## Dedication

# To my mother

# Acknowledgments

To begin with, I would like to express my deep gratitude to my supervisor, Dr. El- fatih Ahmed Hassan. He gave me the opportunity not only to perform the research that led to this thesis, but also to promote my standing of Crude oil composition wax, Emulsions, and Asphaltenes phenomena. Moreover, I am very grateful for the permanent trust he granted to me.

I wish to express my thanks to the central petroleum laboratories staff who, kindly, agreed to examine this work.

I wish to thank Petrodar Operating Company (PDOC) They have brought real-size problems to my attention and provided real data.

I would like to address special thanks to the staff of the chemistry dept, college of science, Sudan University of science and technology for their cooperation and support technical.

Finally, I would especially like to record my gratefull appreciation for the tremendous amount of private time, voluntarily given by Eng. Ossama Mohmed Mounsour .

# Abstract

The Sudanese crude oil is regarded as one of the simplest types of crude in the world as it contains no percentage of sulfur which reacts with water to form sulfuric acid that negatively impact the production facilities and transportation lines due its corrosiveness . How ever it suffers other problems

represented by the high viscosity and high percentage of wax. These characteristics prevail in the crude oil produced by Petrodar company causing some very serious technical problems affectively the transfer of crude which is transported long distances from production fields to the port export terminal a .matter that affect directly the cost of production and the quality

A detailed study was made on the system adopted in collecting crude oil from different wells and physical and chemical processing to which crude is subjected through different stages of production and also study of the behaviour .of crude in the pipeline during transportation processes

Samples were collected from the fields of production at Adar-yale, Agordeed and Palouge and also samples were collected after the initial and final treatment .at CPF

No samples of the recently introduced field such as Gummry, Gasub, Moleeta, .were collected, but their specifications were inferred from available data

Physical and chemical properties that have been studies were amount of wax, is in the range 23-31% and asphaltene which was around 0.1%; resin content that ranged from 13-7%, deposits was 0.01%, water cut was 0.05% and the carbon number distribution in the crude which ranged between 7 to35 carbon atoms. The pour point was found range from 39-42 C; also the boiling point was in the range from 70 °C - 533+ C ° and density specifications according the .American Institute of petroleum was 24

Mechanical effects and temperature influence in viscosity were also studied. The composition of the Dar Blend was found to influence the flow characteristics of the crude. Presence of asphalting and resins reduce the .deposition of wax crystals and enhance, therefore, the fluidity of the crude

When increasing the rate of shear at a temperature higher than 42C doesn’t .effect on viscosity, it became constant

The chemical additives effects on pour point and viscosity was studied. It was found that addition of PPD had no effect in altering the viscosity even at a dose (of 1000-4000 ppm (i.e, ten folds greater than the usual dose).

It is either unsuitable additives were used by Dar Company or the additives were expired, which in either case necessitate reevaluations of using such additives.


## الخلاصة

يصنف الخام السوداني من ابسط أنواع الخام في العالم لعدم إحتوائه علي نسبة عالية من الكبريت الذي يتفاعل مع الماء ليكون حمض الكبيرتيك ذو التأثير السلبي. ولكن هنالك مشاكل إخري متمثلة في اللزوجة العالية ونسب الشمع المرتفعة فيه وهذه الخصائص تسود في الخام المنتج بواسطة شركة بترودار مما تنتج عنه بعض المشاكل التقنية المتعلقة بنقل الخام وخاصة أن الخام ينقل إلي مسافات بعيدة من مناطق آبار الإنتاج إلي ميناء التصدير ممايؤثر مباشرة علي تكلفة الإنتاج والجودة.

تمت دراسة تفصيلية لكيفية تجميع الخام من الآبار والمعالجات الكيميائية والفيزئائية التي يتعرض لها عبر مراحل الإنتاج المختلفة وأيضاً دراسة لسلوكه داخل خط أنابيب نقل الخام.

تم جمع عينات من حقول إلانتاج عداريل وأكورديد وفلج كما تم جمع عينات بعد المعالجات الأولية والنهائية . وهنالك حقول أدخلت حديثة إلي دائرة الإنتاج لم تجمع منها عينات ولكن تم جمع وتحليل بياناتها ومواصفاتها وهي حقول قصب وقمري ومولينا .

الخواص الكيميائية والفيزئائية التي تمت دراساتها وتحليلها للعينات المختلفة هي محتويات الخام من كمية الشمع التي تراوحت بين 23—31% والأسفلتين الذي بلغ حوالي 0.1% والراتنجات التي كانت 13-7% والرواسب التي وجدت 0.01% والماء الذي بلغت نسبته 0.05% و توزيع عدد زرات الكربون في سلاسل وجزئيات الخام التي تراوحت مابين 7 إلي 35 ذرة كربون, درجة الإنسكاب حيث تراوحت ما بين 39 و 42 درجة مئوية , ودرجة الغليان ثم الكثافة ,حسب مواصفات المعهد الأمريكي للبترول, وكانت 24 كما تم قياس اللزوجة وتأثير العوامل الميكانيكية عليها وتأثير التغير في درجة الحرارة وتأثيرات إضافة المواد الكيميائية المخفضة لترسيب الشموع علي مدي تخفيض اللزوجة.

وقد بينت الدراسة أن هنالك حقول بها نسب شمع عالية بينما أخري لها نسبة عالية من الأسفلتين والراتنجات وعند تكوين مزيج دار يكون تأثير الاسفلتين والراتنجات إيجابي إذ أنه يمنع ترسيب جزئيات الشمع بفاعلية عالية ويزيد من سيولة الخام.

زيادة معدل القص عند درجة حرارة أعلي من 42 درجة مئوية لا يؤثر علي اللزوجة, حيث تصبح ثابتة عندئذ في مستوي معين .

كما بينت الدراسة أن حقن المعالج الكيمئايي الخافض لدرجة الإنسكاب ليس لديه أي فعالية بالرغم من إضافته بنسب عالية تراوحت من 1000 إلي 4000 جزء من المليون أي مايصل إلي عشرة أضعاف الكمية المعتادة مما يستوجب إعادة النظر من قبل شركة بترودار في إختيارها للمضافات الكيميائية خافضة درجة الإنسكاب أو التحقق من جودتها وصلاحيتها للإستخدام.

## Contents

## List of Tables

## List of Figures

# Notations

**Symbols**

P pressure

.μ Viscosity of fluid

Density of the fluid

**Subscripts**

API American Petroleum institute

BS&W Basic Sediment and Water

CCR Center Control Room

.CI Corrosion Inhibitor

Cp cent poise

Cs centistokes

.CPF Center processing facilities

ESD Emergency Shutdown

.ESP Electric Submersible Pumps

.FPF Field production facilities

FSF Field Surface Facilities

PDOC Petrodar operating company

.PCP Progressive Cavity Pumps

.PCV pressure control valve

.PPD Pour Point Depressant

PS Pump station

OGM Oil Gathering Manifold

MT Marine Terminal

MPM Multi phase meter

MPP Multiphase Pump

Temp Temperature

.SG Specific Gravity

.SI Scale Inhibitor

RVP Reid Vapor Pressure

.WCA Wax-control additives

.WI Wax Inhibitor