****

**دانشگاه آزاد اسلامي**

**واحد تهران جنوب**

**دانشکده تحصيلات تکميلي**

**پايان نامه براي دريافت درجه کارشناسي ارشد *“M.Sc”***

**مهندسي مکانيک – تبديل انرژي**

**عنوان :**

**حل معادلات حاکم و تحليل ميزان تأثير گراديان شعاعي دما در سطح مقطع خطوط لوله با جريان لايه اي بر ايجاد خطا در دبي سنج التراسونيک**

**استاد راهنما :**

**استاد مشاور :**

**نگارش:**



**فهرست مطالب**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان مطالب** | **شماره صفحه** |

[چكيده 1](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800689)

[مقدمه 2](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800690)

[1-1- دبي سنج ها 5](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800691)

[1-1-1- دبي سنج هاي التراسونيک 6](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800692)

[1-1-2- يک دبي سنج التراسونيک ايده آل 7](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800693)

[1-2- نيم قرن توسعه دبي سنج هاي التراسونيک 8](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800694)

[1-3- التراسونيک چيست؟ 9](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800695)

[1-3-1- توليد امواج صوتي 9](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800696)

[1-3-2- طبيعت امواج صوتي 10](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800697)

[1-3-3- ترانسديوسرهاي التراسونيک 11](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800698)

[1-4- اندازه گيري فراصوت 15](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800699)

[1-4-1- اندازه گيري موقعيت 16](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800700)

[1-4-2- اندازه گيري فراصوتي سرعت جريان سيال 17](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800701)

[1-4-3- اندازه گيرى ضخامت ماده 18](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800702)

[1-4-4- اندازه گيرى دما و فشار 18](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800703)

[2- روش ساخت مدل در پيش پردازنده گمبيت 20](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800704)

[2-1- طراحي مدل در *گمبيت* 21](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800705)

[2-2- توليد مش در گمبيت براي شبيه‌سازي جريان 21](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800706)

[2-3- ايجاد شرايط مرزي مدل در گمبيت 22](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800707)

[2-4- ذخيره نمودن فايل در گمبيت 23](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800708)

[3- معادلات حاکم 24](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800709)

[3-1- معادلات حاکم بر سيال 24](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800710)

[3-1-1- معادله بقاى جرم 24](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800711)

[3-1-2- معادلات بقاى مومنتم 25](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800712)

[3-1-3- معادله بقاي انرژي 26](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800713)

[3-2- روش هاي عددي حل معادلات در فلوئنت 27](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800714)

[3-2-1- روش حل تفکيکي 28](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800715)

[3-2-2- روش حل پيوسته 29](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800716)

[4- مراحل مدل سازي 31](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800717)

[4-1- مروري بر تعريف شرايط مرزي 32](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800718)

[4-1-1- به کارگيري منوي شرايط مرزي 32](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800719)

[4-1-2- تغيير نوع مرز 33](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800720)

[4-1-3- تقسيم بندي انواع نواحي 33](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800721)

[4-1-4- تنظيم کردن شرايط مرزي 34](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800722)

[4-1-5- تغيير دادن نام مرزها 35](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800723)

[4-2- جريان ورودي و خروجي 35](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800724)

[4-2-1- شرايط مرزي جريان 36](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800725)

[4-3- شرايط مرزي ورودي سرعت 37](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800726)

[4-3-1- وروديهاي لازم در مرزهاي ورودي سرعت 37](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800727)

[4-4- شرط مرزي خروجي فشار 38](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800728)

[4-4-1- وروديهاي لازم براي شرط مرزي خروجي فشار 39](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800729)

[4-5- شرط مرزي ديوار 39](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800730)

[4-5-1- وروديهاي لازم در مرزهاي ديوار 39](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800731)

[4-5-2- تنظيم خواص فيزيکي 40](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800732)

[4-5-3- انواع مواد 41](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800733)

[4-5-4- اصلاح خواص يک ماده موجود 41](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800734)

[4-5-5- تغيير نام مواد موجود 42](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800735)

[4-5-6- چگالي 42](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800736)

[4-5-7- لزجت 43](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800737)

[4-6- انجام محاسبات 44](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800738)

[5- ميدان هاي سرعت و دما 47](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800739)

[5-1- ميدان سرعت در جريان آرام توسعه يافته درون لوله با ويسکوزيته ثابت 47](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800740)

[5-2- ميدان دما در در جريان آرام توسعه يافته درون لوله با شار حرارتي يکنواخت 47](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800741)

[5-3- ميدان دما در جريان آرام درون لوله با دماي يکنواخت 48](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800742)

[5-4- حل عددي 49](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800743)

[5-4-1- حالت ويسکوزيته ثابت 49](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800744)

[5-4-2- حالت ويسکوزيته گاز تابع دما 53](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800745)

[6- تغيير سرعت صوت در کانال 60](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800746)

[6-1- تغيير سرعت پيشروي صوت در اثر ميدان سرعت جريان 60](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800747)

[6-2- تغيير سرعت پيشروي صوت در اثر ميدان دما 60](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800748)

[6-3- حل تحليلي تأثير ميدان گراديان شعاعي دما بر عملکرد دبي سنج التراسونيک 62](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800749)

[6-3-1- تئوري 63](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800750)

[7- جمع بندي 73](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800751)

[7-1- بررسي تاثير شرايط هندسي فلوميتر و عدد رينولدز بر نمودار خطاي حاصله 74](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800752)

[7-2- پيشنهادات 79](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800753)

[8- مراجع 80](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800754)

[پيوست 82](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800755)

[کد UDF نوشته شده براي محاسبه سرعت در فلوئنت 82](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800756)

[کد يودي اف نوشته شده براي فهماندن تغييرات ويسکوزيته بر حسب دما در فلوئنت 83](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800757)

[کد نوشته شده در متلب براي محاسبه دما در لوله با شرط مرزي دماي ثابت 86](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800758)

[کد نوشته شده در متلب، براي بدست آوردن جبهه ي موج و مسير حرکت يک نقطه روي جبهه ي موج: 90](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800759)

[کد نوشته شده در متلب براي محاسبه ي مقدار خطاي اندازه گيري سرعت سيال با فرض انتقال حرارت توسعه يافته شار ثابت (در يك سطح مقطع بر حسب اختلاف دماي متوسط سيال و دماي ديواره) 92](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800760)

[برنامه زمان بندي اجراي رساله 94](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800761)

[مراحل اجراي رساله به تفکيک 95](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303800762)

**فهرست جدول ها**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان** | **شماره صفحه** |

[جدول 1- شرايط بررسي ميدان جريان و دما 5](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc302826471)

[جدول 2- تقسيم بندي انواع نواحي 34](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc302826472)

[جدول 3- شرايط در نظر گرفته شده در مدلسازي 49](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc302826473)

**فهرست شكل‌ها**

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | شماره صفحه |

[شکل 1- پايه هاي روش اندازه گيري دبي سنج زمان عبور التراسونيک [1] 4](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762464)

[شکل 2- فروش سالانه دبي سنج هاي التراسونيک از سال 1955 تا 2005 [10] 8](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762465)

[شکل 3- چند نمونه از ايجاد امواج صوتي 10](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762466)

[شکل 4- انتشار امواج صوتي در مولکول هاي جسم 11](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762467)

[شکل 5- ترانسديوسر مگنتو استريکتيو 12](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762468)

[شکل 6- ترانسديوسر الکتروستريکتيو با ساختار ساندويچي 13](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762469)

[شکل 7- وضعيت دي پل ها در کريستال پيزو الکتريک در حالت هاي مختلف (1) قرارگيري تصادفي دي پل هاي ماده پيزو الکتريک پيش از پلاريزاسيون (2) پلاريزاسيون در ميدان الکتريک مستقيم (3) وضعيت قرارگيري دي پل ها پس از برداشتن ميدان 14](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762470)

[شکل 8- اندازه گيري فاصله کشتي از عمق دريا 16](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762471)

[شکل 9- بخشي از هندسه شبکه بندي شده در نرم افزار گمبيت 22](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762472)

[شکل 10 - نگاهي به روش حل تفکيکي 28](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762473)

[شکل 11- نگاهي به روش حل پيوسته 30](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762474)

[شکل 12- پانل شرايط مرزي 33](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762475)

[شکل 13- پانل ورودي سرعت 38](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762476)

[شکل 14- پانل مواد جهت تغيير نام ماده و تنظيم خواص سيال و جامد 44](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762477)

[شکل 15- نمودار باقيمانده هاي حل نرم افزار و همگرايي مسأله 45](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762478)

[شکل 16- نمودار همگرايي جواب سرعت در کانال 46](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762479)

[شکل 17- نمودار تغييرات چگالي متان بر حسب دما در فشار با توجه به داده هاي مرجع [11] 50](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762480)

[شکل 18- نمودار تغييرات خواص انتقال حرارت لوله با دماي ثابت [3] 51](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762481)

[شکل 19- نمودار تغييرات خواص انتقال حرارت لوله با شار حرارتي ثابت [3] 51](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762482)

[شکل 20- نمودار تغييرات دما در کانال براي (الف) کانال با دماي ديواره ثابت 400 کلوين و ويسکوزيته ثابت (ب) کانال با شرط مرزي شار حرارتي ثابت 10 وات بر مترمربع و ويسکوزيته ثابت (ج) کانال با دماي ديواره ثابت 400 کلوين و ويسکوزيته تابع دما (د) کانال با شرط مرزي شار حرارتي ثابت 10 وات بر مترمربع و ويسکوزيته تابع دما 52](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762483)

[شکل 21- نمودارهاي دماي بي بعد لوله با شرط مرزي دما ثابت و شار ثابت 53](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762484)

[شکل 22- نمودار تغييرات ويسکوزيته برحسب دما 57](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762485)

[شکل 23- کانتور تغييرات ويسکوزيته بر اثر تغيير دما 58](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762486)

[شکل 24- مقايسه سرعت محوري در دو حالت با ويسکوزيته تابع دما و ويسکوزيته ثابت 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762487)

[شکل 25- نمودار تغييرات فشار استاتيک گيج در طول کانال 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762488)

[شکل 26- نمودار تغييرات سرعت صوت بر حسب دما براي گاز متان [11] 61](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762489)

[شکل 27- نمودار تغييرات دما در راستاي شعاع و محور کانال در محدوده توسعه يافته دمايي 63](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762490)

[شکل 28- جبهه ي انتشار و مسير نقاط معين روي جبهه ي انتشار امواج در حالت سيال ساکن 64](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762491)

[شکل 29- جبهه ي انتشار و مسير نقاط معين روي جبهه ي انتشار امواج در حالت سيال با سرعت يکنواخت 8/0 سرعت صوت 67](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762492)

[شکل 30- جبهه ي انتشار و مسير نقاط معين روي جبهه ي انتشار امواج در حالت سيال با توزيع سرعت واقعي و بيشترين سرعت سيال 2/0 سرعت صوت 67](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762493)

[شکل 31- جبهه ي انتشار و مسير نقاط معين روي جبهه ي انتشار امواج در حالت سيال با توزيع سرعت واقعي و بيشترين سرعت سيال 5/0 سرعت صوت 68](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762494)

[شکل 32- جبهه ي انتشار و مسير نقاط معين روي جبهه ي انتشار امواج در حالت سيال با توزيع سرعت واقعي و بيشترين سرعت سيال برابر سرعت صوت(شکل شماتيک) 68](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762495)

[شکل 33- نمودار شماتيک زواياي ارسال و دريافت موج آلتراسونيک 69](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762496)

[شکل 34- مقدار خطاي اندازه گيري سرعت سيال با فرض يکنواخت بودن توزيع دما (بر حسب اختلاف دماي متوسط سيال و دماي ديواره) 72](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762497)

[شکل 35- مقدار خطاي اندازه گيري سرعت سيال با فرض يکنواخت بودن توزيع دما 75](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762498)

[شکل 36- مقدار خطاي اندازه گيري سرعت سيال با فرض يکنواخت بودن توزيع دما 76](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762499)

[شکل 37- مقدار خطاي اندازه گيري سرعت سيال با فرض يکنواخت بودن توزيع دمااز قطر داخلي 2 سانتي متر تا 30 سانتي متر شکل 76](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762500)

[شکل 38- چارت مرتبط با شيب نمودار خطا بر حسب قطر داخلي فلوميتر 77](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762501)

[شکل 39- نمودار Curvefit مرتبط با شكل 38 78](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\تبدیل%20انرژی\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع%20خطوط%20لوله%20با%20جريان%20لايه%20اي%20بر%20ايجاد%20خطا%20در%20دبي%20سنج%20التراسونيک\حل%20معادلات%20حاکم%20و%20تحليل%20ميزان%20تأثير%20گراديان%20شعاعي%20دما%20در%20سطح%20مقطع.docx#_Toc303762502)

# چكيده

* هدف از اين پروژه تحقيق در خصوص تاثير گراديان شعاعي دما بر ايجاد خطا در فلوميترهاي التراسونيک با تکنولوژي گذر زمان مي باشد.اين پروژه منحصرا به سيال تراکم ناپذير و با رژيم جريان متقارن آرام در خطوط لوله انتقال نفت و گاز پرداخته است.اين حالت معمولا با فاصله حدودي 100D از خروجي شيرهاي فشار شکن انشعاب خطوط تغذيه شهري از مسيرهاي IGAT اتفاق مي افتد که به دليل افت فشار و کاهش سرعت در طي دو مرحله دماي سيال کاهش يافته و اختلاف دمايي مابين گاز و محيط افزايش مي يابد.
* براي شبيه سازي موضوع فوق از سيال متان جهت مدل سازي عددي استفاده شده است.بطوريکه در ابتدا ضمن مدل سازي شرايط فلوميتر به صورت لوله مستقيم با جريان توسعه يافته آرام دما و سرعت، ضمن لحاظ نمودن تاثير پروفيل دما بر روي خواص فيزيکي سيال، حل Fluent صورت پذيرفته با نتايج حل تحليلي مقايسه گرديده است.سپس با استفاده از هندسه مساله و معادله پيشروي صوت در فضا،فرمول تحليلي لازم جهت محاسبه زمان رفت و برگشت مابين ترانسديسرها بدست آمده و اين زمانها در فرمول تجاري موجود در پردازشگر فلو ميتر جايگذاري مي شود.لذا ميزان افزايش خطا در اثر افزايش گراديان شعاعي دما در اين حالت قابل محاسبه خواهد شد.