آغاز به کار

برای استفاده از نرم افزار EES ابتدا می بایست آن را از طریق فایل فشرده ای به نام Setup_EES.exe نصب کنید.برای اینکار تنها کافی است در محیط ویندوز روی نام فایل دوبار کلیک کرده و محل نصب برنامه را مشخص کنید.



اجرای EES

برنامه به طور پیشفرض دایر کتوریی در آدرس EES32\CC می سازد و همه ی فایل های مورد نیازش را در آن کپی می کند.آیکون اصلی برنامه به شکل بالاست که برای به اجرا در آمدن برنامه می بایست روی آن دوبار کلیک کنید.کلیه فایلهای EES نیز با همین آیکون در محیط ویندوز نمایش داده می شوند. با دوبار کلیک روی فایلهای EES برنامه درون آنها بارگذاری شده و آماده اجرا خواهد بود.

اطلاعات اوليه

برنامه EES با پنجره ای که نشان دهنده اطلاعات ثبت آن، شماره ی نسخه و اطلاعات دیگری است بالا می آید. اگر این اولین باری باشد که برنامه را راه اندازی می کنید برنامه از شما می خواهد که واحدهای پیشفرض را انتخاب کنید (نسخه ۲) برای ادامه دکمه ی continue را فشار دهید.

اطلاعات راهنما در هرجایی از محیط EES با فشردن دکمه ی F1 در دسترس می باشد.با کلیک روی هر کدام از عنوانها به زیر مجموعه ی مورد نظر وارد می شوید.



فرمان های EES در میان ۹ منوی باز شونده (منوی دهم می تواند توسط کاربر تعریف شود) گنجانده شده اند. توضیح مختصری از کاربرد هر کدام را در زیر مطالعه می کنید :

دقت کنید که یک نوار ابزار در زیر منوی اصلی برنامه قرار گرفته است. این نوار ابزار دارای آیکون های کوچکی است که به شما امکان دسترسی سریع به گزینه های پر استفاده محیط EES را می دهد. اگر نشانگر موس را روی هرکدام از آیکون ها برده و لحظه ی صبر کنید، کلماتی ظاهر می شوند که نمایش دهنده کاربرد و یا عملکرد فرمان مورد نظر می باشند. این نوار ابزار را در صورت نیاز می توانید از طریق منوی Options و گزینه ی Preferences پنهان کنید.

 Image: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 Chi I Amage: Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

 <t

- ۰. منوی File دربردارنده فرمانهایی برای باز کردن و ذخیره فایلها همچنین ترکیب چند فایل با هم (merge) می باشد. و نیز قابلیت های چاپ از طریق آن فراخوانی می شوند.
 - ۲. منوی Edit عملیات معمول کپی، پیست و برش را در بر می گیرد
- ۳. منوی search گزینه های Find و Replace را که جهت جستجو و جایگذاری نوشته های محیط EES بکاربرده می شوند را شامل می شود
- ۴. منوی Options برای تنظیم حدس اولیه و شرایط مرزی کاربرد دارد.همچنین می توانید واحد
 های اندازه گیری برنامه را در این قسمت تنظیم کرده و گزینه های پیش فرض محیط کاری EES
 را نیز تغییر دهید.
- ۵. منوی Calculate دارای گزینه های برای بررسی، فرم دهی و حل معادلاتی است که در محیط
 EES وارد کرده اید
- ۶. منوی Tables شامل فرمانهایی برای تنظیم و ویرایش محتوای جداول برنامه و همچنین به اجرا در آوردن رگراسیون خطی داده ها وارد شده می باشد. جدول پارامتریک این امکان را فراهم می کند که برنامه چندین بار مجموعه ای از معادلات را در حالی یک یا چند پارامتر آنها تغییر می کند حساب کند. جداول مراجعتی (lookup tables) به کاربر این امکان را می دهند که جداول داده ای خودش را تنظیم کند و در حل معادلا آنها را بکار گیرد.
- ۷. منوی plot شامل ابزاری برای رسم و ویرایش نمودارهایی است که از خروجی معادلات حل شده قابل استخراج هستند. همچنین قابلیت curve-fitting نیز در این قسمت در دسترس می باشد.
- ۸. منوی windows از منوهای استاندارد برنامه های تحت ویندوز می باشد که امکان مدیریت
 پنجره های باز برنامه EES را در اختیار کاربر قرار می دهد.
 - ۹. از منوی Help برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد نرم افزار EES استفاده می شود.

توانایی اصلی EES در حل مجموعه ای معادلات غیر خطی جبری به صورت همزمان می باشد. برای مشاهده ی نحوه ی عملکرد این قابلیت برنامه ی EES را راه اندازی کرده و معادلات زیر را در پنجره

معادلات Equation window وارد کنید. دقت کنید که EES هیچ فرقی بین حروف کوچک و بزرگ قایل نمی شود و علامت ^ (یا **) نشانگر توان می باشد.

Equations Window	
X*In(X)=Y^3	<u> </u>
sqrt(X)=1/Y	
	_
त	

اگر بخواهید می توانید معادلات را به صورت نوشتاری ریاضی نمایش دهید.برای اینکار از منوی windows گزینه ی windows را انتخاب کنید.

Equations	
$X \cdot \ln(X) = X^3$	
$\sqrt{X} = \frac{1}{X}$	
, Y	

برای حل معادلات فرمان solve را از منوی calculate انتخاب کنید. یک پنجره محاوره ای ظاهر می شود که پیشرفت کار را به شما نمایش خواهد داد و پس از پایان محاسبه دکمه آن از Abort به Continue تغییر می کند.



روی دکمه ی continue کلیک کنید. حل این معادلات به صورت زیر نمایش داده می شوند.

Y = 0.8255	
	Y = 0.8255

نمونه ای از حل یک مسئله ی ترمودینامیکی

برای آشنایی بیشتر شما با نحوه ی عملکرد و چگونگی بکارگیری قابلیت های EESدر این قسمت نمونه ای از یک مسئله ی ساده ی ترمودینامیکی را با کمک این نرم افزار حل می کنیم.

مبرد R134a با سرعت 15 m/s وار شیری در شرایط 700kPa فشار و دمای 50 c می شود. در خروجی شیر فشار 300 kPa می باشد. مساحت سطح مقطع قسمت ورودی و خروجی سیال 0.0110 متر مربع می باشد. دبی جرمی ، دما و سرعت را در خروجی شیر بدست آورید.



برای این مسئله لازم است ابتدا سیستم ترمودینامیکی انتخاب شود و سپس معادلات جرم و انرژی برای آن نوشته شود. شیر به عنوان سیستم انتخاب می شود و دبی جرمی پایدار در نظر گرفته می شود. پس تعادل جرمی به صورت زیر برقرار است.

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$
 (1)



که در آن

$$\dot{\mathbf{m}}_{i} = \mathbf{A}_{i} \operatorname{Vel}_{i} / \mathbf{v}_{i}$$
⁽²⁾

$$\dot{m}_1 = A_2 \operatorname{Vel}_2 / v_2 \tag{3}$$

m = mass flowrate [kg/s]
 A = cross-sectional area [m²]
 Vel = velocity [m/s]
 v = specific volume [m³/kg]

می دانیم که :

$$A_1 = A_2 \tag{4}$$

شیر را کاملا عایق در نظر می گیریم و فرض می کنیم که در جای خود هیچ حرکتی ندارد. در این صورت انتقال حرارت و اثر کار روی آن صفر خواهد بود. معادله شرایط پایدار انرژی برای شیر به صورت زیر خواهد بود :

$$\dot{m}_1 \left(h_1 + \frac{Vel_1^2}{2} \right) = \dot{m}_2 \left(h_2 + \frac{Vel_2^2}{2} \right)$$
 (5)

در این معادله h انتالپی مخصوص و vel^2/2 انرژی جنبشی مخصوص می باشند. در سیستم SI انتالپی مخصوص دارای واحد [kj/kg] می باشد. چنانچه تبدیل واحد در برنامه مورد نیاز باشد EES آن را از طریق فرمان Convert که در ادامه شرح داده شده است به انجام می رساند. اضافه بر این EES می تواند به طور اتوماتیک بررسی کند که تبدیل واحد های انجام شده در معادلات مختلف از نظر ابعادی درست باشند. فرمان Check units در زیر مجموعه ی منوی Calculate این کار را به صورت دستی انجام می دهد.

از روابط بين خواص براي مبرد R134a داريم :

- $\mathbf{v}_{1} = \mathbf{v} \left(\mathbf{T}_{1}, \mathbf{P}_{1} \right) \tag{6}$
- $\mathbf{h}_{i} = \mathbf{h} \left(\mathbf{T}_{i}, \mathbf{P}_{i} \right) \tag{7}$
- $\mathbf{v}_2 = \mathbf{v} \left(\mathbf{T}_2, \mathbf{P}_2 \right) \tag{8}$
- $\mathbf{h}_2 = \mathbf{h} \left(\mathbf{T}_2, \mathbf{P}_2 \right) \tag{9}$

عبدالحكيم قدس

به طور معمول از جملات شامل سرعت صرف نظر می شود. ابتدا به این دلیل که اثر انرژی جنبشی کوچک می باشد و نیز دخالت این معادلات می تواند حل را پیچیده کند. با این وجود با کمک EES پیچیدگی معادلات فاکتور تاثیر گذاری نیست. از این رو کاربر می تواند سرعت را نیز در نظر بگیرد و اثر آن را در حل مسئله بررسی کند.

مقادیر P_1 ، P_1 ، P_1 ، P_1 ، T_1 و P_2 معلوم هستند. در اینجا ۹ مجهول وجود دارد P_1

 $A_2, \dot{m}_1, \dot{m}_2, Vel_2, h_1, v_1, h_2, v_2, T_2.$

از آنجا که ۹ معادله هم وجود دارد مسئله معلوم است. تنها کاری که باقی می ماند حل معادلات است و این درست همانجایی است که EES می تواند به شما کمک کند.

برنامه ی EES را راه اندازی کرده و گزینه ی New را از منوی File انتخاب کنید. پنجره ی معادلات خالی نمایش داده می شود. قبل از وارد کردن معادلات لازم است برای بکارگیری توابع خواص ترمودینامیکی واحد های سیستم مشخص شوند. برای نمایش یا تغییر سیستم واحدها از منوی Options تب Unit system را انتخاب کنید.

Unit System	Specific Properties	Blog
• SI	• Mass basis	
C English	C Molar basis	E Sto
Temperature Units	Pressure Units	
Celsius	C Pa C bar	
C Kelvin	⊙ kPa ∩ MPa	
Energy Units	Trig Functions	V 01
CI	Degrees	¥ 6
⊙ kJ	C Radians	× Land

به صورت پیشفرض EES روی واحد های SI تنظیم شده است که در آن دما بر حسب درجه ی سانتیگراد و فشار بر حسب کیلوپاسکال سنجیده می شود. برای اطمینان از اینکه تنظیمات مورد نظر در گذشته تغییر نکرده باشند پنجره ی مربوطه را باز کرده و از درستی آنها اطمینان حاصل کنید.

حالا می توانید متن برنامه را وارد کنید. برای وارد کردن متن در پنجره ی Equation window مانند هر نرم افزار دیگر ویرایشگر متن عمل می شود. اما می بایست قوانین نوشتاری زیر را در آن رعایت کنید :

- ۰۱ فرقی بین حروف بزرگ و کوچک وجود ندارد اما EES به صورت انتخابی بزرگی و کوچکی حروف متغیرها را به همان صورتی که در ابتدا وارد کرده باشید تغییر می دهد.
- ۲. می توانید فضا و خط خالی در متن برنامه بنا به دلخواه وارد کنید. EES آنها را در حل برنامه در نظر نمی گیرد.
- ۳. یاد داشت ها می بایست درون براکت {} قرار بگیرند یا می توانید از نقل قول " " استفاده کنید. هر چند خط که می خواهید می توانید از خطوط یاد داشت استفاده کنید. استفاده بیشتر از یاد داشتهای درون برنامه نشان دهنده کیفیت بهتر کد نویسی شما خواهد بود.
- ۴. نام متغیرهای می بایست با یک حرف الفبای انگلیسی شروع شود و می تواند شامل هر کاراکتر دیگری غیر از ":{}^-+/*'() یا ; باشد. متغیرهای آرایه ای با استفاده از براکت تعریف می شوند مانند [5,3] متغیرهای رشته ای با کاراکتر \$ در انتهای نامشان مشخص می شوند. حداکثر طول نام یک متغیر می تواند ۳۰ کاراکتر باشد.
- ۵. در یک خط می توان چندین معادله را پشت هم وارد کرد اما می بایست هرکدام را با کاراکتر سمی
 کولون ; از هم جدا کنید. حداکثر طول یک خط می تواند ۲۵۵ کاراکتر باشد.
 - ۶. برای نمایش توان از نماد ^ یا ** استفاده می شود.
 - ۷. ترتیب وارد کردن معادلات در این نرم افزار اهمیت ندارد.
 - ۸. محل قرار گیری متغیرهای معلوم و مجهول اهمیت ندارد.
- ۹. واحد مقادیر ثابت را می توان در ادامه ی مقدار عددی درون کروشه وارد کرد مانند g=9.81[m/s^2]

۱۰۰ از کاراکتر زیر خط برای نمایش اندیس می توان استفاده کرد. در حالت نمایش فرمت شده نمادهای به صورت یونانی نمایش داده خواهد شد.

بعد از وارد کردن معادلات و چک کردن آنها با کمک Check/Format در قسمت Calculate پنجره ی Equation Window به صورت نمایش داده شده در تصویر خواهد بود. توجه کنید که 1_ و 2_ برای نمایش حالت اول و دوم هر خاصیت بکار برده شده است. بجای آنها می توان از متغیرهای آرایه ای مانند [1] و [2] نیز استفاده کرد.یاد داشت های درون برنامه معمولا به رنگ آبی نمایش داده می شوند. دیگر تنظیمات حالت نمایش را می توانید از طریق preferences در منوی coptions تغییر دهید.

🕵 Equations Window		- 🗆 🗙
"Determination of the outlet state of	an R134a throttle"	
"Known Information" T_1=50 [C]; P_1=700 [kPa]; Vel_1 P_2=300 [kPa]	I=15 [m/s]; A_1=0.0110 [m^2]	
m_dot_1=m_dot_2	"mass balance"	
m_dot_1=A_1*Vel_1/v_1	"relation between mass flowrate and fluid velocity"	
M_dot_2=A_2"Vel_2/V_2 A 2=A 1	"inlet and outlet areas are equal"	
"Steady-state energy balance with	no heat or power terms"	
m_dot_1*(h_1+Vel_1^2/2*convert(m	^2/s^2,kJ/kg))=m_dot_2*(h_2+\/el_2^2/2*convert(m^2/s^2,kJ/kg	g))
v_1=volume(R134a,T=T_1,P=P_1); v_2=volume(R134a,T=T_2,P=P_2);	h_1=enthalpy(R134a,T=T_1,P=P_1) h_2=enthalpy(R134a,T=T_2,P=P_2)	
\$TabStops 0.5 2 in		

سازگاری واحد ها به اندازه وارد کردن درست معادلات اهمیت دارد. اگر واحد هر متغیر در معادلات مشخص باشد EES می تواند سازگاری آنها را نیز بررسی کند. واحد مقادیر ثابت مانند T_T را می توان در ادامه ی مقدار عددی به صورتی که نشان داده شده است درون براکت مشخص کرد. برای متغیرها تعیین واحد به مقدار عددی به صورتی که نشان داده شده است درون براکت مشخص کرد. برای متغیرها تعیین واحد به مقدار عددی به صورتی که نشان ماه داده شده است درون براکت مشخص کرد. برای متغیرها تعیین واحد به مقدار عددی به صورتی که نشان داده شده است درون براکت مشخص کرد. برای متغیرها تعیین واحد به مقدار عددی به صورتی که نشان داده شده است درون براکت مشخص کرد. برای متغیرها تعیین واحد به مندار عددی به صورتی که نشان داده شده است درون براکت مشخص کرد. برای متغیرها تعیین واحد به منوی آبست تا چند روش امکان پذیر است. راحت ترین راه شاید انتخاب متغیر درون معادله و کلیک راست روی آن است تا منوی آبشاری ظاهر شود. در این منو چند گزینه ی مفید قرار گرفته است. با استفاده از گزینه ی منوی آبشاری ظاهر شود. در این منو چند گزینه ی مفید قرار گرفته است. با استفاده از گزینه ی دون معادله و کلیک راست روی آن است تا منوی آبشاری ظاهر شود. در این منو چند گزینه ی مفید قرار گرفته است. با استفاده از گزینه ی دون دور معادلو و رود. پس از کلیک کردن این گزینه در دو طرف مقدار انتخاب شده براکت قرار می گیرد و برنامه دیگر آن قسمت را در نظر نمی گیرد. با انتخاب

دوباره ی همین گزینه در صورت وجود براکت ها آنها پاک خواهند شد. باقی قسمت کارایی معمول خود را دارد. گزینه ی variable info راه ساده ای برای تعیین واحد متغیر انتخاب شده فراهم می آورد.

Equations Window	
"Determination of the outlet state of an R13 "Known Information" T_1=50 [C]; P_1=700 [kPa]; Vel_1=15 [m P_2=300 [kPa]	4a throttle" /s]; A_1=0.0110 [m*2]
m_dot_1=m_dot_2 "mas m_dot_1=A_1*Vel_1/v_1 "rela m_dot_2=A_2*Vel_2/v_2 "inlet" A_2=A_1 "inlet" "Steady-state energy balance with no heat m_dot_1*(h_1+Vel_1*2/2*convert(m*2/s*2,k)) v_1=volume(R134a,T=T_1,P=P_1); h_1=er v_2=volume(R134a,T=T_2,P=P_2); h_2=er \$TabStops 0.5 2 in \$TabStops 0.5 2 in	s balance" ion between mass flowrate and fluid velocity" and outlet areas are equal" or power terms" J/kg))=m_dot = #4, 200/2*-privert(m^2/s^2,kJ/kg)) Comment Units List thalpy(R134a,T Cut Copy Paste Variable Info Print Selection

با انتخاب گزینه ی variable info پنجره ای محاوره ای به صورت زیر نمایش داده می شود که در آن می توانید فرمت نمایش و واحد اندازه گیری را مشخص کنید.

Format:	Auto for	nat	3	
Hilite:	Normal	FG:		BG:
Units:	kg/s			
C Keu	Variable			

دقت داشته باشید که برای تبدیل واحد می توانید از قابلیت Convert برنامه نیز استفاده کنید. توضیحات بیشتر در ادامه ارائه خواهد شد.

در نرم افزار EES شما می توانید خواص مواد مانند حجم مخصوص ، انتالپی ، آنتروپی و ... را توسط توابع مخصوصی با ارائه داده های مورد نیاز دیگر بدست آوید. این توابع فرمت نوشتاری خاصی دارند که حتما می بایست رعایت شود.

v_1=volume(R134a,T=T_1,P=P_1);

آرگومان اولیه که می بایست مشخص شود نام ماده ی مورد نظر است در این مورد خاص R134a. در ادامه می بایست از کاراکترهایی که نمایانگر خاصیت مستقل باشد و یک علامت تساوی استفاده کرد. حروف قابل استفاده شامل T,P,H,U,S,V و X می باشند که به ترتیب نشانگر دما، فشار ، انتالپی مخصوص،انرژی درونی مخصوص،آنتروپی ویژه، حجم مخصوص و کیفیت است. (برای توابع سایکومتریک حروف دیگر قابل استفاده شامل W,R,D و B می باشد که به ترتیب نمایانگر نسبت رطوبت،روطوبت نسبی،دمای نقطه ی شبنم و دمای حباب مرطوب می باشند.

برای آنکه نیاز نباشد نام یک به یک توابع را به خاطر بسپارید می توانید از گزینه ی Function در منوی Options می باشد. پس از فراخوانی این فرمان و مشاهده ی پنجره ی مربوطه روی دکمه ی رادیوی Fluid Properties کلیک کنید. لیستی از توابع خواص ترمودینامیکی در سمت چپ همراه با لیست مواد تعریف شده در برنامه در سمت راست نمایش داده خواهند شد. برای انتخاب محمت مورد نظر روی نام آن کلیک کنید، با استفاده از نوار لغزنده ی کناری هم می توانید در لیست گردش کنید. با استفاده از نوار لغزنده ی کناری هم می توانید در لیست گردش کنید. با استفاده از نوار لغزنده ی کناری هم می توانید در لیست گردش کنید. با استفاده از فرمان و آرگومانهای مورد نیاز در قسمت زیرین پنجره نمایش داده می شود. این نمونه ی از نحوه ی استفاده از فرمان و آرگومانهای مورد نیاز در قسمت زیرین پنجره نمایش داده می شود. این نمونه با تغییر نوع توابع و ماده ی انتخابی ممکن است تغییر کند. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد تابع یا ماده ی انتخابی می توانید از الماده کنید.

Function Information	<u>? ×</u>
 Math functions Fluid properties Solid/liquid properties 	 EES library routines External routines Fin Efficiency
? Function Info	? Fluid Info
AcentricFactor Conductivity [W/m-K] Cp [kJ/kg-K] Cv [kJ/kg-K] Density [kg/m3] Dipole [debye] Enthalpy [kJ/kg] Enthalpy [kJ/kg] Entropy [kJ/kg-K]	R123 Image: Constraint of the second secon
Independent Properties	Pressure [kPa]
Ex: h_1=Enthalpy(R134a,T=T_1,	P=P_1) _1
强 Paste	🗙 Done

برنامه ی EES برای حل معادلات از روش های عددی و سعی و خطا استفاده می کند. یعنی با عدد گذاری سعی می کند دو طرف معادلات را به هم نزدیک کند. شما می توانید محدوده ی حدس هایی که برنامه می زند تعیین کنید. با مشخص کردن این محدوده با توجه به اینکه بسیاری از خواص فیزیکی در یک بازه ی خاص معنی دارند سرعت اجرای برنامه بسیار بالا رفته و ضریب خطا کاهش خواهد یافت.

برای اینکار فرمان Variable Information از منوی Options را فراخونی می کنیم. قبل از نمایش پنجره ی مربوط به این فرمان نرم افزار EES معادلات وارد شده را از نظر خطای نوشتاری بررسی کرده و به صورت مقدماتی اقدام به ترجمه ی برنامه می کند و سپس پنجره را نمایش خواهد داد.

در پنجره ی Variable Information هرکدام از متغیرهایی را که در برنامه وارد کرده باشید در یک خط به صورت جداگانه نمایش داده می شوند. به صورت پیشفرض همه ی متغیرها با حدس اولیه ی 1.0 حل می شوند و بازه ی آنها هم از منفی تا مثبت بی نهایت تغییر می کند.

کارکتر A زیر ستون Display به این معنی خواهد بود که EES به صورت اتوماتیک فرمت مقدار عددی متغیر را هنگام نمایش در پنجره ی Solution Window تعیین می کند. در این حالت EES تعداد مناسبی از ارقام را برای نمایش مقدار عددی درون متغیر انتخاب خواهد کرد. به همین دلیل هم ستون سمت راست آن که تعداد ارقام متغیر را برای نمایش تعیین می کند غیر فعال خواهد بود. روشهای دیگر نمایش اعداد شامل F (برای تعیین تعداد ارقام متغیر از ارای نمایش تعیین می کند غیر فعال خواهد کرد. به همین دلیل هم ستون سمت راست آن که تعداد ارقام متغیر را برای نمایش تعیین می کند غیر فعال خواهد بود. روشهای دیگر نمایش اعداد شامل F (برای تعیین تعداد ثابتی از ارقام پس از اعشار) و E (برای نمایش اکسپوننشیالی) می باشند. تمامی انتخابهای پیشفرض مربوط به این قسمت را می توانید از طریق پنجره ی Information نمایش مربوط به نمایش می کند می شود یا اینکه می توانید آن را به صورت نمایش مربوط به نمایش مربوط به این مامت را می شود یا اینکه می توانید آن را به صورت نمایش مربوط به نمایش مربوط به نمایش منجره ی نمایش می مربوط به نمایش می می شود یا اینکه می توانید آن را به صورت نمایش مربوط به نمایش مربوط به نمایش می می می می می شود یا اینکه می توانید آن را به صورت نمایش مربوط به نمایش دهید.

در پنجره ی Variable Information همچنین می توانید واحد متغیرها را نیز تعیین کنید. این واحدها در پنجره حل نهایی و همچنین در پنجره ی جدول متغیرها نمایش داده می شوند. نرم افزار EES به صورت اتوماتیک تبدیل واحد انجام نمی دهد اما به صورت پیشفرض تنطیم شده است تا درستی معادلات را از نظر ابعادی بررسی کند. این قابلیت را می توانید از طریق گزینه ای در قسمت Preferences تغییر دهید اما به شما هشدار داده می شود که تا زمانی که به مشکلی برخورد نکرده باشید این قابلیت را مورد استفاده قرار دهید.

برای بررسی واحدها به صورت دستی می توانید از منوی Calculate فرمان Check Units را فراخوانی کنید. در مورد این مثال خاص ما تغییری در پنجره یVarianble Infromation نمی دهیم تا پیغام هایی که در صورت عدم مشخص کردن واحد متغیرها مشاهده خواهند شد را بررسی کنیم.

هنگام حل معادلات غیر خطی بسیار مناسب خواهد بود که بازه ی متغیرها را به دقت تنظیم کنید. برای این مسئله ی خاص همچون بسیاری از مسائل دیگر به اینکار چندان نیاز پیدا نخواهید کرد. اما همچنان که حرفه ای تر شده و مسائل پیچیده تری را حل می کنید بیشتر به آن نیاز پیدا خواهید کرد. در این نمونه خاص می توانید حدس اولیه انتالپی خروجی 1_4 را روی 100 و حد پایین آن را روی 0 تنظیم کنید. می دانیم که مقدار این متغیر به صورت منطقی می بایست به مقدار عددی 1_4 نزدیک باشد. حدس اولیه ی متغیر 2_v را نیز که حجم مخصوص خروجی را نمایش می دهد روی 0.1 قرار دهید و حد پایین آن را روی صفر تنظیم کنید. حد پایین 2_vel نیز می بایست روی صفر تنظیم کنید.

برای حل مجموعه ی معادلات روی گزینه ی Solve در منوی Calculate کلیک کنید. یک پنجره ی نمایش داده می شود که در آن گزارشی از جمله **مدت زمان انجام محاسبات** و **ماکزیمم باقی مانده** (حداکثر اختلاف بدست آمده بین سمت راست و چپ معادلات) و **ماکزیمم تغییرات مقدار عددی متغیرها** نسبت به آخرین محاسبات انجام شده روی آنها بدست می دهد. پس از آنکه محاسبات به پایان می رسد EES تعداد معادلات وارد شده و تعداد بلوک ها را نمایش می دهد. بلوک در اصطلاح EES پایان می رسد کفته می شود که به صورت مستقل بدست می دهد. پس از آنکه محاسبات به معادلات به معادلات و ماکزیمم معادلات به معادلات انجام شده روی آنها بدست می دهد. پس از آنکه محاسبات به پایان می رسد EES تعداد معادلات وارد شده و تعداد بلوک ها را نمایش می دهد. بلوک در اصطلاح EES به معادلاتی گفته می شود که به صورت مستقل قابل حل شدن هستند. مشخص کردن بلوکها به EES این امکان را می دهد که با بازدهی بیشتر محاسبات را به انجام برساند. پس از پایان محاسبات دکمه ی نمایش داده معادلات دکمه ی نمایش در این پنجره از محاسبات دکمه ی نمایش در این پنجره از محاسبات دکمه ی نمایش در این پنجره از محاسبات دکمه ی نمایش می دهد در این پنجره در این فرد که به معادلات را به نمایش در این به معادلات در این می دهد که با بازدهی بیشتر محاسبات ترا به انجام برساند. پس از پایان محاسبات دکمه ی نمایش در در این پنجره از Abort



به صورت پیشفرض برنامه هنگامی که به بیش از 100 تکرار می رسد یا مدت اجرای آن از یک دقیقه می گذرد متوقف می شود. از دیگر شرایط توقف برنامه کمتر بودن **حداکثر باقی مانده** از عدد ⁶-10 یا کمتر بود **حدکثر تغییر متغیر** از عدد ⁹-10 می باشد. این پیشفرض ها را می توانید از قسمت Stop Maximum Residual در منوی Options تغییر دهید. اگر عددی که در قسمت Stop تعیین کرده اید ، معادلات به مشاهده می کنید بزرگتر از عددی است که در قسمت Stop criteria تعیین کرده اید ، معادلات به درستی حل نشده اند. احتمال دارد دلیل آن نامناسب بودن بازه ی یک یا تعداد بیشتری از متغیرها باشد. کلیک کردن روی دکمه ی Solution window شما را به پنجره ی Stop window باز می گرداند. از آنجا که مقدار سه متغیر T_2 و m_dot_2 و vel_2 مشخص شده اند مسئله ی ما اکنون حل شده است. با این وجود واحد متغیرها وجود دارد.

Ess Solution			×
Main			-
Unit Settings: [kJ]/[C]/[kPa]	/[kq]/[degrees]		
$A_1 = 0.011 \ [m^2]$	A ₂ = 0.011 [m ²]	h ₁ = 288.5 [kJ/kg]	
h ₂ = 288 [kJ/kg]	m ₁ = 4.952 [kg/s]	m ₂ = 4.952 [kg/m]	
P ₁ =700 [kPa]	P ₂ = 300 [kPa]	T ₁ =50 [C]	
T ₂ = 42.12	Vel ₁ = 15 [m/s]	Vel ₂ = 36.59	
v ₁ = 0.03332 [m ³ /kg]	v ₂ = 0.08129 [m ³ /kg]	-	
1 potential unit problem wa	s detected. Check Units		
Purple units were automation	cally set. Right click on the varia	able to confirm or change the units.	
			•

اگر EES روی گزینه ی بررسی اتوماتیک واحدها تنظیم شده باشد در این مرحله به شما مشکلات واحدها را گزارش می دهد. معمولا این مشکلات به دلیل این پیش می آید که شما واحد یک یا چند متغیر برنامه را مشخص نکرده اید. نرم افزار EES به طور اتوماتیک برای متغیرهایی که در سمت چپ علامت مساوی هر معادله قرار گرفته باشند به طور اتوماتیک واحد را شناسایی کرده و قرار می دهد.(این قابلیت را می توانید از طریق منوی Options و در قسمت Pereferences غیر فعال کنید) متغیرهایی که به طور اتوماتیک تعیین واحد شده باشند با رنگ بنفش نمایش داده می شوند. با کلیک راست روی متغیرهایی که با رنگ بنفش مشخص شده اند می توانید واحد تعیین شده را تایید کنید یا آن را تغییر دهید. حتی با تنظیم اتوماتیک واحدها توسط نرم افزار ممکن است لازم باشد بعضی از آنها را تغییر دهید. حتی هنگامی که خودتان به صورت دستی همه ی واحدها را تعیین می کنید باز هم ممکن است در حل مسئله از نظر ابعادی خطاهایی بروز کند. برای بررسی درستی واحدها روی دکمه ی کنید Ucheck Units کنید) کنید.

🔩 Check Units

 $m_dot_1^{(h_1+Vel_1^2/2^convert(m^2/s^2,kJ/kg))=m_dot_2^{(h_2+Vel_2^2/2^convert(m^2/s^2,kJ/kg))}$ The dimensions of h_2 [kJ/kg] and (Vel_2)^2/2 * 0.001 [dimensionless * (kJ/kg)/(m^2/s^2)] are inconsistent.

Click the left or right mouse button on an equation to access options.

خطای تعیین واحد در این مسئله به دلیل عدم مشخص کردن واحد متغیر vel_2 پیش آمده است. واحدها از چندین طریق قابل تعیین کردن می باشند. معمولا ساده ترین راه کلیک راست روی متغیر(یا متغیرها) در پنجره ی Solution و انتخاب گزینه ی Set Variable Units می باشد. سپس می توانید در پنجره ای که نمایش داده می شود واحد متغیر مورد نظر را تعیین کنید.

Jump to Equations Window	
Set Variable Units	
Disable Unit Checking	
Help	

گزینه ی Set Variable Units پنجره ی Variable Information را برای معادله انتخاب شده نمایش می دهد. برای متغیر vel_2 واحد m/s را همانطور که در تصویر زیر نشان داده شده است تنظیم کنید. با کلیک روی واحدهایی که با رنگ بنفش مشخص شده اند می توانید آنها را تغییر داده یا تایید کنید. اگر معادله ی دیگری هم داشته باشید که اخطار تعیین واحد برای آن مشاهده می شود می بایست همین فرآیند را برای یک به یک آنها تکرار کنید تا همه ی اخطار ها محو شوند.

how array variables how string variables Variable	Guess 💌	Lower	Upper	Displ	ay	Units	Key	Comm
m_dot_1	1	-infinity	infinity	A 3	N	kg/s		
h_1	1	-infinity	infinity	A 3	N	kJ/kg		
Vel_1	1	-infinity	infinity	A 3	N	m/s		
m dot 2	1	-infinity	infinity	A 3	N	kg/m		
h 2	1	-infinity	infinity	A 3	N	kJ/kg		
Vel 2	1	-infinity	infinity	A 3	N	m/s		

هنگامی که واحد همه ی متغیرها تعیین شده باشد نرم افزار EES پیامی را که نشان دهنده عدم وجود مشکل در تعیین واحدهاست به شما نمایش خواهد داد.

Solution			
Main			
Unit Settings: [kJ]/[C]/[kl	Pa]/[kg]/[degrees]		
A ₁ = 0.011 [m ²]	$A_2 = 0.011 \ [m^2]$	h ₁ = 288.5 [kJ/kg]	$h_2 = 288 [kJ/kg]$
m ₁ = 4.952 [kg/s]	m ₂ = 4.952 [kg/s]	P ₁ = 700 [kPa]	$P_2 = 300 [kPa]$
T ₁ = 50 [C]	$T_2 = 42.12$ [C]	Vel ₁ = 15 [m/s]	Vel ₂ = 36.59 [m/s]
v ₁ = 0.03332 [m ³ /kg]	v ₂ = 0.08129 [m ³ /kg]		
No unit consistency or c	onversion problems were de	tected.	
Calculation time = .0 sec	•		

یکی از مفیدترین قابلیت های نرم افزار EES توانایی آن در مطالعات پارمتریک است. به این معنی که شما می توانید تغییرات بعضی از پارامترهای یک مسئله را در مقایسه با تغییرات بعضی دیگر مورد بررسی قرار دهید. در این مثال خاص ممکن شما علاقمند باشید بدانید که با تغییر فشار خروجی دما و سرعت گازهای خروجی چگونه تغییر می کنند. با استفاده از دستورات و فرامین منوی Table شما می توانید مجموعه ای از اینگونه بررسی ها را روی مسئله ای که از پیش در EES تعریف کرده اید اعمال کنید.

گزینه ی New Table را انتخاب کنید. پنجره ای نمایش داده خواهد شد که در آن لیست متغیرهای T_2 , p_2 , p_2 و برنامه لیست شده اند. در این مورد خاص ما جدولی آماده خواهیم کرد که شامل متغیرهای p_2 , p_2 و

Vel_2 می باشد. روی متغیر p_2 کلیک کنید تا به صورت پر رنگ نمایش داده شود. حال می توانید با کلیک روی دکمه ی Add آن را به لیست سمت راست اظافه کنید.



همین فرآیند را برای متغیرهای h_2 ، T_2 و Vel_2 تکرار کنید. با استفاده از نوار لغزنده ی کنار لیست می توانید در لیست گردش کنید و متغیرهای مورد نظر خود را به محدوده ی دید منتقل کنید. با دوبار کلیک روی نام هر متغیر می توانید سریع آن را به لیست سمت راست اظافه کنید و دیگر نیاز به استفاده از دکمه ی Add نخواهد بود. در انتها پنجره به صورت بالا در خواهد آمد. نام جدول را هم می توانید در این زمان مشخص کنید هم در مراحل بعدی آن را تغییر دهید، با کلیک روی دکمه ی OK ، جدول ساخته می شود.

پنجره ی Parametric Table بسیار شبیه نرم افزارهای صفحه گسترده (مانند اکسل) عمل می کند و شما می توانید مقادیر دلخواه خود را به صورت مستقیم در جدول وارد کنید. اعدادی که شما وارد می کنید به رنگ سیاه نمایش داده می شوند و همانند این خواهد بود که آنها را با یک معادله در پنجره ی Equation تعیین می کنید. خط 2=300 را در پنجره ی معادلات پاک کنید یا آن را درون براکت } قرار دهید. به دلیل اینکه قرار است مقدار آن را در جدول تعیین کنید نیازی به تعیین آن به وصورت مستقیم در برنامه نخواهید داشت. اکنون مقادیری از p_2 که می خواهید T_2 را بر اساس آنها مشخص شود در جدول وارد کنید. مقادیر 100 تا 550 برای این مثال در نظر گرفته شده است. می توانید این مقادیر را با استفاده از گزینه ی Alter values به صورت اتوماتیک تعیین کنید. برای اینکار از قسمت بالای جدول خانه ی مربوط به p_2 کلیک راست کرده و گزینه ی Alter Values را انتخاب کنید. همچنین می توانید از علامت آن که به شکل مثلث سیاه رنگی در گوشه ی بالای خانه ی جدول قرار گرفته است استفاده کنید. اکنون جدول به صورت زیر خواهد بود.

Es Paramet	ric Table			- 🗆 🗵
Table 1				
110	1 ► P ₂ [kPa]	² T ₂ [C]	.3 ► h ₂ [kJ/kg]	4
Run 1	100			
Run 2	150			
Run 3	200			
Run 4	250			
Run 5	300			
Run 6	350			
Run 7	400			
Run 8	450			
Run 9	500			
Run 10	550			

حال می بایست فرمان Solve Table را از منوی Calculate فراخوانی کنید. پنجره ی Solve Table تمایش داده خواهید حل برا اساس آن Table نمایش داده خواهید حل برا اساس آن صورت گیرد را مشخص کنید.

هنگامی که گزینه ی Update Guess Values انتخاب شده باشد. حل بدست آمده از آخرین اجرا برای حل معادلات در مرحله ی بعد مورد استفاده قرار خواهند گرفت. روی دکمه ی OK کلیک کنید. پنجره ای نمایش داده خواهد شد پیشرفت کار را مشخص می کند. هنگامی که عملیات حل به پایان برسد مقادیر متغیرهایی که انتخاب کرده بودید درون جدول لیست خواهند شد.

📴 Parametric Table					
Table 1					
110	1	² T ₂ [C]	³ ► h ₂ [kJ/kg]	4	
Run 1	100	32.23	282.6	109.9	
Run 2	150	37.02	285.9	73.85	
Run 3	200	39.31	287.1	55.33	
Run 4	250	40.86	287.7	44.11	
Run 5	300	42.12	288	36.59	
Run 6	350	43.24	288.2	31.21	
Run 7	400	44.28	288.3	27.16	
Run 8	450	45.28	288.4	24.01	
Run 9	500	46.25	288.4	21.49	
Run 10	550	47.2	288.4	19.43	

رابطه ی بین 2_p و 2_T اکنون مشخص شده است. اما اگر آن را در یک نمودار رسم کنیم نتایج بدست آمده وضوی بیشتری خواهند یافت. از منوی Plot گزینه ی New plot window را انتخاب کنید. در پنجره ی نمایش داده شده در قسمت x-axis متغیر 2_p و در قسمت y-axis متغیر 2_T را انتخاب کنید. در قسمت پایین گزینه های Grid Lines را برای هر هرو سمت انتخاب کنید تا مشاهده ی مقادیر بدست آمده در نمودار راحت تر باشد. با کلیک روی دکمه ی OK نمودار رسم خواهد شد. بعد از اینکه نمودار رسم شد راههای زیادی برای تغییر پارامترهای آن وجود دارد که می توانید نتیجه ی کار را تا حد امکان به صورت دلخواه در آورید.

New Plot Setup		? ×	
Tab Name: Plot 1		Print Description with plot	
Description:			
X-Axis	Y-Axis	Table	
P_2 T_2	P_2 T_2	Parametric Table	
h_2 Vel_2	h_2 Vel_2	Table 1	
		First Run 1 🛫 Last Run 10 🛫 ☐ Spline fit ☐ Automatic update	
Format A 0	Format A 0	Add legend item	
Minimum 100.0	Minimum 32.00	Show error bars	
Maximum 550.0	Maximum 48.00	Line	
Interval 50.0	Interval 2.00	Symbol None •	
€ Linear € Log	C Linear C Log	Color 🗾	
Grid lines	Grid lines	V OK X Cancel	



با استفاده از این مثال شما اکنون قادر خواهید بود حجم زیادی از مسائل گوناگون را حل کنید. اما به خاطر داشته باشید که قابلیت های این نرم افزار تنها به همین ها محدود نمی شود و توانایی هایی از جمله Curve-Fitting و آنالیز نامعین همچنین تحلیل مختلط و متحرک سازی نیز در آن وجود دارد که شما را ملزم به مطالعه بیشتر می کند.