود اطلاعات مربوط به الگوی مصرف

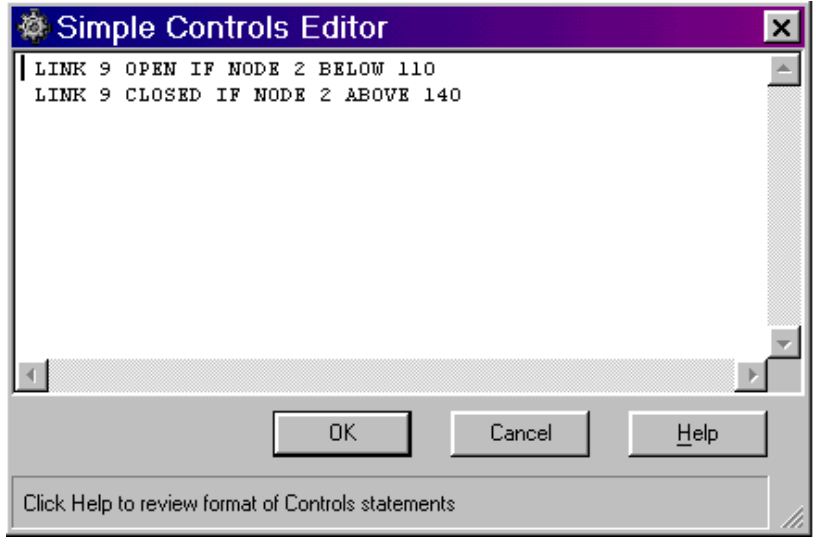
باتوجه به شکل ۵-۲ مشاهده می شود که الگوی زمانی مصرف برای مصرف کننـــده هـای مختلف، قابل معرفی است. مصرف یک گره درهـــر بـازه زمـانی، ضریبـی ازمصـرف پایـه تعریف شده برای‌گره مربوطه است.



شکل ۵-۲- پنجره نمایشگر الگوی مصرف

پ- ورود اطلاعات کنترل شبکه

کنترل باز و بسته بودن شیرها، پمپها باتوجه بـه شـرایط تعریـف شـده، بـه کمـک پنجـره Control Editor (شکل ۵-۳) انجام می شود.



شکل ۵-۳ پنجره ویراستار کنترلها

ت- ورود اطلاعات مصرف

در صورتی انشعاب چند مصرف کننده با الگوهای مصـارف متفـاوت از یـک گـره گرفتـه شود، می توان به کمک پنجره Demand Editor این شرایط را مشخص کرد (شکل ٥-٤).

شکل ٥-٤- پنجره نمایشگر مصرف هر گره

فصل ششم

کار با نقشه

EPANET امکان نمایش اجزای مختلف نقشه شبکه را به کـاربر می‌دهـد. در ایـن فصـل، نحوه استفاده از قابلیتهای نقشه این نرم افزار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

انتخاب نقشه مورد نظر

پارامترهای مختلف مربوط به گره‌ها یا لولـه‌های شـبکه را می‌تـوان بـا انتخـاب کـردن آن پارامتر،مشاهده نمود. نمایش این پارامترها به صورت خطـوط هم‌تـراز و بـا اسـتفاده از طیف‌هـای 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

فصل هفتم

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.

۷-۱- تعریف ویژگیهای تحلیل

پنج سری از 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 هرکدام از موارد زیر مشخصات تحلیل شبکه را مشخص نمود.

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

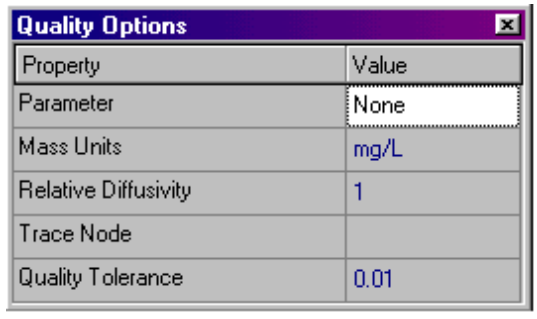
ویژگیهای هیدرولیکی شبکه شامل واحد جریان، رابطه افت، شتاب ثقل، لزجت نسبی، حداکثر تعداد سعی‌ها، دقت آنالیز الگوی پیش فرض، ضریب مصرف و ...می‌باشد که مشخص می‌کنند برنامه، چگونه شبکه را تحلیل کند. شکل زیر نمای این پنجره را نشان می‌دهد.

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

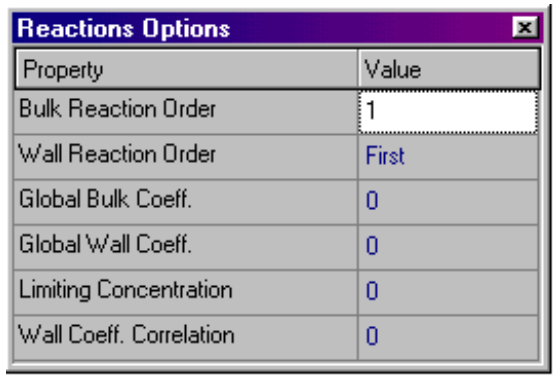
ویژگی‌ها و واحدهای مربوط به محاسبات کیفی شبکه در این بخش تنظیم می‌گردد. نمای کلی این پنجره را در شکل ۷-۱ می‌توان مشاهده نمود.

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

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



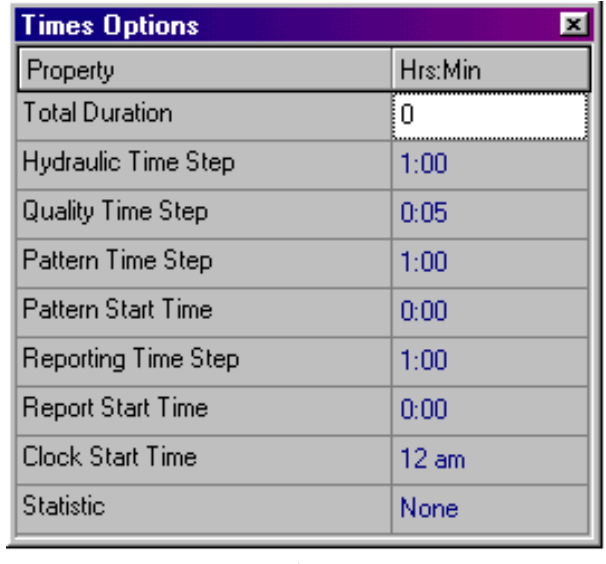
شکل ۷-۱ پنجره نمایشگر ویژگیهای واکنشی مدل



شکل ۷-۲ پنجره نمایشگر ویژگیهای واکنشی مدل

۷-۱-٤- ویژگی‌های زمانی (Time Option)

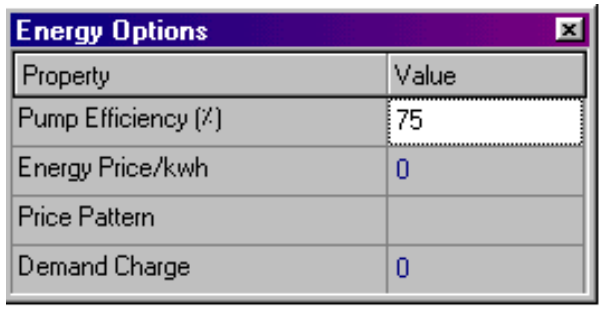
در این قسمت ویژگی‌های زمانی یک تحلیل غیرپایدار(Unsteady) شامل بازه‌های زمانی برای تحلیل هیدرولیکی و تحلیل کیفی، زمان شروع و پایان شبیه‌سازی و ...تعیین می‌شود. شکل ۷-۳ نمای این پنجره را نمایش می‌دهد.



شکل ۷-۳ پنجره نمایشگر ویژگی‌های زمانی

۷-۱-۵-ویژگی‌های انرژی (Energy Option)

در این قسمت، ویژگی‌های مربوط به بازده پمپ، قیمت برق و ... تعیین می‌شود. نمای کلی این پنجره در شکل۷-٤ مشاهده می‌شود.



شکل ۷-٤ پنجره نمایشگر ویژگی‌های انرژی

۷-۲- **اجرای مدل**با انتخاب منوی

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

فصل هشتم

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.

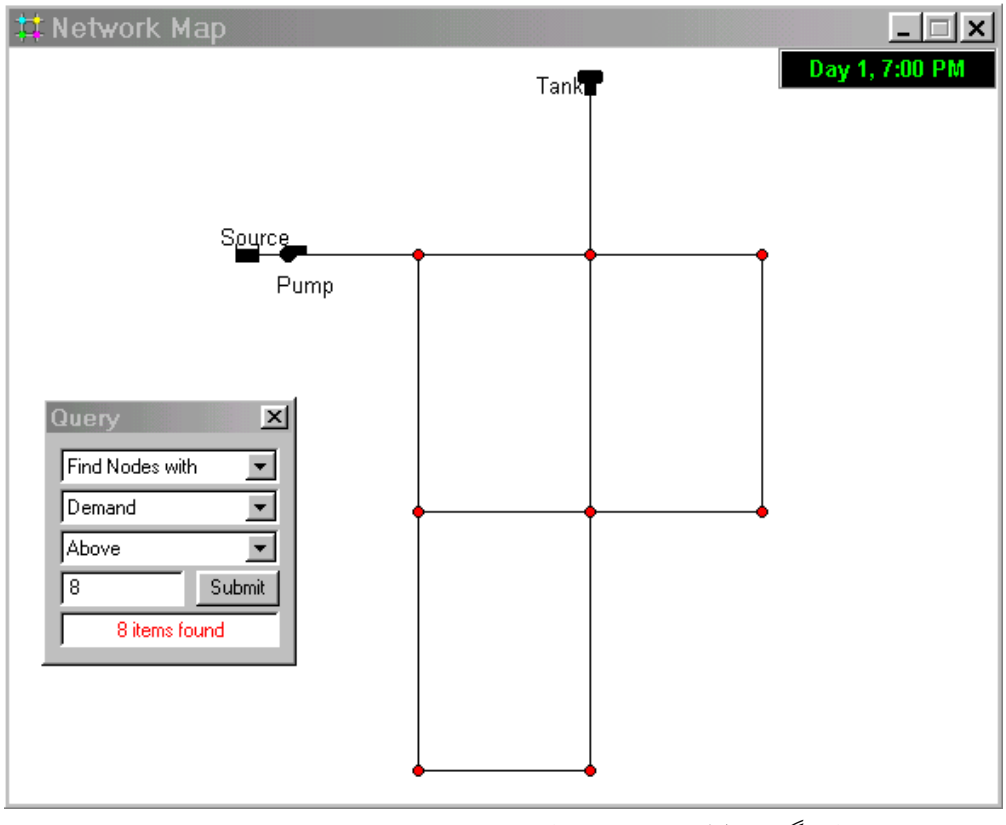
۸-۱- مشاهده نتایج روی نقشه:

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.
- می توان برای هر متغیر اجزاء شبکه، محدوده‌های مجاز تعریف کرد و اجزایی که مقدار این متغیر در آنها ازحد مجاز تعیین شده تخطی کند را مشخص نمود.
- می توان 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.

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

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



شکل ۸-۱ پنجره نمایشگر تحلیل و بررسی نتایج

۸-۳- مشاهده نتایج به صورت گراف:

با انتخاب منوی Report>> Gragh می توان به امکانات زیر دسترسی پیدا کرد:

Time Series Plot : نمودار تغییرات یک متغیر برای یک جزء شبکه در بازه زمانی مشخص.

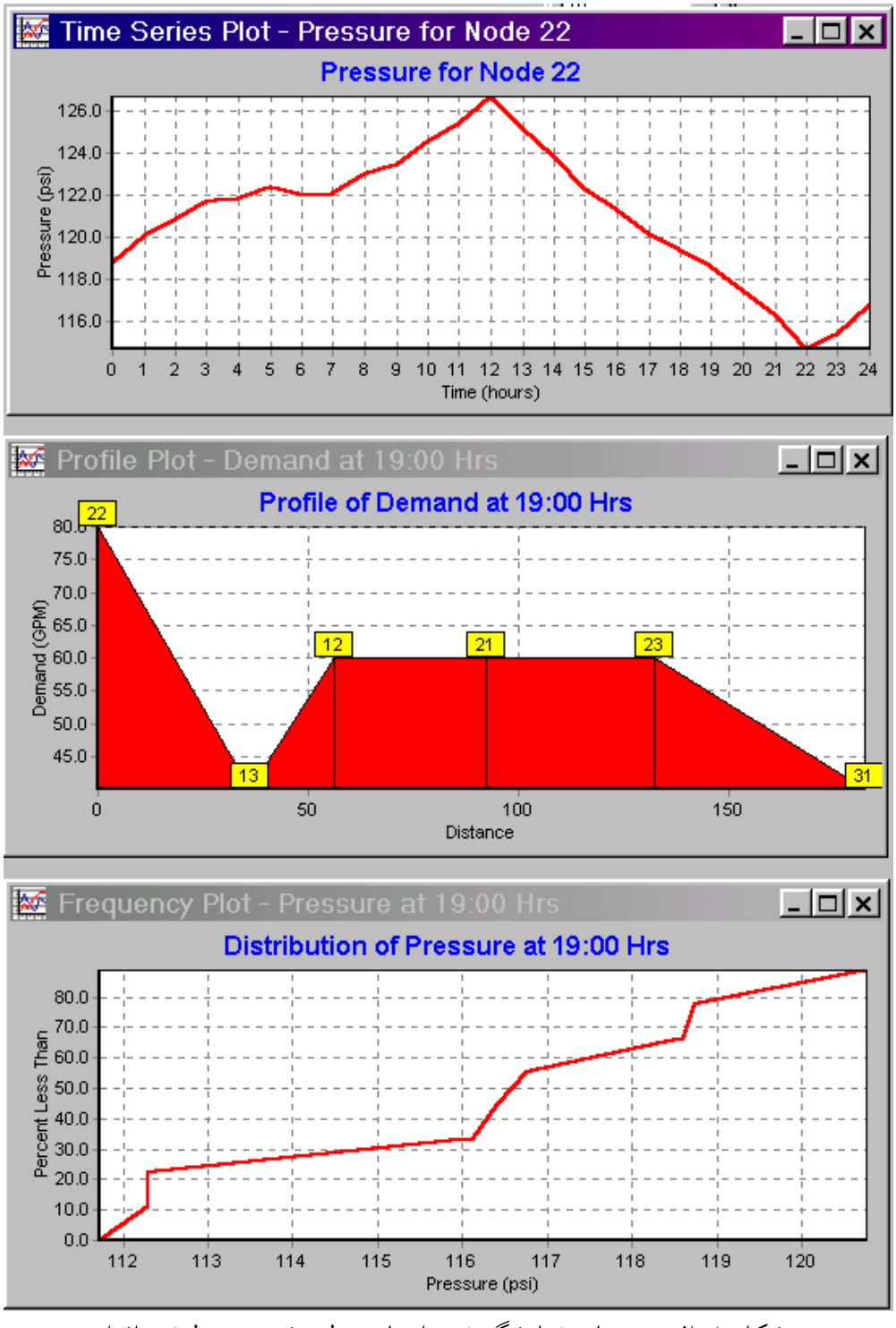
Profile Plot : نمودار تغییرات یک متغیر برای تمام اجزای شبکه در یک زمان خاص . مثال: نمودار تغییرات فشار در نقاط مختلف شبکه در محدوده زمان اجرای برنامه.

Contour Plot: تهیه نقشه خطوط هم‌تراز برای یک متغیر خاص، مثلاً نمودار خطوط هم‌فشار.

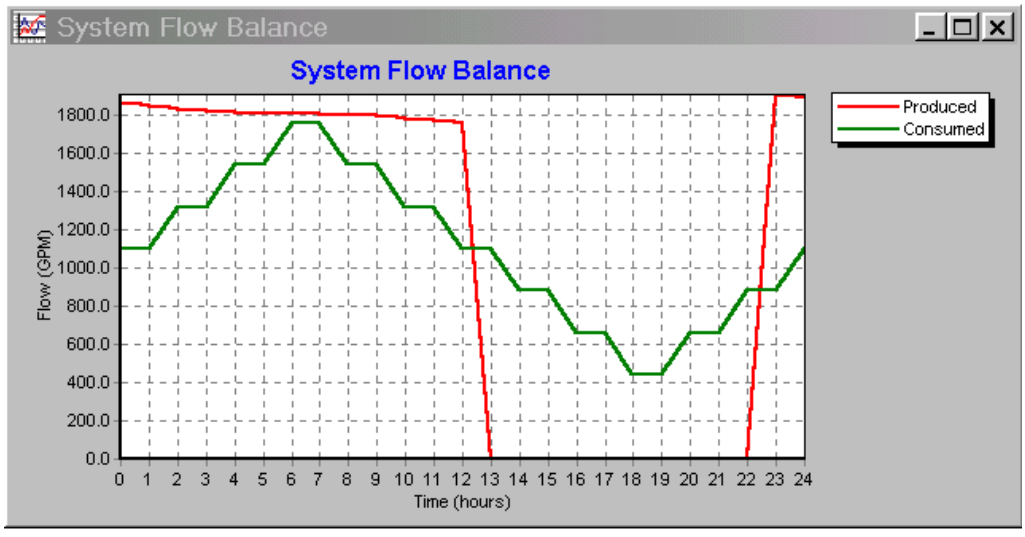
Frequency Plot: نمودار درصد تجمعی یک متغیر برای تمام لوله‌ها و نقطه‌ها

System flow: نمودار کل جریان ورودی و خروجی سیستم در بازه زمانی مشخص.

شکل ۸-۲ نمونه‌هایی از انواع گراف‌های تولید شده توسط نرم‌افزار را نمایش می‌دهد.



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



شکل ۸-۳ نمودار کل جریان ورودی و خروجی سیستم نرم‌افزار

۸-٤- مشاهده نتایج به صورت جدول:

می توان با انتخاب منوی View>> Table اطلاعات تمام متغیر های مربوط به گره‌ها یا لوله‌ها را به صورت جدول مشاهده کرد. همچنین می‌توان یک یا چند متغیر دلخواه را برای گره‌ها یـا لولـه‌های مشخصی انتخاب و به صورت جدول مشاهده نمود.

فصل نهم

فرمت داده های ورودی

۹-۱- آماده سازی داده‌ها

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

۱- تمام اعضای شبکه و اتصالاتشان را مشخص کنید. اعضای شبکه شامل لوله‌ها، پمپ‌ها، شیرها، تانک‌های ذخیره و مخازن می‌باشند. یک «گره»[۴۹] عبارتست از اتصالی که اعضای شبکه را به همدیگر وصل می‌کند. تانک‌ها و مخازن اغلب به عنوان گره درنظر گرفته می‌شوند. اعضاء (لوله، پمپ یا شیر) که دو گره را به هم وصل می‌کنند، یک «قطعه»[۵۰] نامیده می‌شوند.

۲- اعداد منحصر به فرد ID برای تمام گره‌ها تعیین کنید. اعداد ID می‌توانند 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.

٤- 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. characterisfic 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 پرید زمانی که شبیه‌سازی انجام می‌شود،

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

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

EPANET داده های 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[۵۳] است شروع می‌شود. شکل ۹-۱ یک مثال از فایل EPANET ارائه می نماید. (هر متنی که پس ازعلامت (؛) ظاهر می‌شود، یک توضیح اضافه، برای واضح‌تر بودن فایل است) کلمات کلیدی و طبقه‌بندی‌هایی که برای نمایش داده‌های ورودی بکار می‌رود، عبارتند از:

	عنو
تنها بخش‌های [Junctions]و [Tanks] و [Pipes] ضروری هستند. نظم بخش‌ها مهم نیست، بجز زمانی که داده‌ها در یک بخش به یک گره اشاره کند، در آنصورت 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 می شود، نیز صادق است. برای اینکه ازاین نظر مطمئن باشید، می‌توانید بخشهای مختلف را قرار دهید: [title] ، [Junction] ، [tanks] ، [Pipes] ، [valves]، [pumps] هر بخش می تواند شامل یک یا چند خط داده(data) شود. خط‌های خالی ممکن است در هر جای فایل ظاهر شوند و علامت (؛) برای نمایش اینکه، آنچه	**[Title]**	
	اطلاعات گره اتصال	[Junctions]
	اطلاعات مخزن/ اطلاعات تانک	[Tanks]
	اطلاعات لوله ها	[Pipes]
	اطلاعات پمپ ها	[Pumps]
	اطلاعات شیرها	[Valves]
	فرمت گزارش خروجی	[Report]
	وضعیت اولیه قطعات انتخاب شده	[Status]
	قوانین کنترل قطعات	[Controls]
	الگوهای زمانی دوام منبع و مصرف آب	[Patterns]
	پارامترهای گام زمانی شبیه‌سازی	[Time]

53. bracket

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

کلمات کلیدی می‌توانند در بالا و پایین هر قسمت ظاهر شوند. واحدهای پیش فرض برای تمام داده‌ها به‌صورت 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 (f/s) در بخش [options] وجود دارد. در حالت آخر، برای تمام کمیت‌ها، واحدهای SI (متریک) به‌کار می رود، بنابراین طول‌ها و فشارها برحسب متر بیان می‌شوند. واحدهای غلظت می‌توانند در بخش [optoins] به هر اندازهٔ دلخواه دیگری تغییر پیدا کنند.

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

۹-۲ - فرمت فایل ورودی

اکنون یک توصیف کامل از داده‌های هر بخش فـایل ورودی بـر حسـب حـروف الفبـا ارائـه می‌شود. هربخش با یک صفحه جدید شروع می‌شود. کلمات کلیدی[54] به صـورت پررنـگ نشـان داده شده و اقلامی[55] که می توانند بصورت اختیاری استفاده شوند در پرانتز قرار داده شده‌اند.

بخش [CONTROLS] :

هدف: اجازه می‌دهد وضعیت‌های شیرها، پمپ‌ها و لولـه‌ها در شـبکه در زمان‌هـای بخصـوص یـا 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 پمـپ در بخش پمپ ها [Pumps] استفاده می شود.
- وضعیت یک شیر(فشار، جریان یا ضریب افت) یا حالت آن (باز یا سیستم Open یـا Closed)
- وضعیت یک لوله (باز Open یا سیستم Closed)

tvalue = زمانی که وضعیت قطعه تغییر می‌کند

54. Mandatory Keywords

55. Items

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 می‌تواند بصورت‌های 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 ft (m) و اگر گره کنترل کننده یک گره اتصال است، مساوی است با تراز فشار آن گره Psi (m)

تفسیر[۵۶] :

برای هر قانون کنترل از یک خط استفاده کنید. یک قطعه می‌تواند تحت تأثیر بیشتر از یک قانون کنترل باشد. کنترل می‌تواند بر اساس زمان، یا ترازهای آب[۵۷] در تانک‌ها (نه ارتفاع[۵۸] آنها)، یا فشار درگره های اتصالی باشد. اولین فرمت، کنترل را در زمان‌های طراحی شده، انجام می‌دهد. زمان‌ها می‌توانند برحسب دقیقه: ساعت (ساعت و دقیقه) یا به صورت یک عدد اعشاری بیان شود. در حالت اخیر واحد پیش فرض برای زمان، ساعت می‌باشد.

فرمت دوم کنترل را موقعی انجام می‌دهد که وضعیت یک گره خاص به زیر تراز کارکردش سقوط می‌کند در حالی‌که فرمت سوم کنترل را موقعی انجام می‌دهد که وضعیت یک گره خاص به بالای تراز کارکردش صعود می‌کند.

وضعیت پمپ‌های با سرعت ثابت[۵۹]، یا باز (پمپ روشن) است یا بسته (پمپ خاموش). شما می‌توانید یک پمپ با سرعت متغیر را با مشخص کردن یک فاکتور سرعت برای وضعیت‌اش، شبیه سازی کنید. بدین ترتیب که، وقتی فاکتور مساوی صفر است، پمپ در وضعیت خاموش است. موقعیکه فاکتور مساوی یک است، پمپ روی منحنی مشخصه اصلی اش کار می‌کند. مقادیر دیگر برای فاکتور سرعت، وضعیت منحنی مشخصه را همانطورکه در فصل ۲ توضیح داده شده، تغییر می‌دهد.

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 حالی‌که وضعیت مجاز برای لوله‌ها باز یا بسته بـودن اسـت، اگـر یـک لولـه بسـته باشـد، EPANET وجود یک شیر را روی خط لوله فرض می‌کند. به یاد داشته باشید برای رسیدن به ایـن مقصود، بایستی در بخش [valves] یک شیر مشخص نمائید.

مثالها:

پمپ 23 باز شود موقعیـکه تـراز آب در تـانک در گـره 45 زیـر 23ft می‌افتـد و بسـته شـود موقعی‌که 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 می شود.

```
LINK    245    CLOSED    AT    3    TIME
```

موقعیکه فشار درگره 10 بالای 75Psi می رود، سرعت پمپ 1 ، به نصـف سـرعت فعلیـش سقوط می‌کند.

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

بخش [Demands] :

هدف: یک راه حل دیگر برای بخش [Junctions] برای ورود جریان‌های مـورد نیـاز پایـه در گروه‌های (مصرف پایه گره ها)، 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 مقـدارش را در منحنی قرار می‌دهیم)- (مصرف پایه گره)

pattern = شماره الگوی مصرف گره دلخواه[60] بـرای الگـوی زمـانی کـه در بخـش [pattern] تعریف شده است.

60. Options

تفسیر[61] : 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[62] 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 درنظر گرفته می‌شود و الگوی زمانی 1 به آن نسبت داده می شود.

گره‌های ذخیره (شامل تانک‌ها و مخازن)، مصرف و جریان وارد شونده از خارج ندارند.

مثال:

3 245 12 گرهٔ 12 یک مصرف پایه بمیزان 245 گالن در دقیقه دارد که طبق الگوی زمانی 3در طول زمان تغییر می کند.

-450 34 گرهٔ 34 یک جریان ورودی پایه از طرف خارج به میزان 450 گالن در دقیقه دارد.

بخش [Junctions]:

هدف: تعیین ارتفاع ها و به طور دلخواه مصارف پایه (نیازهای پایه) و الگوهای زمانی برای تمام گره های اتصالی در سیستم.

فرمت: id elev (demand) (pattern)

پارامترها:

id = شماره گره = شماره معرف گره ID

elev = ارتفاع گره ft , (m)

demand = مصرف پایه (برای جریانهای خارجی که بطرف گره می آیند، این گره مانند منبع[63] عمل می کند 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.

56 245 123 گره 123 در ارتفاع 245 ft قرار دارد و مصرف پایه اش 56 گالن در دقیقه می باشد.

2 245- 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 می‌کند.

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
DIFFUSITY	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 درنظر گرفته می شود)

D-W (فرمول دارسی – وایسباخ)

C-M (فرمول شزی – مانینگ)

توجه کنید که هرکدام 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 می‌تواند 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 [pumps] ,[values] و [pipes] را کنترل می کند. بخش ٤-٤ صفحه ٥٤ فرمت این فایل را تشریح می کند.

MAP اسم یک فایل را معین می کند این فایل مختصات و برچسب ها[٦٤] را ذخیره می نماید که موقع اجرای EPANET تحت Windows در یک نقشه نمایش داده می شود. بخش ٥-٤ صفحه ٥٥ فرمت این فایل را تشریح می کند.

64. Label

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 شبیه‌سازی استفاده می‌شود.

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، می‌توان 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، ft (m)

diam = قطر لوله، inch (mm)

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 دارسی – 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

stetting : 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: ویژگی‌های تانک‌های شبکه در این بخش تعریف می‌شود.

فرمت:

node elev (initlevel minlevel maxlevel diam (minuol))

پارامترها:

node : شماره گره

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

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

minilevel : کمترین ارتفاع مجازآب در مخزن ، ft (m)

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

diam : قطر مخزن ، ft (m)

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

بخش [TIMES]:

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

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 می توان هریک 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 می کند.

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 می شود.
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، inches (mm)

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 psi (m) ، 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 می توان 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] مشخصات xy گره ها را مشخص می کند.

[LABELS] مکان و متن برچسبها را مشخص می کند.

[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 برچسبها را مشخص می‌کند.

فرمت :

xcoord ycoord "label 1" (node)

پارامترها:

xcoord : مختصات افقی

ycoord : مختصات عمودی

"label" : متن برچسب

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