الفصل الرابع

تقييم النفط الخام

١- تقييم النفط الخام CRUDE OIL EVAULATION:

تجري عملية تقييم النفوط الخام بعد استكشافها وذلك لمعرفة خواصها الفيزيائية والكيميائية وللاطلاع على جودتها من خلال الاطلاع على مكونات وطبيعة النفط الخام للاستفادة من تشخيصها في عملية التصفية لغرض اختيار أفضل السبل والتعاملات بغية الحصول على المشتقات النفطية الخفيفة والثقيلة بمواصفات وجودة عاليتين.

ومن تقويم النفط الخام يمكن ان نستنتج الخواص المهمة الاتية:

١) معرفة طبيعة او صنف النفط الخام وذلك عن طريق ايجاد معامل التشخيص (K) وتحديد النفط الخام إذا كان ذا طبيعة برافينية او نفثينية او عطرية.

ومعامل التشخيص K (CHARACTERIZATION FACTOR)

يعرف بالمعادلة الاتية:

$$K = \frac{T^{\frac{1}{3}}}{S.G}$$

T = معدل درجة الغليان بدرجات رانكن.

$$R^o = F^o + 460$$

S.G = الوزن النوعي (SPECIFIC GRAVITY).

وتقسم مقاطع النفط الخام بحسب معامل التشخيص K ومعامل اللزوجة الى خمسة مجاميع تكون المجموعة الخامسة حاوية على اقل كمية من المواد البرافينية وكما مبين ادناه:

المجموعة	معامل التشخيص K	معامل اللزوجة (V.I)
I	12.1 – 12.6	80 – 100
II	11.9 – 12.2	60 – 80
III	11.7 – 12.0	40 – 60
IV	11.5 – 11.8	20 – 40
V	11.3 – 11.6	0 - 20

جدول 4-1 انواع النفوط الخام حسب معامل التشخيص ومعامل اللزوجة.

ويقع النفط الخام العراقي من حيث المحتوى للمواد البيضاء في المجموعة الثانية ومن حيث زيت الغاز والمواد الاثقل الاخرى في المجموعة الثانية والثالثة. يتم ايجاد K من جداول بيانية خاصة توضح العلاقة بين اللزوجة الكينيماتيكية في درجة ١٠٠ فهرنهايت على محور الصادات ودرجة معهد البترول الامريكي API على محور السينات.

٢) تحديد التركيب الهيدروكاربوني لمكونات النفط الخام ومشتقاته الرئيسية بواسطة الجهد الكروموتوغرافي.

٣) تقدم عملية التقويم بعض المعلومات الهامة التي يستفاد منها في التصفية في التصميم والتشغيل.

٤) تحديد الخواص العامة للنفط الخام والخاصة ومشتقاته من خلال عدة فحوص تجرى مختبرياً.

٢- خطوات عملية تقييم النفط الخام:

١) قبل اجراء عملية التقييم لابد ان تكون عملية استخراج النموذج من البئر قد تمت بصورة صحيحة بمعدات نظيفة بعدها يتم اجراء الفحوص الاتية:

أ- تحديد الكثافة النوعية SPECIFIC GRAVITY.

ب- تعيين ضغط ريد البخاري REID VAPOUR PRESSURE.

ج- تعيين نسبة كبريتيد الهيدروجين H_2S CONTENT (PPM).

٢) أ- تعيين الخواص العامة للنفط الخام في المختبر قبل تجزئته الى مشتقاته وكما مبين في الجدول ادناه:

CHARACTRISTICS	RESULTS
SPECIFIC GRAVTIY 15/4	0.844
SPECIFIC GRAVITY 20/4	0.841
API GRAVITY	36.1
KINEMATIC VISCOSITY cst 20 C (cS) cst 37.8 (cS)	 7.05 4.55
POUR POINT C	-21
REID VAPOUR PRESSURE (bar) 37.8 C	0.386
REID VAPOUR PRESSURE (psi) 37.8 C	5.6
WATER BY DISTILLATION (vol %)	NIL
SEDIMENTS CONTENT (wt %)	0.009
TOTAL SULPHUR (wt %)	2.1

HYDROGENE SULPHIDE	NIL
SALT CONTENT (NaCl) (wt %)	< 0.002
TOTAL SALINITY (wt%)	0.004
CONRADSON CARBON RESIDUE (wt %)	3.6
WAX CONTENT (wt %)	2.4
MELTING POINT OF WAXES (wt %)	52
ASPHALT CONTENT (wt %)	1.12
TOTAL ACID NUMBER (mg KOH/g)	0.2
STRONG ACID NUMBER (mg KOH/g)	NIL
ASH CONTENT (wt %)	0.007
NITROGEN (wt %)	0.12
BASIC NITROGEN (wt %)	0.0265
FLASH POINT C	< 20

جدول (4-2) الخواص العامة لاحد انواع النفوط الخام.

ب- تعيين نسب العناصر الفلزية و اللافلزية الموجودة في النفط الخام : الالمنيوم – الباريوم – الكالسيوم – النحاس – الحديد ، الخ وكما مبين في الجدول ادناه :

ELEMENT		CONTENT (mg/kg) ppm
Aluminium	Al	1.5
Barium	Ba	0.5
Calcium	Ca	1.0
Copper	Cu	0.4
Iron	Fe	4.0
Magnesium	Mg	0.1
Manganese	Mn	< 0.1
Molybdenum	Mo	< 0.5
Sodium	Na	0.1
Lead	Pb	0.1
Silicon	Si	0.6
Nickel	Ni	5.0
Vanadium	V	8.0

جدول (4-3) محتوى النفوط الخام من العناصر الفلزية.

ج- تحليل نسب الهيدروكاربونات المختلفة الموجودة في النفط الخام كما مبين في الجدولين (4,4)، (4-5)

HYDROCARBONS	WIEGHT
ETHAN	--
PROPANE	0.25
i.BUTANE	0.46
n. BUTANE	1.20
i.PENTANE	1.45
n.PENTANE	1.52

جدول (4-4) النسب الوزنية لبعض الهيدروكاربونات المعزولة من النفط الخام.

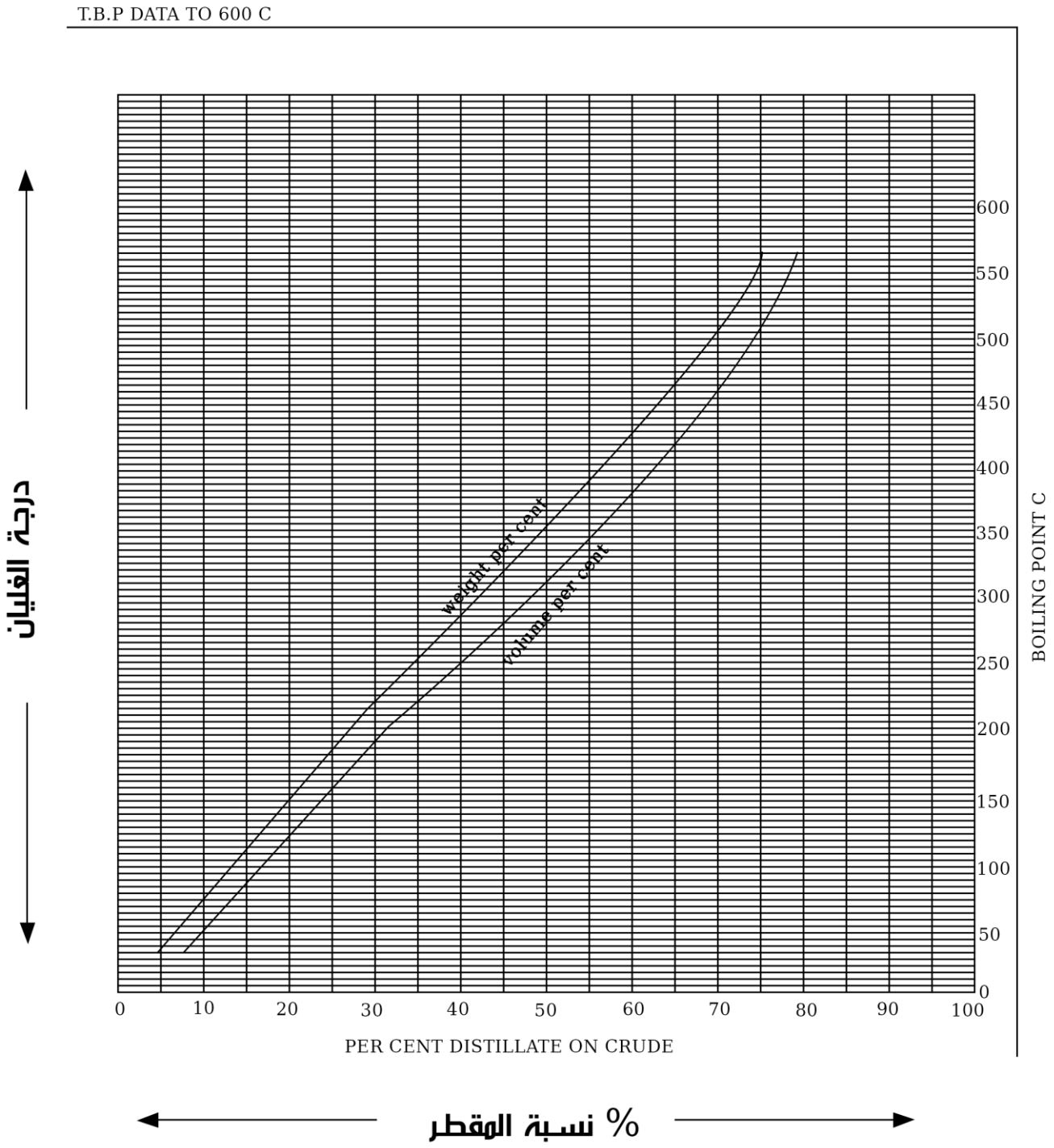
HYDROCARBONS	I.B.P		
	< 20 C°	20 – 40 C°	20 – 65 C°
ETHAN	0.3	--	--
PROPANE	14.40	--	--
i.BUTANE	27.30	TRACES	**0.0**
n.BUTANE	56.50	0.30	**0.1**
i.PENTANE	0.95	52.10	**23.0**
n.PENTANE	0.20	42.00	**34.0**
2-2 DIMETHYLPROPANE	0.35	0.25	**0.0**
2-2 DIMETHYLBUTANE	--	0.10	**0.8**
2-3 DIMETHYLBUTANE	--	0.05	**3.7**
2 METHYLPENTANE	--	0.10	**19.3**
3 METHYLPENTANE	--	TRACES	**12.4**
n.HEXANE	--	--	**3.6**
CYCLOPENTANE	--	0.35	**2.2**
METHYLCYCLOPENTANE			**0.2**
BENZENE			**0.0**

جدول (4-5) نسب الهيدروكاربونات الخفيفة حسب مدى معين من درجات الغليان.

د- ايجاد درجة الغليان الحقيقية (TRUE BOILING POINT):

يتم عن طريق تقطير النفط الخام بنسب معينة و متساوية (2.5 حجماً) و فائدة هذا الفحص معرفة مكونات النفط الخام و اعطاء فكرة عن نسب المشتقات النفطية و الوسطية له حيث يجري الفحص بموجب مواصفات عالمية اذ تستعمل في عملية التقطير في المختبر اجهزة تقطير تستخدم فيها اعمدة او ابراج تجزئة خاصة و تكون على عدة انواع منها ابراج ذات الحشوة او ابراج ذات الصواني بمختلف انواعها او اشكالها و يعتمد طول و قطر عمود التجزئة و عدد الصواني و التراكيب الاخرى على خواص النفط الخام مثل كثافته و نسبة

المشتقات فيه و بعض الخواص الفيزيائية الاخرى و يتم رسم درجات الحرارة على محور الصادات و نسبة المتقطر وزنا او حجما على محور السينات و من خلال الرسم البياني نستطيع ايجاد درجة الغليان الحقيقية لأي مقطع او مشتق نفطي متقطر في حدود درجات الغليان الحقيقية لأي مقطع او مشتق نفطي متقطر في حدود درجات الغليان الحقيقية و نسبة المتقطر حجما او وزنا.



شكل (4-1) تعيين درجة غليان المقاطع النفطية من خلال الرسم البياني.

٣- تجزئة النفط الخام مختبرياً (CRUDE OIL FRACTIONATION):

تتم تجزئة النفط الخام بواسطة اجهزة تقطير كجهاز Podble nlak وهذه الاجهزة تكون على عدة انواع معتمدة في تركيبها على الخواص العامة للنفط الخام وتحدث عملية تجزئة النفط الخام عن طريق تقطيره الى مشتقاته الرئيسية التالية:

نفثا خفيفة Light Naphtha

نفثا ثقيلة Heavy Naphtha

نفط ابيض Kerosine

زيت الغاز الخفيف Light gas oil

زيت الغاز الثقيل Heavy gas oil

الزيوت الثقيلة بأنواعها ودرجاتها المتعددة.

ويعتمد في فصل المشتقات اعلاه على درجات حرارة قد تكون ثابتة او متغيرة احيانا ومن العادة ان يتم الفصل بحدود الدرجات المدونة ادناه وحسب المشتق النفطي وكما موضح في الجدول (4-6).

المشتق النفطي FRACTION	المدى بدرجة الحرارة المئوية BOILING RANGE
النفثا الخفيفة	درجة الغليان الابتدائية - 100 م°
النفثا الثقيلة	100 – 150 م°
النفط الابيض	150 - 250 م°
زيت الغاز الخفيف	250 – 315 م°
زيت الغاز الثقيل	315 - 370 م°
النفط المختزل	370 م° فما فوق

جدول (4-6) يبين درجات غليان المقاطع النفطية الخفيفة.

ان فصل المشتقات النفطية الخفيفة اعتبارا من النفثا الخفيفة الى زيت الغاز الثقيل يتم بعملية التقطير تحت الضغط الجوي الاعتيادي اما زيت الغاز الثقيل الفراغي والزيوت الثقيلة فيتم فصلها او تقطيرها تحت الضغط الفراغي VACUUM DISTILLATION لاحظ الجدول (4-7) الذي يوضح التقطير الفراغي للنفط

المختزل وحسب الدرجات الحرارية المبينة وعند استخدام التقطير الاعتيادي يمكن الاستدلال على حدوث عملية التكسير الحراري من خلال:

- ارتفاع الضغط فجأة.
- تكوين ابخرة عالية داخل عمود التقطير.
- انخفاض فجائي في درجة الحرارة يؤشرها المحرار.

وتفصل المشتقات النفطية سواءا تحت الضغط الجوي الاعتيادي او الضغط الفراغي الى مقاطع واسعة (wide cuts) حيث يقسم المشتق النفطي فيها الى ثلاثة مقاطع او اقل ضمن حدود درجة غليانه فمثلا النفط الابيض يقسم الى مقطعين (160- 250 م° و 175 – 250 م°) لاحظ الجدول، وبعد ان تفصل المشتقات تحفظ في قناني صغيرة نظيفة وتجري عليها الفحوص المختبرية اللازمة لكل المقاطع الواردة اعلاه وكما مبين في الجدول (فحوص النفط الخام العراقي)، واهمها:

١) الوزن النوعي.
٢) كمية الكبريت.
٣) الضغط البخاري.
٤) المركبتانات.
٥) رقم البرومين.
٦) فحص PONA أي المركبات البرافينية والاوليفنية والنفثينية والعطرية.
٧) اللزوجة.
٨) الكاربون المتبقي.
٩) العدد الاوكتاني.
١٠) التقطير حسب مواصفات الجمعية الامريكية للفحص والمواد ASTM DISTILLATION.

الفحوص اعلاه لمعرفة تركيب المشتقات النفطية وتقويم جودتها.

مقاطع لدرجات الغليان الحقيقية T.B.P. cuts	°C °F	350-400 662-752	400-450 752-842	450-500 842-932	500-END POINT 932-END POINT
FIELD ON CRUDE (wt %)		7.03	5.98	6.00	6.00
FIELD ON CRUDE (vol. %)		6.80	5.55	5.5	5.50
Cutting range (wt %)		64.32 – 57.49	70.51 – 64.52	76.50 – 70.50	82.50 – 76.50
Cutting range (vol. wt %)		69.05 – 62.25	74.60 – 69.25	80.10 – 74.60	85.60 – 80.10
Specific gravity 15/4		0.886	0.907	0.929	0.945
API gravity		28.1	24.4	21.05	18.15

Kinematic viscosity			123	
at 37.8 C° (cs) **at 50 C° (cs)** **at 98.9 C° (cs)**	13.5 9.0 3.03	34.25 5.05	 10.67	 137 16.25
Viscosity index V.I.	84	72	70	
Pour point (C°)	18 +	27 +	36 +	42 +
Sulfur content (wt %)	2.20	2.42	2.75	3.40
Conradson carbon residue (wt %)	0.01 >	0.01	0.14	1.25
Nitrogen content (wt %)	0.0450	0.0760	0.1100	0.145
Vanadium content (mg/kg)	0.0	0.0	0.5	0.9
Nickel content (mg/kg)	1.6	2.6	5.1	4.2

جدول (4-7) خواص المتقطر الثقيل تحت تقطير فراغي UNDER VACUUM

B.P. C	Sp.Gr 15.4 C	Wt. %	Vol. %	B.P. F
Condensate	0.567	1.870	2.070	--
GASOLINE				
C5 – 65	0.644	4.660	6.300	C5 – 149
C5 – 80	0.659	6.570	8.620	C5 – 176
C5 – 100	0.678	10.15	12.81	C5 – 212
C5 – 160	0.714	20.42	24.25	C5 – 320
C5 – 175	0.722	23.82	27.93	C5 – 347
NAPHTHA				
65 – 150	0.733	14.05	16.08	149 – 302
80 – 150	0.750	17.25	19.31	176 – 347
100 – 180	0.763	14.49	16.00	212 – 356
WHITE SPIRIT				
150 – 200	0.783	9.660	10.43	302 – 392
JET FUEL				
150 – 250	0.788	16.16	17.08	302 – 455
KERSOINE				
160 – 250	0.798	17.43	18.03	320 – 482
175 – 250	0.802	13.94	14.91	347 – 382
GAS OIL				
160 – 300	0.815	25.89	26.72	320 – 572
160 – 350	0.822	35.20	35.99	320 – 662
160 – 375	0.828	38.91	39.51	320 – 707
160 – 400	0.833	42.23	42.73	320 – 752
175 – 375	0.833	35.51	35.83	320 – 707
RESIDUES				
> 350	0.961	42.51	39.95	> 662
> 375	0.968	38.80	34.17	> 707

جدول (4-8) فصل المشتقات النفطية الخفيفة حسب درجات الحرارة المحددة للمشتقات (مقاطع واسعة).

التحاليل	نفثا خفيفة L.N	نفثا ثقيلة H.N	نفط ابيض KER	زيت الغاز G.O	المتخلف الفراغي ATM.RESIDUE
	IBM 100 C°	100 – 155 C°	155 – 250 C°	250 – 350 C°	> 350 C°
YIELDS CRUDE OIL %	8.42	7.68	17.04	14.38	**5203**
API GRAVITY AT 15.6 C°	79.1	61.3	48	34.2	**12.2**
SP.GRAVITY 15.6/15 C°	0.6719	0.7339	0.7883	0.8540	**0.985**
SULPHCR WT %	0.027	0.054	0.330	1.6	**4.92**
RVP KGM/CM²	0.58	--	--	--	--
MERCAPTAN WT %	0.012	0.02	0.019	--	--
BROMINE NO	0.211	0.49	1.77	--	--
AROMATIC & OLEFINE %	1.3	8.2	21.1	--	--
MINEMATIC VISCOSITY CS AT 37.8 C° 98.9 C°	 -- --	 -- --	 -- --	 3.8 1.36	 -- **80.94**
CARPON RESIDUE WT%	--	--	--	0.12	**13.2**
ANILINE POINT C°	64	61	59 C°	67	--
OCTANE NO					
CLEER	59.2	--	--	--	--
+ 3.6 TEL	77.7	--	--	--	--
DISTILLATION ASTM I.B.P C° 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% F.B.P C° TD % RESIDUE LOSS REC. % AT 100 C° AT 145 C° T 185 C°	 43 55 59 62 66 70 74 78 83 90 114 97.0 0.5 2.5 96 -- --	 93 107 112 117 120 124 128 131 136 145 168 98 1.0 1.0 -- 90 --	 146 160 168 175 185 192 198 207 214 225 246 99 1.0 -- -- -- 40	 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --	 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

جدول (4-9) فحوص النفط الخام العراقي.

اما الزيوت الثقيلة (زيوت التزييت) فتجري عليها الفحوص المختبرية الاتية راجع الجدول (4-10):

١- التقطير حسب مواصفات الجمعية الامريكية للفحص والمواد (ASTM).

٢- الوزن النوعي.

٣- اللزوجة بدرجات حرارة مختلفة 37.8 ، 50 ، 98.9 درجة مئوية.

٤- معامل اللزوجة.

٥- درجة السيولة.

٦- كمية الكبريت.

٧- الكاربون المتبقي.

٨- كمية النتروجين.

٩- المعادن كالنيكل والفاناديوم.

RETERANCE OF THE CUT	UNDER VACUUM DISTILATES CHARACTRS		
	H_1	H_2	H_3
Temperature C˚	400 – 350	450 – 400	500 – 450
Temperature F˚	752 – 662	842 – 752	932 – 842
Yeild on crude oil wt%	9.48	7.69	5.36
Yield on crude oil vol%	8.23	7.29	6.04
Cutting range wt%	51.36 – 41.88	59.05 – 51.36	61.41 – 59.05
Specific gravity 15.4 C˚	0.8985	0.9333	0.943
Refractive index 70 C˚	1.4807	1.4989	1.5109
Viscosity cst			
37.8 C˚	11.48	41.45	--
50.0 C˚	7.77	24.24	73.23
98.9 C˚	2.67	5.56	11.02
Sulfur content wt%	3.1	3.2	3.6
Nitrogen ppm	104	82	84
Ramsbotton carbon wt%	0.11	0.13	0.26
Pour point C˚	12.8	21.1	29.4
Aniline point C˚	70.2	73.6	47.9
Vanadium ppm	0.96	1.42	1.98
Asphalt wt%	0.5 >	0.5 >	0.5 >

جدول (4-10) مواصفات المشتقات النفطية الثقيلة الناتجة من التقطير الفراغي (الزيوت الثقيلة).