عنوان کارگاه آموزشي:

مدلسازي تجهيزات فرآيندي در صنعت نفت، گاز و پتروشيمي توسط کدهاي متن باز

موضوع:

مدلسازي تجهيزات فرآيندي در صنعت مهم نفت يکي از رهيافت هاي بنيادي جهت کسب دانش فني و توسعه نرم افزاري اين صنعت به شمار ميآيد. بخش هاي مختلف اين صنعت نظير طراحي، بهينه سازي، مديرت پروژه ها و کنترل فرآيند بدون در اختيار داشتن نرم افزارهاي تخصصي لازم امکان پذير نميباشند. اما توسعه نرم افزارهاي کاربردي نياز به طراحي ماژولهاي زيربنايي مانند مدلسازي تجهيزات، شبيه سازي فرآيند، محاسبه خواص ترموفيزيکي سيالات فرآيندي و واسط هاي کاربري مربوطه دارد. چنين نرم افزارهايي حوزه هاي وسيعي از علوم مهندسي را به کار ميطلبد. محاسبات عددي، ترموديناميک، مکانيک سيالات، طراحي مبدلها، توبربوماشين تنها بخشي از تخصصهاي لازم در مهندسي مکانيک ميباشد که لازمه طراحي مدلهاي مناسب از تجهيزات فرآيندي ميباشند. دروس تخصصي در مهندسي شيمي، کامپيوتر و برق نيز در بخشهاي مهمي از پياده سازي چنين نرم افزارهايي کاربرد دارند.

نگاه مختصري به وضعيت مالي شرکت Aspen Technology (اين شرکت در سال 1981 توسط دکتر لري ايوانز Dr. Larry Evans يکي از اساتيد دانشگاه MIT در رشته مهندسي شيمي تاسيس شده است) که مهمترين محصول آن نرم افزار Aspen در شبيه سازي فرآيند ميباشد، نشان ميدهد درآمد اين شرکت در سال 2011 معادل 166 ميليون دلار بوده است که طي دو سال در شرايط بحران اقتصادي به بيش از 311 ميليون دلار رسيده است. اين شرکت طي 3 سال بيش از 200 ميليون دلار هزينه تحقيق و توسعه نموده است که نشان ميدهد توسعه اين صنعت تا چه حدي وابسته به پژوهش ميباشد. سود خالص آن در سال مالي 2013 ، پس از کسر ماليات بيش از 45 ميليون دلار بوده است. اين شرکت تا کنون از فروش لايسنس 1.67 ميليارد دلار درآمد داشته است و درآمد آن از محل فروش نرم افزار در سه ماهه اول سال مالي 2014 78.7 ميليون دلار بوده است که بيش از 90% درآمدهاي آنرا طي اين دوره شامل ميشود. ارزش اين شرکت در بازار بورس NASDAQ در زمان تهيه اين گزارش بيش از 3.7 ميليارد دلار (مقايسه با جمع ارزش بازار پتروشيمي اراک و خارک ميليارد دلار) ميباشد.

همين اعداد و ارقام بالا نشان دهنده گردش مالي سرشار در صنعت توليد نرم افزارهاي شبيه سازي فرآيند ميباشد که فرصت هاي بسياري جهت سودآوري فرآهم ميآورد.

در دهه اخير و با گسترش موفقيت آميز سيستم عامل لينوکس براساس اجازه نامه متن باز و سپس سيستم عامل اندرويد. که دو پروژه بسيار موفق متن باز ميباشند. توجه برنامه نويسان و توسعه دهندگان نرم افزار به مزاياي اين راهکار نو در توسعه نرم افزار جلب شده است. در حال حاضر در کليه حوزه هاي برنامه نويسي ميتوان برنامه هاي مختلفي که با راه کار متن باز توسعه يافته اند را مثال زد. در بسياري از اين موارد حاميان اين نرم افزارها، شرکت هاي بزرگ صنعتي، دانشگاهها يا دولت ها ميباشند. و در بعضي از موارد نيز پروژه ها بصورت خود جوش از گفتگوهاي و تبادل نظرها در شبکه اينترنت بيرون آمده اند.

درخصوص نرم افزارهاي مدلسازي فرآيند و عناوين مرتط به آن نيز ميتوان نرم افزارهاي مختلفي را که در قالب پروژه هاي متن باز توسعه يافته اند مثال زد.

ascend: يک پروژه نرم افزار متن باز است که توسط دانشگاه Carnegie در پنسيلوانيا امريکا حمايت ميشود. اين پروژه از سال 1978 شروع شده است و توانايي تحليل مدلهاي غير خطي، بهينه سازي و حل معادلات ديفرانسيل را دارد. يک تفاوت عمده اين نرم افزار جدا کردن بخش مدلساز از تحليلگر ميباشد که امکان کار را به صورت مجزا براي برنامه نويسان محاسباتي و مدلسازان فراهم ميآورد. در حال حاضر آخرين نسخه اين نرم افزار به همراه کتابخانه اي از مدلهاي تعريف شده بصورت رايگان از طريق اينترنت در دسترس همگان ميباشد. اساس مدلسازي در اين نرم افزار تعريف معادلاتي است که اثر يک تجهيز را بر فرآيند تعريف ميکنند. تعريف اين معادلات توسط زبان مدلسازي ويژه اي که خاص اين برنامه ميباشد، صورت ميگيرد.

# EMSO simulator: يک نرم افزار شبيه ساز که اساس کار آن تعريف معادلات مي باشد. هر چند اين نرم افزار متن باز به شمار نميآيد اما رايگان است و مجموعه مدلهاي آن بصورت آزاد جهت استفاده منتشر ميگردد. نرم افزار توانايي تحليل ديناميکي، مدلسازي سيستم هاي کنترل فرآيند را دارا ميباشد. حامي اين نرم افزار دانشگاه Federal University of Rio Grande do Sul در کشور برزيل ميباشد.

# DWSIM: يک نرم افزار مستقل مدلسازي فرآيند که توسط دو برنامه نويس توسعه يافته و پشتيباني ميشود. اين نرم افزار بوسيله زبان برنامه نويسي VB.NET نوشته شده است.

# OpenModelica: يک نرم افزار متن باز مدلسازي عمومي جهت تعريف مدلهاي رياضي و تحليل معادلات حاصل.

# باوجود توسعه شگرف نرم افزارها، اين دانش هنوز نو و بديع جلوه ميکند لذا در سالهاي اخير مقالات و پايان نامه هاي بسياري در زمينه روشهاي مدلسازي در سطوح مختلف منتشر شده است. پايان نامه پروفسور David Broman سال 2010 جهت اخذ دکتري علوم و تکنولوژي، تلاشي است جهت توسعه يک زبان مدلسازي پژوهشي و سطح بالا بصورتي که در عين ساده و سبک بودن توانايي هاي زبان Modelica را در تعريف مدلها خود داشته باشد، مدلهاي انعطاف پذير و قابل استفاده مجدد باشند. حاصل کار معرفي زبان MKL ميباشد همچنين، Modelyze يک مترجم آزاد ميباشد که براساس همين ايده طراحي شده است.

# نمونه ديگري از تلاشها پرفسور GEORGE GIORGIDZE از دانشگاه ناتينگهام ميباشد که منجر به طراحي زبان Hydra شده است. اين زبان بصورت متن باز از طريق اينترنت در دسترس ميباشد.

دانشکده ها و دانشگاهها ميتوانند با تعريف پروژه هاي نرم افزاري کاربردي در حوزه هاي فرا رشته اي چارچوبي مشخص جهت تعريف پروژه هاي متنوع دانشجويي در سطوح مختلف تحصيلي فراهم آورد. برآيند پروژه هاي مختلف در ميان مدت توسعه يک نرم افزار خاص ميباشد. ممانعت از دوباره کاري و تکرار پروژه هاي نرم افزاري ، انتقال دانش از طريق کدهاي نرم افزاري، تقويت روحيه پژوهشي و کارگروهي از ديگر مزاياي سرمايه گزاري دانشگاهها و مراکز آموزشي و پژوهشي در نرم افزارهاي متن باز ميباشد. از طرف ديگر صنعت نيز ميتواند همگام با دانشگاهها از مزاياي توسعه چنين نرم افزارهايي در سطوح مختلف بهره برد، يکي از کاربردهاي مستقيم اين نرم افزارها، توليد ابزارهاي نرم افزاري کمک آموزشي ميباشد که ميتوانند در آموزشگاههاي وابسطه به صنعت نفت جهت آموزش پرسنل شاغل و کارآموزان استفاده گردند.

طراحي ماژولهاي آموزشي اختصاصي جهت ارائه مثالهاي عددي، نمايش کارکرد يک تجهيز يا مجموعه اي از تجهيزات فرآيندي و عناويني از اين بصورت سفارشي همراه با توضيحات فارسي ميتواند کمک شاياني در آموزش مفاهيم تحليلي، روابط ترموديناميکي و اثرات پارامترهاي خارجي بر کارکرد فرآيند و تجهيزات فرآيندي نمايد. فقدان چنين نرم افزارهايي در حال حاضر کلاسهاي آموزشي را فاقد امکانات لازم جهت ارائه مثالهاي عددي مينمايد زيرا در مورد تجهيزات صنعتي تعداد پارامتر ها و متغييرها و حجم محاسبات لازم جهت رسيدن به يک نتيجه قابل قبول بيش از حوصله دوره هاي کوتاه مدتي است که جهت آشنايي پرسنل برگزار ميگردد.

مزايا، کاربردها براي دانشگاه، صنعت، اساتيد، پژوهشگران و دانشجويان.

روشهاي مختلف مدلسازي فرآيندها و تجهيزات فرآيندي در صنعت نفت، گاز و پتروشيمي.

اهميت توجه به کدهاي متن باز در دانشگاهها، مراکز آموزشي و پژوهشي.

ابزارهاي لازم جهت پياده سازي طرح (زبان برنامه نويسي، سايتها و ابزارهاي به اشتراک گذاري)

معرفي تلاشهاي صورت گرفته و دعوت از اساتيد و پژوهشگران جهت مشارکت در طرح.

اهداف:

زمان:

هزينه:

Training workshop title:

Open source modeling of process equipments in oil, gas and petrochemical industries

1.2 Equation-Based Object-Oriented Languages

In the previous section we gave an introduction to continuous-time system modeling and

simulation. Designing languages for continuous-time systems is not new and one of the earliest initiatives was the Continuous System Simulation Language (CSSL) speciﬁed

in 1967 [11]. Derivations of CSSL are all based on state-space descriptions where the

underlying mathematical description is an ODE [35]. General-purpose simulation tools,

e.g., Simulink [92], using block diagrams and causal connections, have now dominated

the area for many years. Block diagrams make it possible to graphically model ODEs and

the software tool is then used for performing the numerical simulation. In the 1960’s, the ﬁrst object-oriented language was designed with the initial purpose

of discrete event-based modeling and simulation. This language, Simula [44], founded

the fundamental concepts of object-orientation and object-oriented languages. The fun-

damental principles of object-orientedmodeling languages for continuous-timemodeling

and simulation have been around for about 30 years. According to Cellier [36], this started

with the pioneering work explored in two separate PhD theses by Hilding Elmqvist [47]

and Tom Runge. Several languages have been developed during the years with the common properties

of physical modeling using equation systems. Today the state of the art within multi-

domain physical modeling (e.g., containing mechanical, electrical, hydraulic, thermal,

ﬂuid, and control components) is Modelica [104]. Other examples of languages with

similar modeling and simulation capabilities are gPROMS [13, 115] for chemical engi-

neering and VHDL-AMS [40, 72] a hardware description language (HDL) with analog

and mixed-signal extensions.

However, not until recently has a common name for this category of languages ap-

peared. We call this language category equation-based object-oriented (EOO) languages2

.

The exact meaning of this name can be a subject for discussion, but we propose the fol-

lowing deﬁnition:

Deﬁnition 1.2.1 (Equation-based object-oriented (EOO) language).

An equation-based object-oriented (EOO) language is a domain-speciﬁc language used

for modeling the interaction between objects, by utilizing mathematical equations to pro-

vide an acausal description of behavior.

This informal deﬁnition includes the following vague terms:

• Domain-speciﬁc language

• Objects

• Mathematical equations and acausality

In the rest of this section, we will discuss and clarify these terms.

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

به طور کلي دو روش اصلي در مدلسازي يک فرآيند فيزيکي ميتوان دنبال نمود. روش اول که سابقه بيشتري دارد و اساس کار نرم افزارهايي مانند HySys، Aspen Plus و Matlab Simulink ميباشد، روش Sequential يا مرحله اي در مدل سازي است. در اين روش فرآيند فيزيکي به بخشهايي (Block) تقسيم ميشود که هر بخش توانايي محاسبه مقادير خروجي را با معلوم بودن مقدار ورودي دارا ميباشد. بنابراين با حل قدم به قدم فرآيند، از اولين ورودي معلوم ميتوان به طور مجزا هر بخش را به تنهايي براي محاسبه مقدار خروجي همان بخش استفاده نمود. اين روش مدلسازي باعث به حداقل رساندن مقدار حافظه مصرفي توسط تحليلگر (Solver) در زمان حل، در مورد مسائلي مي گردد که مقادير ورودي به هر بخش، از مقداير خروجي مستقل باشند (فاقد فيدبک). در حقيقت در اين روش بخشها علاوه بر توصيف شرايط فيزيکي مدل در يک برنامه کامپيوتري، روش حل را براي به دست آوردن مقادير خروجي در شرايط مختلف ورودي در بر ميگيرند.

1. Sequential modular (SM): each equipment class is not just a model  
but it has a built-in solution procedure. Then the simulator has to  
find an order to solve the equipments and pass the output solution of  
the first to the second and so on. If there are recycle streams you  
need to break the loop and iterate until convergence is achieved.  
Examples: HySys, Aspen Plus and Sim42 (I'm not sure if Sim42 is SM or a  
hybrid methodology).

2. Simultaneous or equation oriented (EO): each equipment class is just  
a model (a set of equations for a set of variables). Then the simulator  
just assemble a big model and solve it by a Newton's like method (for  
steady state case) or with some DAE solver (dynamic case). EO is by far  
more suited for dynamic simulation. Examples: EMSO, gPROMS, Aspen  
Dynamics, ASCEND, Speed-Up.

**عنوان کارگاه آموزشي:**

مدلسازي تجهيزات فرآيندي در صنعت نفت، گاز و پتروشيمي توسط کدهاي متن باز

**مقدمه:**

گسترش شبکه اينترنت و ابزارهاي به اشتراک گذاري کدهاي نرم افزاري در سالهاي اخير شرايطي را فراهم آورده است، که توسعه مجموعه هاي نرم افزاري بزرگ با مشارکت متخصصان علوم مختلف در يک فضاي مجازي پروژه امکان پذير گردد.

نرم افزار شبيه‌سازي فرآيندهای صنعت نفت، گاز و پتروشيمی از جمله نرم افرازهاي بنيادي و زيربنايي در اين صنايع به شمار مي‌آيد، که پياده‌سازي آن نياز به همکاري متخصصان و پژوهشگران از علوم مهندسي و کامپيوتر در کنار متخصصان بخش صنعت دارد. نسخه‌هاي اوليه اين نرم افزار مي‌تواند کاربردهاي آموزشي در دانشگاه ها و مراکز آموزشي داشته باشد و در مراحل بعد، تکميل آن منجر به پديد آمدن زير بنايي جهت کمک به پياده سازی مدولهای کاربردي براي طراحي، مديريت پروژه، بهينه سازي، منيتورينگ يا کنترل فرآيند گردد.

از سوي ديگر مشارکت در پياده‌سازي چنين نرم افزاري مزاياي قابل توجهي براي اساتيد دانشجويان و پژوهشگران در دانشگاه و صنعت دارد. شايد مهمترين مزيت را بتوان ممانعت از انجام فعاليت‌هاي تکراري در توليد کدهاي کامپيوتري با ايجاد يک چهارچوب مشترک بين رشته‌اي جهت تعريف طيف وسيعي از پروژه‌هاي کوچک و بزرگ در سطوح مختلف و عرضه حاصل تلاش‌هاي فردي برنامه نويسان در قالب يک نرم‌افزار بزرگ دانست.

**موضوع:**

حال با توجه به مقدمه فوق، موضوع اين کارگاه امکان سنجي اجراي يک پروژه مشترک نرم افزاري متن‌باز جهت توسعه مدلهاي تجهيزات فرآيندي در صنعت نفت، گاز و پتروشيمي با همکاري اساتيد و دانشجويان رشته مکانيک، مي‌باشد. اين عنوان بخش مهمي از نرم‌افزار بزرگتري است که توانايي شبيه‌سازي فرآيند را دارا است. بيان موضوع با مشاهده فعاليت‌هاي انجام شده در مرکز آموزش پتروشيمي در قالب ارائه يک طرح پيشنهادي و معرفي ابزارهاي به اشتراک گذاري کدهاي نرم افزاري و بيان نحوه مشارکت در طرح همراه مي‌باشد.

**اهداف:**

ارائه يک طرح پيشنهادی جهت مدلسازي تجهيزات فرآيندي در صنعت نفت، گاز و پتروشيمي توسط کدهاي متن باز.

آشنايي با ابزارهای به اشتراک گذاری کد و نحوه مشارکت در طرح.