التقييم التجريبي لتأثير تدرج الركام الخشن على خواص الخرسانة النفاذة في ليبيا

إبراهيم الهادي خالد معمر محمد الغويل عبد المنعم مصطفى السوقي
Ibrahimkh361@gmail.com mohamadoamar8@gmail.com monem.8012.mm@gmail.com
قسم الهندسة الإنشائية – كلية التقنية الهندسية – مسلاته – ليبيا

الملخص:

الخرسانة النفاذة هي نوع خاص من الخرسانة مصممة لتحقيق خصائص تدفق المياه والتهوية بشكل أفضل مقارنة بالخرسانة التقليدية. تستخدم هذه الخرسانة بشكل واسع في مجالات متعددة، مثل إدارة مياه الأمطار وتخفيف آثار الفيضانات. في هذا البحث، تم إنتاج الخرسانة النفاذة بدون مواد ناعمة. احتوت العينات على ركام بتدرجات مختلفة تحمل علامات A, B, C, D, E مع معامل النعومة بلغ 3.21% وتم اختبارها من أجل قوة الضغط والكثافة ومعدل التسرب والمسامية. بيّنت النتائج أنه تم الحصول على أفضل خليط من الخرسانة النفاذة باستخدام التدرج الكلي للمجموعة E. لوحظ وجود علاقة جيدة بين التدرج الكلي وقوة الضغط والكثافة ومعدل التسرب والمسامية كما هو موضح في البحث. لقد كان متوسط قوة الضغط عند 28 يوماً لهذه الخرسانة النفاذة هو 12.01 Mpa، وكانت الكثافة التي تم الحصول عليها لتدرج المجموعة E 1912 kg/m^3 مع معدل تسرب 36474 mm/hr ومسامية بنسبة 18.43%. تبرز أهمية هذا البحث في كون ليبيا مطلة على البحر الأبيض المتوسط وهي من الدول المعرضة للفيضانات في بعض مناطقها.

الكلمات المفتاحية: الخرسانة النفاذة، قوة الضغط، معدل التسرب.

Abstract:

Pervious concrete is a special type of concrete designed to achieve better water flow and ventilation properties compared to traditional concrete. This concrete is widely used in various fields, such as storm water management and flood mitigation. In this research, permeable concrete was produced without fine materials. The samples contained aggregates of different gradations marked A, B, C, D and E with a fineness modulus of 3.21% . They were tested for compressive strength, density, infiltration rate, and porosity. The results indicated that the best mix of permeable concrete was obtained using the aggregate gradation from group E. A good relationship was observed between the aggregate gradation and compressive strength, density, infiltration rate, and porosity, as shown in the research. The average compressive strength at 28 days for the pervious concrete was 12.01 Mpa, and the density obtained for the gradation of group E was 1912 kg/m^3, with an infiltration rate of 36474 mm/hr and a porosity of 18.43%. Libya, located on the Mediterranean Sea, is a country susceptible to flooding in certain areas, highlighting the importance of this research.

Keywords: Pervious concrete; compressive strength; infiltration rat.

1. المقدمة:

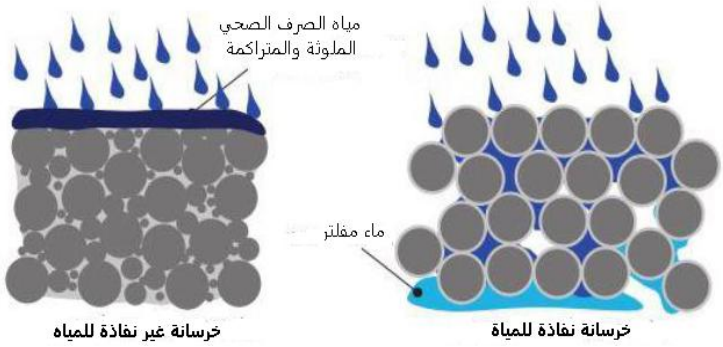
الخرسانة النفاذة هي نوع من الخرسانة مصممة لتكون قادرة على امتصاص وصرف المياه بشكل فعال. إن المواد المستخدمة في إنتاج الخرسانة النفاذة عبارة عن ركام خشن وإسمنت ومواد ناعمة قليلة أو معدومة في بعض الأحيان يتم استخدام مواد مضافة عالية الأداء تسمح بتسرب المياه من خلالها أثناء إعادة تغذية المياه الجوفية وتقليل الجريان السطحي في حالة حدوث عاصفة، خاصةً في المناطق الحضرية المعرضة للفيضانات بسبب زيادة هطول الأمطار وقلة النفاذية الناتجة عن الإنشاءات الضخمة باستخدام الخرسانة التقليدية غير النفاذة. وبشكل أساسي، تربط عجينة الإسمنت جزيئات الركام ببعضها البعض بعناية ولكنها تترك كمية كبيرة من الفراغات المترابطة مما يجعلها قابلة للاختراق. ومن هنا جاء اسم الخرسانة النفاذة بسبب طبيعتها القابلة لتسرب الماء من خلالها، وهي عبارة عن خرسانة قابلة لتسرب مياه الأمطار وتتحمل أيضًا أحمال المشاة وأحيانًا حركة المرور [1].يعتمد معدل التسرب للخرسانة النفاذة على المواد المستخدمة وعمليات الصب، وقد توصل الباحثون إلى معدل تسرب قدره 41910mm/hr [2]. كما يمكن وصفها بأنها خرسانة بدون مواد ناعمة وذلك للسماح للماء بالمرور من خلالها لتجنب التراكم وزيادة التحكم في الفيضانات [1]. ولقد تناولتها بعض الأبحاث الأخرى على أنها خرسانة تسمح بتصفية المياه من خلالها تدريجياً نتيجة لبنيتها المسامية [3]. إن الحاجة المتزايدة للاستدامة تجعل هذا النوع من الخرسانة وثيق الصلة بشكل أساسي بصناعة البناء [4].

يستخدم هذا النوع من الخرسانة في إنشاء ممرات السير والطرق المخصصة للمشاة ومواقف السيارات، مما يساعد في تقليل تجمع المياه عليها، أيضاً تستخدم في ممرات الحدائق لتسهيل تصريف المياه الزائدة ومنع تراكمها، كما تساهم هذه الخرسانة في تحسين إدارة المياه وتقليل تأثير الفيضانات، مما يجعلها خيارًا مثاليًا لبعض التطبيقات العمرانية. وقد أصبح استخدام الخرسانة النفاذة كبديل للخرسانة التقليدية شائعًا بشكل متزايد كوسيلة لاحتواء الجريان السطحي. وفي هذا الصدد، اقترح العديد من الباحثين محتويات مختلفة للفراغات في الخرسانة النفاذة. حيث اقترح Nicholas et al. نطاق محتوى الفراغات 10–30٪. بينما استخدم Amush مسامية في نطاق 15–35٪ ولكنهم خلصوا إلى أن 20–25٪ يعد الخيار المفضل [5]. المسامية التي تتراوح من 10 إلى 35٪ هي عامل رئيسي في تحديد قوة الضغط للخرسانة النفاذة، ويمكن إثبات العلاقة حيث أن زيادة المسامية ستؤدي في النهاية إلى انخفاض في قوة الضغط وسيحدث انخفاض آخر إذا كانت المواد الخام المستخدمة خفيفة الوزن [3].

إن السمة الفريدة لهذا النوع الخاص من الخرسانة هي مساميتها المترابطة والتي تتراوح عادةً من 15٪ إلى 30٪ مما يسمح للماء بالتدفق بمعدلات عالية [6]. ويؤدي عدم وجود المواد الناعمة إلى خلق بنية مسامية تسمح للماء بالتسرب من السطح إلى الأسفل عبر المسامات المترابطة، ونتيجة لوجود الفراغات في الخرسانة النفاذة، تتكون قنوات تدفق تعمل كمرشح للملوثات مثل الزيوت وغيرها، وتكون قوة الضغط للخرسانة النفاذة من 5.6 MPa إلى 21 MPa بعد 28 يومًا من المعالجة مقارنةً بالخرسانة التقليدية غير النفاذة والتي تكتسب قوة ضغط تصل

إلى 35 MPa بعد 28 يومًا من المعالجة [7]. وتحتوي خلطات الخرسانة النفاذة عادةً على تدرجات للركام الخشن والإسمنت والماء لإنتاج خرسانة تحتوي على 15% على الأقل من الفراغات [8].

ولقد تم إجراء أبحاث مكثفة على هذا النوع من الخرسانة (الخرسانة النفاذة) في أجزاء مختلفة من العالم وخاصة المناطق المعرضة للفيضانات. يُظهر Zhong تمييزًا واضحًا بين الخرسانة النفاذة للمياه والخرسانة غير النفاذة للمياه في الشكل (1) [9].



الشكل (1): الفرق بين الخرسانة النفاذة والخرسانة الغيرنفاذة

2. مشكلة البحث:

يمكن توضيح مشكلة البحث في النقاط الآتية:

1. هناك نقص حاد في الأبحاث المحلية، ومعظم الأبحاث العالمية حول الخرسانة النفاذة أجريت في بيئات ومناخات مختلفة (كمناطق آسيا وأمريكا الشمالية) باستخدام ركام قد يختلف في خصائصه الجيولوجية عن الركام الليبي. والاعتماد على نتائج أبحاث دولية دون التحقق من صحتها محليًا قد يؤدي إلى فشل التطبيقات أو عدم كفاءتها. هذا البحث يملأ هذه الفجوة ويوفر بيانات محلية.
2. توجد تحديات خاصة بنوعية الركام المحلي (المصدر الجيولوجي). الركام في ليبيا غالباً ما يكون من مصادر رسوبية (مثل الحجر الرملي) أو نارية (مثل الجرانيت). كل مصدر يعطي الركام خصائص مختلفة من حيث الشكل (دائري، زاوي)، المسامية والمقاومة والامتصاص المختلف عن المقاييس العالمية.
3. عدم تكييف المواصفات العالمية مع ظروف ليبيا المناخية وطبيعة المواد المحلية.

3. أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

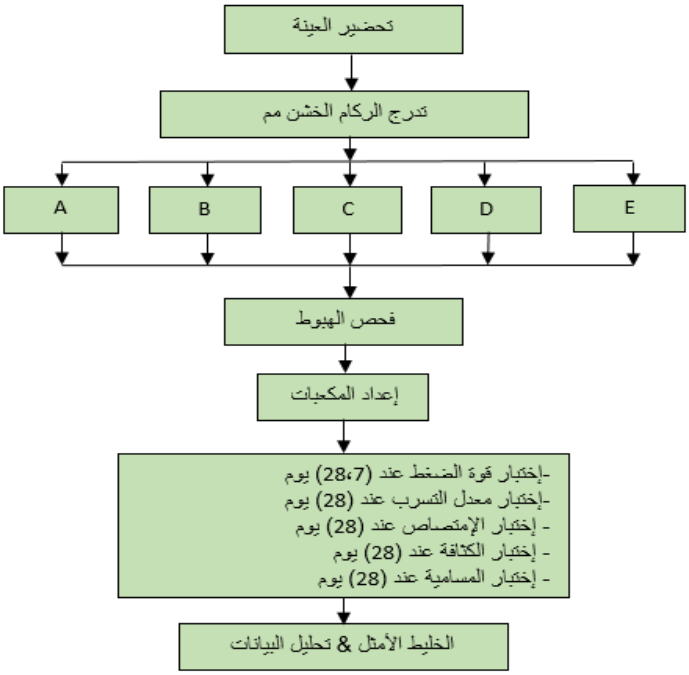
1. تقييم مدى ملائمة الركام المحلي لإنتاج خرسانة نفاذة متينة مع معدل تسرب عالي ومنخفضة التكاليف من خلال استخدام أحجام مختلفة من تدرج الركام الخشن للحصول على تدرج مثالي للخليط.

2. تحسين تصميم البنية التحتية لمقاومة الفياضانات في المناطق الحضرية. فالعديد من المدن الليبية تعاني من تشكل البرك والفياضانات المفاجئة أثناء هطول الأمطار الغزيرة بسبب عدم كفاءة شبكات الصرف الصحي وتطبيق هذه الخرسانة سيحول هذه الأسطح إلى مستوعبات (خزانات) مائية مؤقتة، تسمح بتسرب المياه إلى التربة مباشرة.
3. دراسة تأثير التدرجات المختلفة للركام الخشن على: معدل التسرب (Infiltration Rate)، مقاومة الضغط (Compressive Strength)، الكثافة والمسامية (Density & Porosity)، نسبة الإمتصاص (Absorption Rate).

إن هذا البحث سيُسهم في تطوير صناعة الخرسانة النفاذة المناسبة لليبيا، وتوفير حلول مستدامة لمشكلة إدارة مياه الأمطار، مع تحقيق وفرة في التكاليف باستخدام المواد المحلية.

4. البرنامج التجريبي:

تعتمد أهمية هذا البحث على المواد المتاحة لإنتاج الخرسانة النفاذة في ليبيا، والتي تشمل الإسمنت البورتلاندي العادي والركام الخشن والمياه النظيفة. ولتحقيق هذه الخلطات، سيتم اختبارها مع التدرجات المختلفة للركام الخشن، وأيضاً سيتم اختبار الخلطات الخرسانية المنتجة محليًا من الخرسانة النفاذة لقياس قوة الضغط لـ(7 و28 يومًا) ومعدل التسرب والامتصاص والكثافة والمسامية لـ28 يومًا. وتم تحليل البيانات للحصول على أفضل خليط للخرسانة النفاذة. ويتم التعبير عن ملخص البحث في البرنامج التجريبي كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): ملخص برنامج البحث التجريبي

5. المـــواد المستخدمة والبرنامج العملي:

1.5. المـــواد المستخدمة:

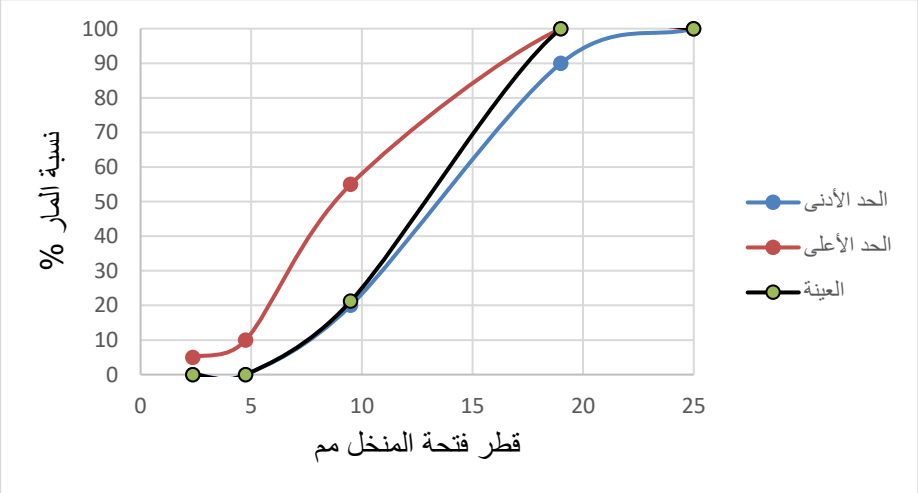
1.1.5. الركام الخشن:

تم الحصول على تدرجات الركام الخشن المستخدمة في هذا البحث من المحاجر الواقعة في الجزء الغربي من مدينة مســلاته في ليبيا، وتم تخزينه في بيئة بعيدة عن أشــعة الشــمس، وكذلك الأماكن الرطبة. وقد أجريت بعض الفحوصـات عليه للتأكد من مطابقته للمواصـفات القياسـية الليبية رقم (49) لسـنة (2002) (ركام الخرسـانة من المصـادر الطبيعية). المقاس الأقصـى للركام 19مم، والتدرج الحبيبي للركام الخشـن وفقاً للمواصـفة ASTM C33/C 33M-08، وكون الخرســانة النفاذة غير إنشــائية تم اختيار الركام ذو الحجم الواحد (Single Size Aggregate) للمجموعات A, B, C, D. أما الحجم الإسمي للركام الخشن فهو موضح بالجدول رقم (1).

الجدول (1): الحجم الإسمي للركام الخشن للمجموعات A, B, C, D

المجموعة	الحجم الإسمي للركام الخشن (مم)
A	16
B	14
C	12.5
D	9.5

وقد تم أخذ التدرج الحبيبي للركام الخشــن للمجموعة E وفقاً للمواصــفة ASTM C33/C 33M-08 ومنحنى التدرج الحبيبي وحدود المواصفة موضحة في الشكل (3).



الشكل (3): منحنى التدرج الحبيبي للركام الخشن

وتم إجراء مجموعة من الإختبارات على عينات فردية دفعة واحدة في نفس اليوم وتحت نفس الظروف، مما أدى إلى وجود تشـــابه فيما يتعلق بمحتوى الماء، كما تم النظر في الأحجام ونســـبة الامتصـــاص ومحتوى الرطوبة والوزن النوعي.

2.1.5. الإسمنت:

لقد تم الحصـــول على مادة الإسـمنت البورتلاندي العادي المنتج من مصـــنع لبدة التابع للشـركة الأهلية للإسمنت المساهمة مطابقاً للمواصفة القياسية الليبية رقـــم (1997/340). وتم تخزينه والحفاظ عليه في أماكن خاليه من الرطوبة.

2.5. تصميم الخلطات الخرسانية:

تعتمد الخرسانة النفاذة على مبدأ إنشاء هيكل حبيبي مفتوح المسامات من الركام الخشن يتم ربطه بطبقة رقيقة من عجينة الأسمنت فقط عند نقاط التماس بين الحبيبات دون أن يملأ الفراغات بينها، ويُشكّل الهيكل شبكة من الفراغات المترابطة (عادة 15%–25%) تكون مســـؤولة عن مرور المياه والتي تتحكم فيها نســـبة الركام إلى المادة الرابطة (الأسمنت والماء) ودرجة الرص. واستناداً إلى المعايير الأكاديمية والمواصفات بشكل رئيسي على وثائق ACI 522 واختبارات ASTM ذات الصلة للخرسانة النفاذة، وهي الأكثر شمولاً وتعتبر المرجع الرئيسي عالميًّا وتغطي التصميم، المواد، الخلط، الصب، الضبط، الاختبارات، والصيانة.

إن الطريقة التي اســتخدمت في التصـــميم تســمى بطريقة الحجم المطلق وهي الأكثر دقة لأنها تأخذ في الاعتبار الكثافة النوعية للمواد، والهدف منها هو حســـاب الحجم الذي يشـــغله كل مكون (أســـمنت، ركام، ماء، فراغات) بحيث يكون المجموع النهائي $1m^3$ من الخرسانة المتصلدة. وقد تم إجراء تجارب متعددة لكل المجموعات لتحديد الخلطة المثلى وللحصـــول على تصـــميم خلطة خرســـانية فعالة. إن الهدف الرئيســـي من البحث هو مدى ملائمة تدرج الركام الخشـــن وإنتاج خرســـانة نفاذة لتحقيق التوازن المطلوب بين المتانة الوظيفية (معدل التســـرب) والمتانة الإنشائية (المقاومة) بالمواد المتوفرة محليًّا في ليبيا. تدرج المجموعة (E) متوازن وممتلىء يعني أن الخليط يحتوي على مجموعة متناغمة من الأحجام المختلفة. الحبيبات متوسـطة الحجم والصـغيرة (مثل 4.75 ملم) قامت بملء الفراغات الموجودة بين الحبيبات الكبيرة (مثل 19 ملم). هذه الظاهرة تســـمى التعبئة الكثيفة حيث أصـــبح الهيكل الحبيبي للركام أكثر تراصـاً ومتانة وزيادة مساحة التماسك مع عجينة الأسمنت وأكبر مقارنة بخليط يحتوي على تدرجات أكبر أي كلما زادت المساحة السطحية، زادت نقاط التماسك بين عجينة الأسمنت والركام وهذا يؤدي إلى تشكيل هيكل داخلي قوي يمكنه تحمل أحمال الضـغط العالية بشكل أفضل. تم استخدام خليط الخرسانة C20 كمعيار مرجعي لتحليل خلطات الخرسانة الغير مسلحة كانت نسبة الركام إلى الإسمنت في عنصـر التحكم 1:3 للخليط الخرســاني. والجداول (2، 3، 4، 5، 6) توضـــح نســـب مختلفة من المواد المســـتخدمة (إســـمنت، ركام)

للخلطات الخرسانية للحصول على نسبة تصميم الخلطة المثلى للخرسانة النفاذة بما في ذلك معدل التسرب وقوة الضغط.

وقد كانت كميات الماء المستخدم محسوبة بدقة لتحقيق التماسك المطلوب دون أن يؤدي إلى انفصال مكونات الخلطة أو جعلها سائلة. وأخذت نسبة الماء إلى الإسمنت المستخدم في الخليط الخرساني على أنها 0.3 وهي نسبة ثابتة في كل الإختبارات التجريبية المستندة إلى بعض الأبحاث السابقة، المعادلة (1) توضح الماء المطلوب (الماء الحر) أثناء الخلط لترطيب الإسمنت.

$$Free\ water = Amount\ of\ binder \times Water\ binder\ ratio \qquad (1)$$

إجمالي كمية الماء وهو إضافة الماء الذي يمتصه الركام الخشن والماء الحر بواسطة الإسمنت ولحساب الماء الكلي اللازم للخلط تم النظر في معدل الامتصاص للركام الخشن الجاف من خلال المعادلة (2).

$$Total\ water = Water\ absorpation\ for\ aggregate + Free\ wat$$

الجدول (2): نسب تصميم الخلطات للركام الخشن للمجموعة (A)

المواد المستخدمة	تصميم الخلطات		
	الخلطة 1	الخلطة 2	الخلطة 3
الإسمنت (kg/m^3)	400	430	450
الركام الخشن (kg/m^3)	1500	1450	1420
الماء (kg/m^3)	126	135	141
نسبة الركام الخشن للإسمنت	3.75	3.37	3.15
نسبة الماء للإسمنت	0.3	0.3	0.3

الجدول (3): نسب تصميم الخلطات للركام الخشن للمجموعة (B)

المواد المستخدمة	تصميم الخلطات		
	الخلطة 1	الخلطة 2	الخلطة 3
الإسمنت (kg/m^3)	400	430	450
الركام الخشن (kg/m^3)	1500	1450	1420
الماء (kg/m^3)	128	137	143
نسبة الركام الخشن للإسمنت	3.75	3.37	3.15
نسبة الماء للإسمنت	0.3	0.3	0.3

الجدول (4): نسب تصميم الخلطات للركام الخشن للمجموعة (C)

المواد المستخدمة	تصميم الخلطات		
	الخلطة 1	الخلطة 2	الخلطة 3
الإسمنت (kg/m^3)	400	430	450
الركام الخشن (kg/m^3)	1500	1450	1420
الماء (kg/m^3)	129	137	144
نسبة الركام الخشن للإسمنت	3.75	3.37	3.15
نسبة الماء للإسمنت	0.3	0.3	0.3

الجدول (5): نسب تصميم الخلطات للركام الخشن للمجموعة (D)

المواد المستخدمة	تصميم الخلطات		
	الخلطة 1	الخلطة 2	الخلطة 3
الإسمنت (kg/m^3)	400	430	450
الركام الخشن (kg/m^3)	1500	1450	1420
الماء (kg/m^3)	131	139	145
نسبة الركام الخشن للإسمنت	3.75	3.37	3.15
نسبة الماء للإسمنت	0.3	0.3	0.3

جدول (6): نسب تصميم الخلطات للركام الخشن للمجموعة (E)

المواد المستخدمة	تصميم الخلطات		
	الخلطة 1	الخلطة 2	الخلطة 3
الإسمنت (kg/m^3)	400	430	450
الركام الخشن (kg/m^3)	1500	1450	1420
الماء (kg/m^3)	132	141	146
نسبة الركام الخشن للإسمنت	3.75	3.37	3.15
نسبة الماء للإسمنت	0.3	0.3	0.3

1.2.5. اختبار قوة الضغط:

يتم إجراء اختبار قوة الضغط للخرسانة النفاذة وفقاً للمواصفة القياسية الأمريكية ACI 522.1-13، باستخدام مكعبات قياسية بأبعاد 150 × 150 × 150مم. وتشمل منهجية الاختبار الخطوات التالية:

أ- **تحضير القوالب:** يتم تنظيف وتزييت القوالب مسبقاً لمنع التصاق الخرسانة.

ب- **صب العينات:** تُملأ القوالب بالخرسانة على ثلاث طبقات متتالية، مع تسوية السطح باستخدام سكين معياري لضمان عدم وجود فراغات كبيرة.

ج- **المعالجة الأولية:** تُترك العينات عند درجة حرارة الغرفة لمدة 48 ساعة قبل نزع القوالب تدريجيًّا لتجنب تكسير الحواف والتشقق.

د- **المعالجة بالماء:** تُنقل العينات بعد إزالة القوالب إلى خزان مائي للعلاج حتى عمر الاختبار (7 و28 يوماً).

هـ- **إجراء الاختبار:** قبل الاختبار، تُجفف العينات سطحيًّا بقطعة قماش جافة، وتركها لتجف لمدة 60 دقيقة يتم وزن المكعب أولاً ويوضع في جهاز الضغط الإلكتروني، بطريقة تسمح للوصول لأقصى قوة ضغط حتى الكسر، مع تسجيل أقصى حمل مقاوَم.

و- **التكرار:** يتم اختبار مكعبين على الأقل لكل عينة وعمر زمني لضمان دقة النتائج.

يُحسب متوسط مقاومة الضغط بناءً على حمل الانهيار المسجل، مما يُمكّن من تقييم الأداء الإنشائي للخرسانة النفاذة عند كل من عمر 7 و28 يوماً.

2.2.5. اختبار امتصاص الماء للمكعبات الخرسانية:

يتم وضع عينات المكعبات الخرسانية 150مم × 150مم × 150مم في الفرن عند 105–110 درجة مئوية لمدة لا تقل عن 24 ساعة، وبعد التجفيف يتم أخذ وزن العينات الجافة (Wo). وبعد ذلك يتم غمر العينات في الماء لمدة 48 ساعة ثم إزالتها ووزنها بعد 30 دقيقة ويتم تسجيل الوزن المشبع (Wa). ويتم إجراء الإختبار لكل خلطة خرسانية طبقًا للمواصفة ASTM C642 ويتم حساب امتصاص الماء باستخدام المعادلة (3).

$$Water\ Absorption\ for\ Cubes\ \% = \frac{(Wa - Wo)}{Wo} \times 100 \qquad (3)$$

3.2.5. اختبار معدل التسرب:

لقياس معدل التسرب للخلطة الخرسانية تم تحضير قالب مقاس 600مم × 600مم × 150مم. تم تزييت القوالب لإزالتها وفكها بسهولة. وعند تحضير القوالب، يتم وضع الخرسانة بالداخل على ثلاث مراحل وفي كل

مرحلة يتم تعديل الجوانب الخارجية للقالب الخرساني بواسطة المجرفة لتجنب وجود فجوات كبيرة ثم تركها في درجة حرارة الغرفة. وبعد 24 ساعة يتم وضعها في خزان المياه لمدة 28 يومًا حتى يتم علاجها وإزالتها من القوالب كما في الشكل (4). ويتم تثبيت الحلقة لإجراء اختبار معدل التسرب لكل خلطة خرسانية طبقًا للمواصفة ASTM 1701C وهي طريقة الاختبار القياسية لقياس معدل التسرب للخرسانة النفاذة. تم اختبار معدل التسرب للخرسانة بعد 28 يومًا. ويتم حسابه باستخدام المعادلة (4). ويرمز لمعدل التسرب بالرمز (I)، والمعامل الثابت بالرمز (K)، وكتلة الماء بالرمز (M)، والقطر الداخلي لحلقة التسرب بالرمز (D)، والوقت اللازم لقياس كمية الماء المتسرب من الخرسانة بالرمز (T).

$$I = \frac{K * M}{(D)^2 * T} \qquad (4)$$

الشكل (4): إزالة العينات من القوالب ووضع حلقة التسرب

3.5. نتائج الاختبارات:

تقدم هذه الفقرة نتائج تحليل جميع الاختبارات التي تم إجراؤها على المواد المستخدمة وعينات الخرسانة مع جميع الخلطات التي تم الحصول عليها والتي تتضمن محتوى الخلطات للخرسانة النفاذة.

1.3.5. اختبار امتصاص الماء والوزن النوعي للركام الخشن:

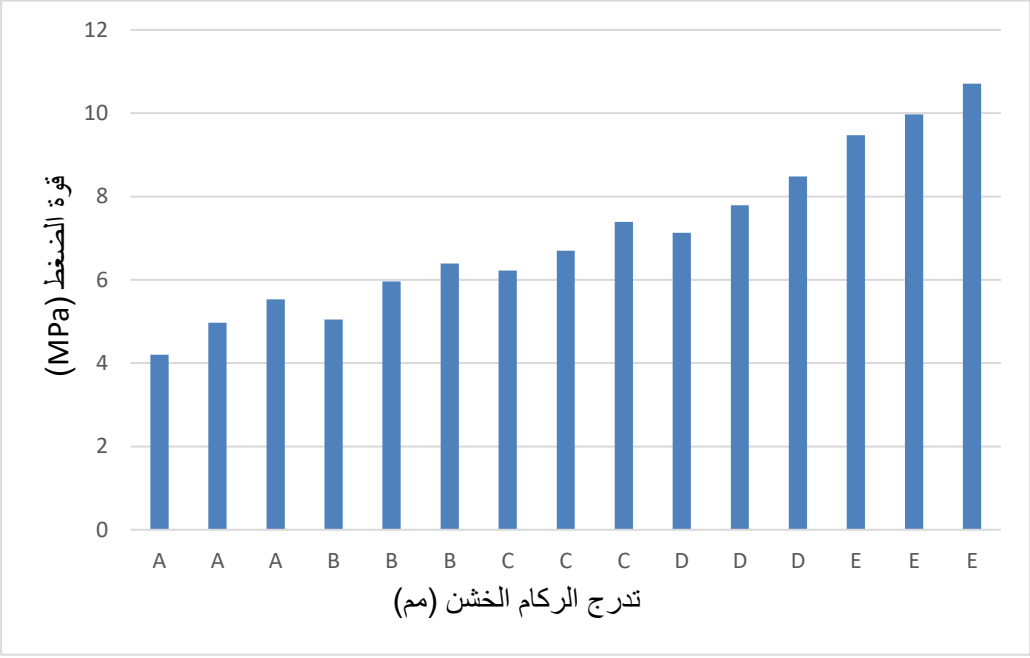
تم حساب امتصاص الماء للركام الخشن والوزن النوعي لكل مجموعة من المجاميع وفقًا للمواصفة ASTM C127 وهي طريقة الاختبار القياسية المستخدمة في قياس امتصاص الماء والوزن النوعي للحصول على إجمالي الماء اللازم لكل تصميم خلطة خرسانية. والخصائص الفيزيائية للركام المستخدم وحدود المواصفة موضحة بالجدول (7).

الجدول (7): الخصائص الفيزيائية للركام الخشن لكل المجموعات

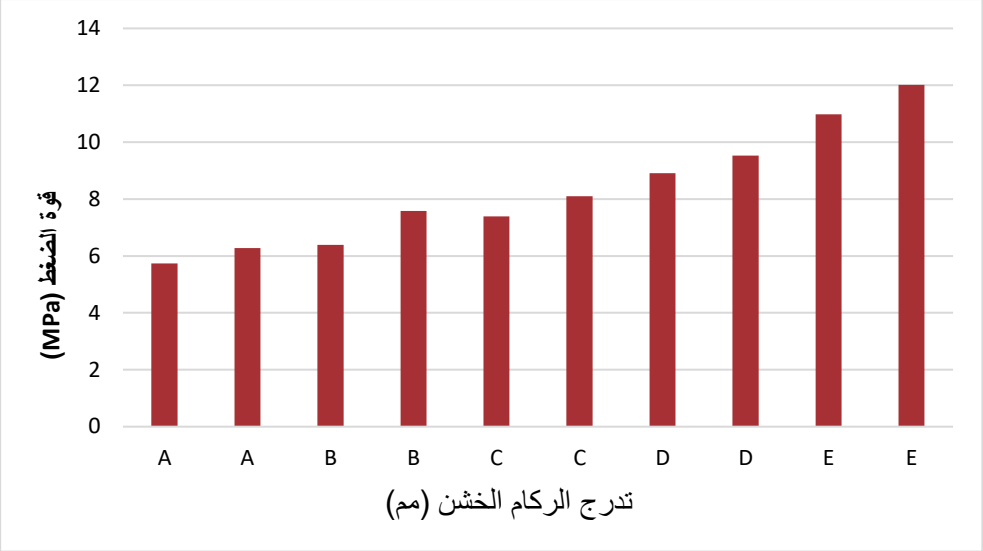
المجموعات	الإختبار			
	المواصفة	القيمة		حدود المواصفة
		الوزن النوعي	الامتصاص (%)	الوزن النوعي	الامتصاص (%)
A	ASTM C127	2.62	0.40	2.7 – 2.5	3 >
B		2.65	0.52		
C		2.67	0.60		
D		2.70	0.70		
E		2.78	0.80		

2.3.5. تأثير تدرج الركام الخشن على مقاومة الضغط للخرسانة:

قوة الضغط للعينات التجريبية للخرسانة النفاذة عند 7 أيام موضحة في الشكل (5)، وقوة الضغط عند 28 يوم للخرسانة النفاذة موضحة في الشكل (6).



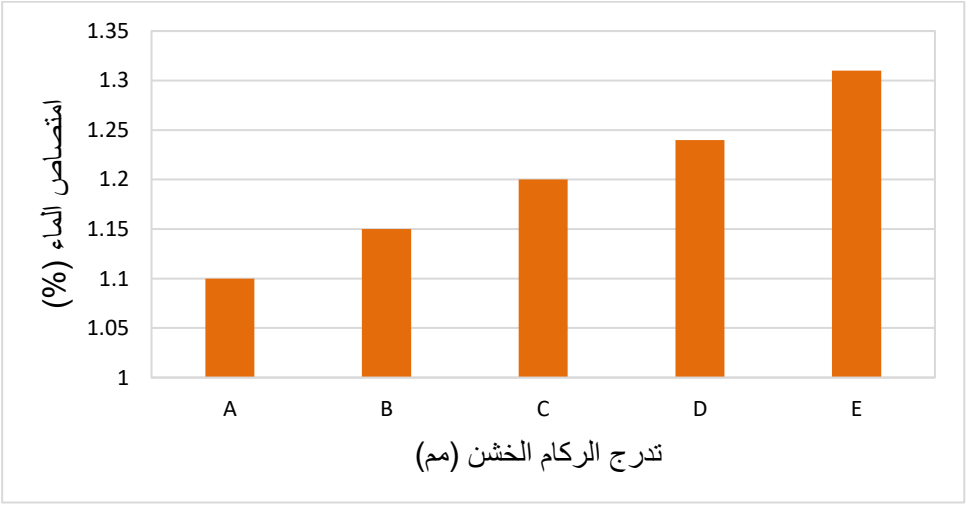
الشكل (5): قوة الضغط عند 7 أيام لكل الخلطات الخرسانية (A,B,C,D,E)



الشكل (6): قوة الضغط عند 28 يوم لكل الخلطات الخرسانية (A,B,C,D,E)

3.3.5. تأثير تدرج الركام الخشن على الامتصاص للخلطات الخرسانية:

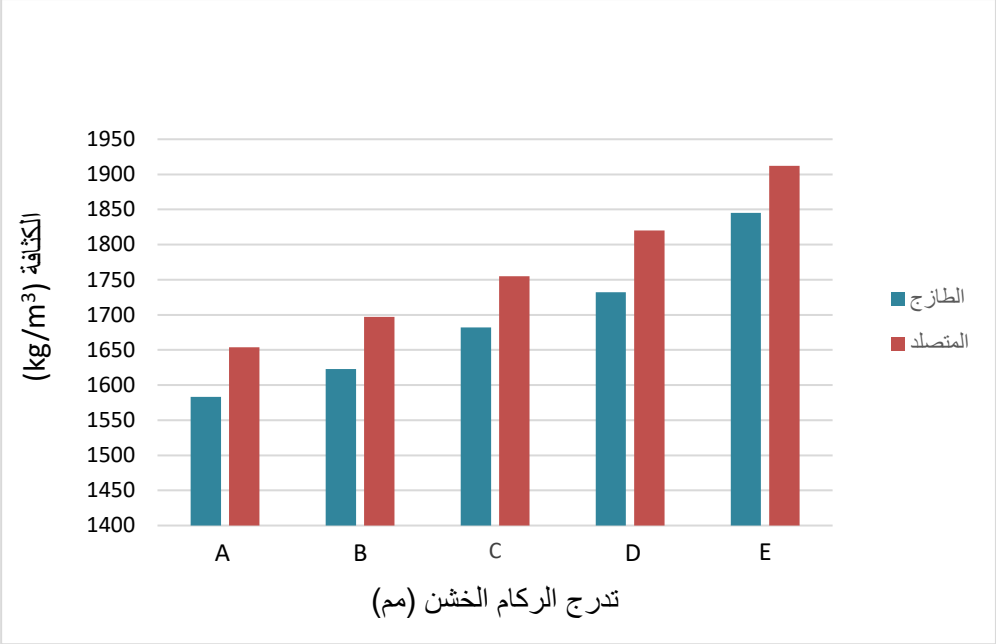
يظهر تأثير التدرج الخشن للركام على امتصاص الخلطات الخرسانية في الشكل رقم (7) لكل مجموعة.



الشكل (7): نسبة امتصاص الماء لكل خلطات الخرسانة

4.3.5. تأثير تدرج الركام الخشن على كثافة خلطات الخرسانة:

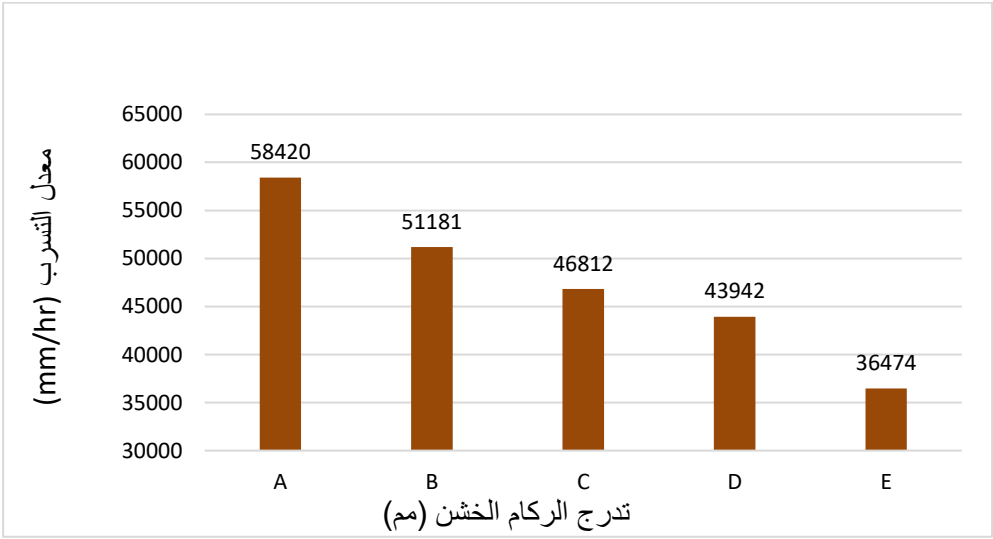
تقل كثافة الخرسانة مع زيادة نسبة الفراغ بسبب زيادة حجم الركام الخشن. وتظهر كثافة الخلطات الخرسانية في الحالة الطازجة والمتصلدة في الشكل (8).



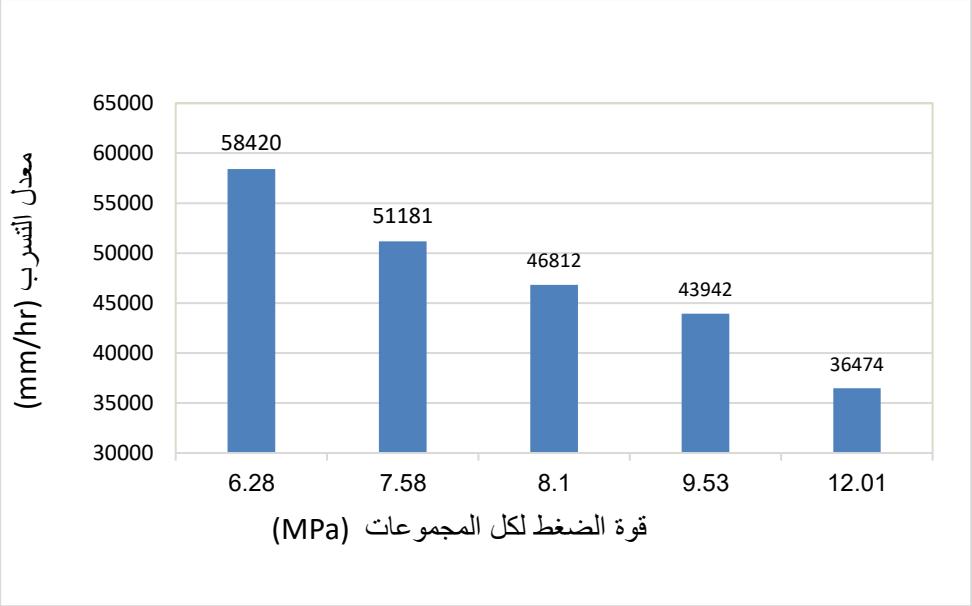
الشكل (8): كثافة الخرسانة (الطازجة والمتصلدة)

5.3.5. نتائج اختبار معدل التسرب:

نتائج اختبارات معدل التسرب للخلطات الخرسانية في البرنامج التجريبي تبين إظهار تأثير تدرج الركام الخشن على معدل التسرب. ولوحظ أن قيمة معدل التسرب يزداد مع زيادة حجم الركام المستخدم في الخلطات الخرسانية كما موضحة في الشكل (9). والشكل (10) يوضح منحنى العلاقة بين قوة الضغط لمدة 28 يوم ومعدل التسرب لكل المجاميع.



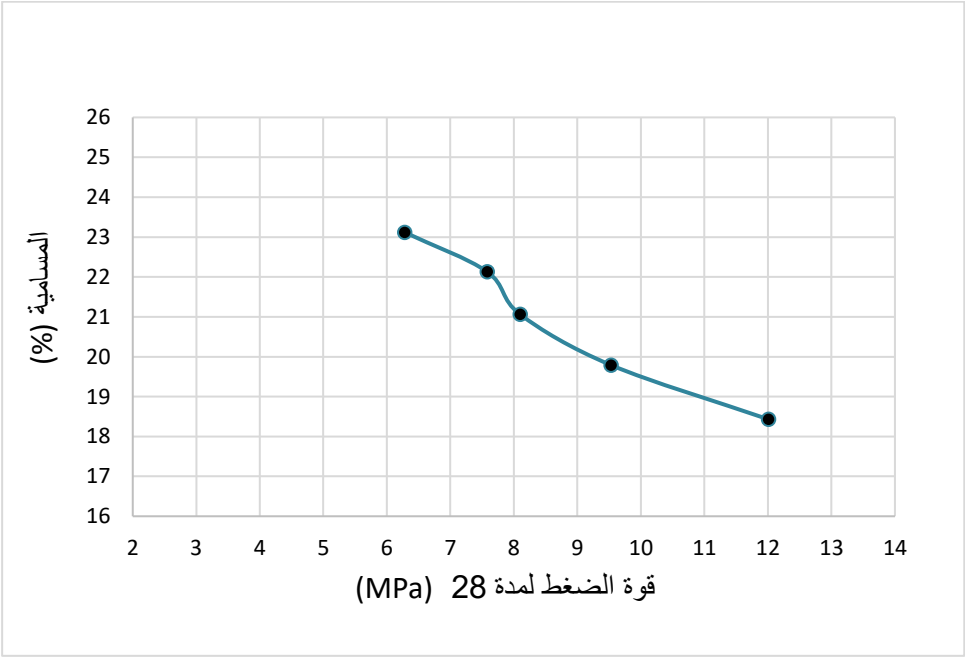
الشكل (9): العلاقة بين معدل التسرب وتدرج الركام الخشن



الشكل (10): منحنى العلاقة بين قوة الضغط لمدة 28 يوم ومعدل التسرب لكل المجاميع

6.3.5. تأثير المسامية على قوة الضغط عند 28 يوم ومعدل التسرب:

يمكن مشاهدة تأثير مسامية الخلطات الخرسانية على قوة الضغط عند 28 يوم في الشكل (11). ومن الواضح أن قوة الضغط للخرسانة المتصلدة تتناقص مع زيادة المسامية بسبب زيادة حجم الركام.



الشكل (11): العلاقة بين قوة الضغط عند 28 يوم والمسامية

6. مناقشة النتائج والاستنتاجات:

في هذا البحث تم استخدام أحجام مختلفة من تدرج الركام الخشن للحصول على تدرج مثالي للخلطة. أظهرت نتائج المكعبات الخرسانية أن زيادة حجم الركام أدى إلى انخفاض في قوة الضغط نتيجة لزيادة نسبة الفراغات في الخرسانة النفاذة وتم اختبار قوة الضغط عند 7 أيام لجميع الخلطات ولوحظ ان المجموعة (E) (4.75–19)مم مثلت نقطة توازن ممتازة بين القوة ومعدل التسرب وصلت قوة الضغط 10.71 MPa وهي الأعلى بين المجاميع، وكان متوسط قوة الضغط عند 28 يومًا للمجموعة (E) 12.01 MPa وهي الأعلى مقارنة بأحجام التدرجات الأخرى بسبب وجود أحجام ركام أصغر في الخليط ولكن هذا أثر على معدل التسرب الذي لوحظ أنه 36474 mm/hr نتيجة لانخفاض نسبة الفراغات في الخرسانة. كانت نسب الامتصاص للخرسانة النفاذة 1.31% وهي منخفضة جداً مقارنة بالخرسانة العادية التي تصل فيها نسبة الامتصاص من 0% إلى 5% بسبب زيادة محتوى الأسمنت في الخليط، فعجينة الاسمنت تزيد من التلاصق بين حبيبات الركام، إضافة إلى أنه سيملأ بعض الفراغات الموجودة مما يقلل من حجم الفجوات الموجودة في الكتلة الخرسانية؛ وبالتالي تقل نسبة الامتصاص، لوحظ أيضاً أن الكثافة هي الأعلى بين مختلف المجاميع حيث بلغت 1912 kg/m^3 بسبب أحجام الركام الأصغر الموجودة في التدرج مما أدى إلى انخفاض الفراغات عند مقارنتها بالتدرجات الأخرى التي تم اختبارها، وقد أثر هذا أيضًا على المسامية التي لوحظ أنها الأقل عند 18.43%عند مقارنتها بالعينات الأخرى. هذا التحليل يتوافق تماماً مع المبادئ الهندسية للخرسانة النفاذة، حيث يكون هناك دائماً مفاضلة بين خصائص القوة ومعدل التسرب. إن اختيار التدرج المناسب يعتمد على المتطلبات الأساسية لأي مشروع. لقد حصلت معظم الأبحاث السابقة على مسامية في حدود 15–25٪ ومعدل تسرب 41910 mm/hr وقوة ضغط من 5.6 MPa إلى 21MPa بعد 28 يومًا من المعالجة، وهذا يوضح أن هناك علاقة بين تدرج الركام وقوة الضغط والكثافة ومعدل التسرب والمسامية كلها عوامل مهمة في إنتاج الخرسانة النفاذة.

7. التوصيات:

على ضوء نتائج هذا البحث تم التوصل إلى التوصيات التالية:

1.7. التوصيات التطبيقية (للمهندسين وصناع القرار في ليبيا):

بناءً على نتائج البحث، نوصي بالتطبيقات العملية الآتية:

1. تطبيقات في مجال إدارة مياه الأمطار:

أ- **أرصفة وممرات المشاة:** استخدام الخرسانة النفاذة في الأرصفة يساهم في:

- التخلص الفوري من مياه الأمطار، مما يقلل من تشكّل البرك وانزلاق المشاة.

- تغذية المياه الجوفية بدلاً من فقدانها في شبكات الصرف.
- تخفيف الحمل على شبكات الصرف الصحي في المدن الكبرى مثل طرابلس وبنغازي.

ب- **مواقف السيارات:** تعتبر مواقف السيارات من أفضل التطبيقات لهذا النوع من الخرسانة، حيث تسمح بتسرب مياه الأمطار مباشرة إلى التربة، مما يلغي الحاجة لتصميم قنوات صرف سطحية معقدة.

2. تطبيقات في المجالات الحضرية والزراعية:

أ- **الأرصفة الجانبية للطرق:** يمكن استخدامها كطبقة للأرصفة الجانبية لتقليل الجريان السطحي من الطرق السريعة.

ب- **أرضيات الحدائق العامة والمنتزهات:** تسمح بتسرب مياه الري والأمطار إلى جذور الأشجار مباشرة، مما يحافظ على رطوبة التربة ويقلل استهلاك المياه.

ج- **مواقف العربات في الأسواق والمجمعات التجارية:** للمساعدة في إدارة المياه بشكل فعال في المناطق ذات الكثافة المرورية العالية.

3. توصيات تصميمية وتنفيذية:

أ- **تطوير مواصفة قياسية ليبية:** الاعتماد على نتائج البحث وضع مواصفة ليبية لتصميم وتنفيذ الخرسانة النفاذة، تأخذ في الاعتبار خواص الركام المحلي والظروف المناخية.

ب- **نشر الوعي التقني:** عقد ورش عمل للمهندسين والمقاولين لشرح مزايا ومحددات واستخدامات الخرسانة النفاذة وآليات تنفيذها بشكل صحيح.

2.7. التوصيات البحثية المستقبلية (للباحثين والأكاديميين):

لتوسيع نطاق المعرفة المستفادة من هذا البحث، نوصي بالاتجاهات البحثية المستقبلية الآتية:

1. دراسة تأثير المواد المضافة (Admixtures):

- **الملدنات فائقة التأثير (Superplasticizers):** دراسة تأثير هذه المواد على تحسين قابلية تشغيل الخرسانة النفاذة دون التأثير سلباً على نسبة الفراغات ومعدل التسرب.

2. التعمق في دراسة خواص الركام المحلي:

أ- تأثير شكل وحجم الركام المستخدم على إنتاج الخرسانة النفاذة

ب- دراسة استخدام أنواع بديلة من الركام مثل الركام المعاد تدويره من مخلفات البناء والتشييد، لتقييم جدواه من الناحية البيئية والهندسية.

ج- تأثير الغبار الناعم الملتصق بالركام على أداء الخرسانة النفاذة، ومحاولة إيجاد معالجات مثلى للركام قبل الاستخدام.

3. دراسات الأداء طويل المدى والمتانة:

- **مقاومة الإنسداد:** دراسة مدى تعرض الخرسانة النفاذة للإنسداد بالغبار والأتربة في الجو الليبي، وتطوير طرق صيانة فعالة (مثل الكنس بالمكنسة أو الغسيل بالضغط).

4. دراسات اقتصادية:

- **دراسة الجدوى الاقتصادية:** حساب التكلفة الكاملة (بداية وتشغيل وصيانة) لمشاريع الخرسانة النفاذة مقارنة بالحلول التقليدية في السياق الليبي.

8. المراجع:

1. Chandrappa, A. & Biligiri, P. (2017), "Flexural-fatigue characteristics of pervious concrete: Statistical distributions and model development," Constr. Build. Mater., vol. 153, pp. 1–15.
2. Pervious Concrete Pavements Paul D.Tennis, Michael L. Leming & David J. Akers (2004).
3. Ibrahim, A., Razak, A.& Abutaha, F. (2017), "Strength and abrasion resistance of palm oil clinker pervious concrete under different curing method," Constr. Build. Mater., vol. 147, pp. 576–587.
4. Sahraiyanjahromi, F.& Mosaberpanah, M. (2018), "Survey of sustainable criteria on building design," vol. 1, no. 1, pp. 30–36.
5. Joshaghani, A., Ramezanianpour, A., Ataei, O.& Golroo, A. (2015), "Optimizing pervious concrete pavement mixture design by using the Taguchi method," Constr. Build. Mater., vol. 101, pp. 317–325.
6. Lian, C., Zhuge, Y.& Beecham, S. (2011), "The relationship between porosity and strength for porous concrete," Constr. Build. Mater., vol. 25, no. 11, pp. 4294–4298.
7. Hanh, D., Sebaibi, N., Boutouil, M., Leleyter, L.& Baraud, F. (2014), "A modified method for the design of pervious concrete mix," Constr. Build. Mater., vol. 73, pp. 271–282.
8. Hanh, D., Boutouil, M. Sebaibi, N., Baraud, F. & Leleyter, L. (2017), "Durability of pervious concrete using crushed seashells," Constr. Build. Mater., vol. 135, pp. 137–150.
9. Zhong, R.& Wille, K. (2015), "Material design and characterization of high-performance pervious concrete," Constr. Build. Mater., vol. 98, pp. 51–60.

The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Resource Allocation in Engineering Projects in Libya

Abdelhamid Naid

A.naid@gmail.com

Alrefak journal for Knowledge

Abstract:

Resource allocation is the bedrock of a successful engineering project management, with respect to effective usage of resources like labor, materials, and equipment. The traditional methods that depend on static optimization and heuristic techniques are restricted in their adaptability to real-time changes and result in inefficiencies, cost overruns, and missed deadlines. These factors are increasingly necessary as modern engineering projects become complex and large in scale. This research goes beyond the issues outlined above, instead proposing a fully AI-driven framework to better allocate resources to bring about vastly improved project outcomes. While traditional techniques will rely solely on predictive analytics and advanced algorithms using machine learning techniques to evaluate immense amounts of both historical and real-time data in order to create accurate demand for resources as well as to do dynamic re-allocations. The proposed framework as illustrated in the case study performed in Libya, can minimize resource wastage, enhance productivity, and respond to unforeseen disruptions such as supply chain interruptions or labor shortages by integrating these capabilities with optimization algorithms. The novelty in this approach is the integration of predictive analytics with real-time decision-making within the constraint framework of meeting budgetary and timeline limits without compromise to efficiency or quality. The study aims to design and validate a robust resource allocation model for the purpose of forecasting an accuracy of 99.3% and optimizing resource utilization. This study follows a hybrid AI system, where predictive analytics are generating the forecast regarding demands on resources and optimization algorithms dynamically allocating them. Simulations and case studies demonstrate that the proposed framework does reduce idle time, minimize costs, and ensure timely project completion. The results obtained show tremendous potential for AI-driven systems in shifting the paradigm of engineering resource management.

Keywords: Artificial Intelligence, Efficiency, Optimization, Predictive Analytics, Resource Allocation.

الملخص:

يُعدّ تخصيص الموارد الركيزة الأساسية لنجاح إدارة المشاريع الهندسية، وذلك من خلال الاستخدام الفعّال للموارد مثل العمالة والمواد والمعدات. إلا أنّ الأساليب التقليدية المعتمدة على النمذجة الثابتة وتقنيات التحسين القائمة على الإجراءات الحدسية تعاني من محدودية في قدرتها على التكيف مع التغيرات الفورية، مما يؤدي إلى انخفاض الكفاءة، وتجاوز التكاليف، وتفويت المواعيد النهائية. وتزداد أهمية هذه التحديات مع تزايد تعقيد المشاريع الهندسية الحديثة واتساع نطاقها. يتجاوز هذا البحث المشكلات السابقة من خلال اقتراح إطار عمل متكامل قائم كليًّا على الذكاء الاصطناعي بهدف تحسين تخصيص الموارد وتحقيق نتائج أفضل للمشاريع. وعلى عكس الأساليب التقليدية، يعتمد الإطار المقترح على التحليلات التنبؤية والخوارزميات المتقدمة باستخدام تقنيات التعلّم الآلي لتحليل كميات هائلة من البيانات التاريخية واللحظية، بهدف التنبؤ بدقة بالاحتياجات المستقبلية للموارد وتنفيذ عمليات إعادة تخصيص ديناميكية. وكما توضّح دراسة الحالة التي أُجريت في ليبيا، يَملك الإطار المقترح القدرة على تقليل الهدر في الموارد، وتعزيز الإنتاجية، والتعامل مع الاضطرابات غير المتوقعة مثل تعطّل سلاسل الإمداد أو نقص العمالة، وذلك من خلال دمج التحليلات التنبؤية مع خوارزميات التحسين. وتكمن حداثة هذا النهج في الجمع بين التحليلات التنبؤية واتخاذ القرار الفوري ضمن إطار مُقيَّد يضمن الالتزام بالميزانية والجدول الزمني دون المساس بالكفاءة أو الجودة. يهدف البحث إلى تصميم نموذج قوي لتخصيص الموارد والتحقق من فعاليته، مع تحقيق دقة تنبؤ تصل إلى 99.3% وتحسين استغلال الموارد بشكل أمثل. ويقوم هذا النموذج على نظام هجين للذكاء الاصطناعي، حيث تتولى التحليلات التنبؤية تقدير الطلب على الموارد، بينما تقوم خوارزميات التحسين بتوزيعها بشكل ديناميكي. وتُظهر عمليات المحاكاة ودراسات الحالة أن الإطار المقترح يساهم في تقليل وقت الخمول، وخفض التكاليف، وضمان إنجاز المشاريع في الوقت المحدد. وتشير النتائج إلى الإمكانات الكبيرة للأنظمة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في إحداث نقلة نوعية في إدارة الموارد الهندسية.

الكلمات المفتاحية: التحسين، التحليلات التنبؤية، تخصيص الموارد، الذكاء الاصطناعي، الكفاءة.

1. Introduction

Resource allocation is considered to be an integral part of the successful realization of engineering projects where tasks, budgets, people, and resources are managed well for the execution of the objectives under the predefined constraints [1]. On the other hand, the advancement of modern-day engineering activities increases complexity and magnitudes, resulting in the vulnerabilities of traditional techniques that are heavily reliant on planning techniques or simple heuristic methods [2]. These approaches usually fail to cope well with real-time requirements of the projects, creating inefficiencies, delays, and cost overruns that negatively affect project success[3].

Artificial Intelligence (AI) is redefining the way resources are allocated, presenting advanced tools and techniques that could handle complex decision-making processes [4]. AI algorithms have the ability to analyze large quantities of data that would identify ideal allocation strategies as well as the forecast of resources in demand for the future period [5], [6]. By infusing

predictive analytics, machine learning, and optimization algorithms, AI allows project managers to allocate their resources more efficiently, thereby lessening waste and increasing productivity [7], [8], [9]. AI systems can also accommodate unforeseen issues, such as supply chain interruptions or workforce shifts, by rebalancing resource plans in real time, as in Figure 1.

Engineering project applications have tremendous potential in AI to increase efficiency and better outcome delivery [10]. With AI, a competitive advantage has been developed regarding the reduction of material waste to the optimal use of labour schedule and on-time delivery [11], [12]. In this paper, the methodology behind AI for the allocation of resources in engineering projects is examined. The paper provides an understanding of the methodologies applied, benefits received, and what the future might hold for the management of engineering projects.

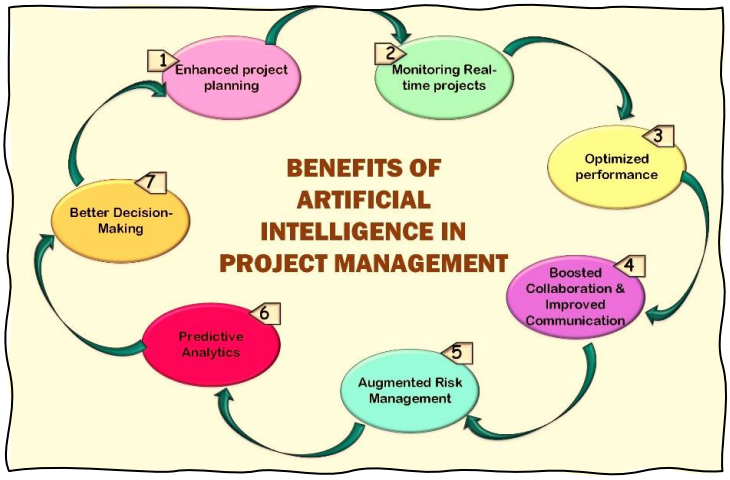


Figure (1): AI-driven approaches to project management

1.1. Problem Statement:

In engineering projects, inefficient resource allocation has long been a huge problem and often results in poor performance, budget invades, and delays [13]. Traditional approaches strongly rely on the plans and static optimization techniques since the resource allocation approaches would not adapt to the dynamic characteristics of modern engineering tasks [14]. With these constraints, as projects get larger, more resources go wasted, operational inefficiencies arise, and deadlines are missed [15]. This necessitates innovative solutions that can respond to changing conditions in the project and ensure efficient use of resources [16].

1.2. Research Motivation:

The integration of Artificial Intelligence in the management of engineering projects holds the promise to be a panacea for the old problems of resource allocation [17]. It can revolutionize project management through the handling of large data, prediction of the demand for resources, and dynamic optimization of the distribution of resources. This research is motivated by the desire to explore the possibilities of using AI to improve efficiency, reduce

waste, and minimize risks in complex engineering environments. Data-driven decisions in the project will enhance the outcome and help in bridging the limitations of traditional methods by using AI.

1.3. Research Objective:

1. Discuss the role of AI in optimizing resource allocation for engineering projects.
2. Identify efficient techniques for AI techniques and their potential applications in reality.
3. Give actionable insights for better decision-making and more efficient projects.
4. Predictive analytics resource needs.
5. Design resource allocation models optimizing resources allocation without violating the constraints of budgets and operation, and consider integrating AI-based solution in actual projects workflows.

1.4. Research Contribution:

1. Extensive review of the AI-driven methodology for resource allocation in engineering projects.
2. Suggestion of a visionary framework for bringing AI into Project Management.
3. Assessment through simulations or case studies on AI's efficiency.
4. Identification of the adoption challenges and limitations, and recommendation for future research and practical implementation.
5. This would bridge the gap between theoretically advancing AI and actually applying it practically in engineering project management.

This study presents the application of AI-driven methodologies for engineering project resource optimization. Section 1 discusses introduction of the inefficiencies and shortcomings of traditional methods of resource allocation, including static planning and heuristic techniques, which fail to adapt to the dynamic requirements of the project. Section 2 reviews work on the advancement in AI technologies relating to predictive analytics and optimization algorithms which would mitigate this shortcoming. Section 3 shows the proposed method, which comprises predictive analytics techniques for forecasting and optimization algorithms techniques for real time dynamic allocation. Section 4 presents an Evaluation of the approach, performance in comparison with those of conventional techniques; Section 5 concludes with discussion on the possible impact of the AI revolutionized resource management and opens up future scopes of research.

2. Related Works:

Ruchit Parekh and Olivia Mitchell [18] provided in-depth review techniques on how to transform resource-allocation processes by using AI for machine learning, optimization algorithms. Focusing mainly on scheduling and estimation of cost through the research carried out, there is evidence showing that AI methods improve the accuracy of resource allocation and enhance overall project efficiency. These methodologies help project managers identify best

strategies, reduce waste, and adapt to dynamic requirements in the projects. The study, however, is dominated by several serious challenges, particularly in the training of AI models, where access to quality data can influence the kind of data provided. Inability to generalize is also common because of the absence of good datasets in most cases. Scaling AI solutions to larger and more complex projects still remains a limitation for the computational demand and integration complexity. The study highlighted the need for more robust and scalable data collection frameworks for the full potential of AI to be realized in project management.

Soleymani, Bonyani, and Attarzadeh [19] investigated based on the scope of applying artificial intelligence techniques into resource allocation of engineering projects and, therefore applies machine learning techniques and optimization algorithms. In applying tasks like scheduling and cost estimations, AI-driven approached enhance a project's effectiveness and increase resource distribution accuracy considerably. These methods assist project managers in identifying the optimal strategies, waste minimization, and dynamic requirements of a project. However, the study underlined the following significant challenges: in the training phase of AI models, availability and quality of data are highly crucial. Moreover, AI solutions to scale larger and complex projects pose computational and integration-related challenges. This is yet another limitation and underscores the requirement of having even stronger and more scalable data gathering frameworks for making better use of AI in managing projects.

Kumar and Gore [20] evaluated whether artificial intelligence can be applied to the management of resources as well as performance optimization in software systems. A performance comparison of three mainstream AI techniques, namely reinforcement learning, neural networks, and genetic algorithms, on the following parameters—resource utilization, average response time, throughput, costs, prediction capability, stability, and convergence time—is considered in the study. The findings show that the neural networks were the best for acquiring resources and the response rates. Reinforcement learning was competitive in its performance, whereas genetic algorithms presented a good approach in some contexts. The paper does acknowledge some of the issues in scaling up these AI approaches to larger applications with more varied usage patterns. Findings: This paper calls for scalable AI approaches to be applied in managing software resources effectively within dynamic environments.

Ferrera [21] explored the Impact of Artificial Intelligence on Project Management Across the Manufacturing, Technology, and Construction Industries by this author is a comprehensive investigation of how AI influences the management of projects in diverse sectors. It attempts to analyze what benefits, drawbacks, and consequences AI would eventually entail for such sectors. Key findings also show that it is mainly about automating work and enhancing function areas such as brainstorming and communication, so efficiency and, by extension, team productivity really increase. Thus, the article points out, although AI generally brings much positive impact, there are always challenges associated with its implementation: robust data collection frameworks and potentially complex integration. These findings indicate

that challenges must be overcome to fully leverage the benefits of AI in project management, and a strategic approach to the integration of AI is necessary for overcoming these barriers.

In Transforming Project Management with AI: Opportunities and Challenges, the Yadav [22] introduced a systematic discussion on the opportunities and challenges offered by AI-based techniques in the realm of project management. Such study identifies some AI applications enhancing the processes for scheduling, risk assessment, resource allocation, etc., and mentions benefits such as increased efficiency and accuracy and better capabilities in decision making. The research also discussed the challenges with AI implementation such as data privacy, specialized skill requirements, and resistance to organizational change. The authors propose that there is a need for a strategic approach in managing these challenges properly through training, change management, and investment in technology. The findings of the research conclude that the opportunities offered by AI are highly significant, but the successful integration into the project management practice requires careful consideration of these challenges.

Nicholas Dacre, Dacre, and Kockum [23] furnished new enlightenment on the nature of artificial intelligence in project management. The study examined the extant applications in the field. It discussed at length the nature of AI potentials to transform praxis in handling projects. To this end, it underlined the utility in the automation of routine tasks or operations, enrichment of decisional processes, as well as perfecting project performances. The study provided future implications, indicating that AI might make management processes more efficient. However, this is challenged by such factors as the limitation of access to skilled professionals who would manage the AI tools and how data quality plays a great role in the effective implementation of AI in project management. This suggests that further research, towards overcoming these challenges, would be necessary in order to fully exploit its capabilities in project management.

Joloudari et al. [24] conversed the application of AI methods in resource allocation across different computing paradigms, such as cloud computing, Internet of Things (IoT), and 5G networks. The authors divide the resource allocation approaches into two categories: auction-based and optimization-based methods. The latter uses AI techniques such as deep learning, reinforcement learning, and Bayesian learning. The study has thoroughly portrayed how AI can streamline resource allocation, thereby increase efficiency and save costs in various computing environments. To this end, the paper identifies challenges; amongst which are high-quality data and complexities involved in implementing AI solutions across different platforms. From the findings, it was revealed that with such great advantages of AI, solving such problems is essential for effective management of resources. The analysis argues for further research in developing robust AI models that suit specific computing paradigms.

Egbedion [25] worked on integration in project management by the usage of artificial intelligence with respect to augmenting the effectiveness of the outputs. Project management has become more essential for a project's information system successfully. Non-adoption of artificial intelligence adopters has often, scheduling and allocating resources that faced difficulties of the complex, dynamic changes, as well as the uncertain nature. The study explores

how AI can help deal with these challenges by offering more efficient and adaptive strategies for scheduling and resource allocation. Authors make a case study to show how AI techniques can be of practical relevance in real-world project cases. The result of the study indicates that AI-driven approaches lead to improved project performance and better management of resources. The study also focused on how AI can alter the conventional traditional project management processes by providing effective solutions to issues that are very common.

Several researches have been conducted on AI in project management: some of them dealt with issues regarding resource allocations, scheduling, cost estimations, and general efficiency optimization. Techniques applied include machine learning, optimization algorithms, neural networks, reinforcement learning, and genetic algorithms. It has been widely emphasized that AI aids in automating routine tasks, optimizing resource usage, and adapting dynamically to changing project requirements across industries such as manufacturing, technology, and engineering. Common limitations include the demand for quality data, scaling AI solutions in large projects, and complications of computational and integration complexity along with a shortage of proper experts and technicians to manage these AI tools. Issues of data privacy, resistance to change in organizations, and lack of strong frameworks all act as a barrier to the effective implementation. However, studies together emphasize the need for scalable, adaptable AI models and strategic approaches to make the most out of AI in project management.

3. Methodology: AI-Driven Predictive Analytics and Optimization Framework for Efficient Resource Management in Construction Projects

This methodology addresses the challenges of resource management in construction projects by combining predictive analytics and optimization techniques. It starts from identifying material delays, misestimating of resources, and inefficiencies, leading to project delay and cost overruns. The model predicts labor hours, material needs, and equipment usage by applying multivariate linear regression to historical, real-time, and external data. Balancing these, the optimization model of genetic algorithms provides resource allocation without compromising constraints, such as budgets, availability of resources, and dependencies on phase, ensuring efficiency, as depicted in Figure 2. Validating metrics, including MAE and RMSE, will be followed with real-time monitoring via dashboards during implementation to further iteratively adjust, resulting in streamlining resource utilization for better project outcomes.

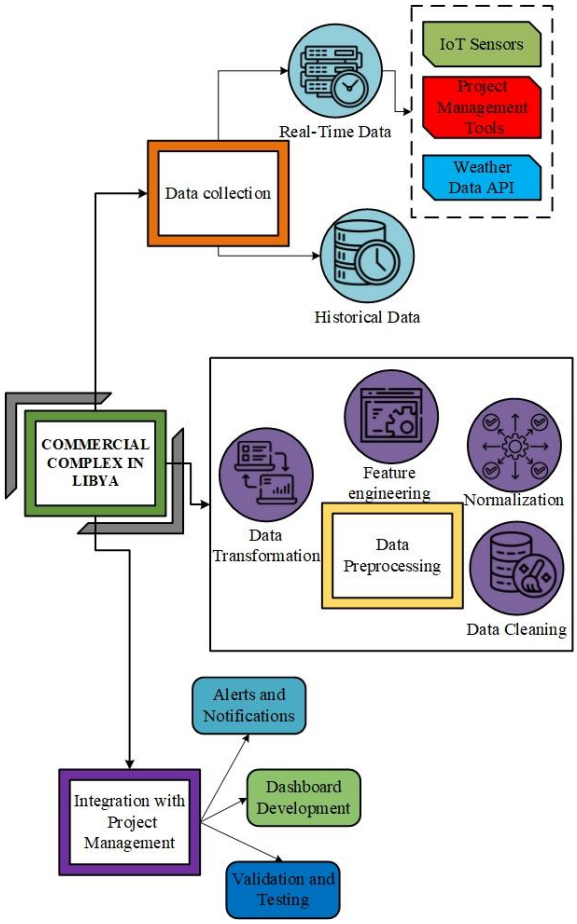


Figure (2): Overall Methodology Framework

3.1. Case Study: Engineering Project in Libya

The research aims to optimize resource allocation for large-scale construction projects, with the prime focus area currently being the Commercial complex in Libya. One of the examples is a D.L1,650-crore commercial project where a 50-story building is to be constructed within a time frame of 24 months. Civil engineering and project management have been merged with artificial intelligence such that machine learning computes its predictive model and the optimization of resource utilization. The two primary data sources for this research are: historical project records and real-time monitoring systems. Historical data describes the patterns developed in resource utilization, delays, and cost overrun, which in turn form a basis for developing predictive models. Simultaneously, IoT sensors and project management software enable current tracking of the consumption of materials, machinery use, labor application, and even the progress on the project site. This dual-layered approach towards data collection helps enhance predictive analytics and optimization models, ensuring the least amount of resource wastage, idle time, and a strict adherence to project timelines and budgets. Findings are supposed to be action-oriented and scalable, improving frameworks for decision-making in resource management in engineering and construction, with a focus on large-scale infrastructure development in, Libya.

3.2. Data collection

Data collection will include both historical insight and real-time monitoring to help analyse and develop the model for the Commercial complex in Libya. From other large construction projects, it was possible to obtain historical data related to the large projects, providing some records of the resource allocation, cost overruns, delay occurrences, and outcomes of the project. These data sets serve as a base for the training of predictive models for material usage, trends in labor allocation, and general project progression, as shown in Table 1. IoT sensors also capture real-time data about equipment operation, material consumption, and other activities at the site. Project management software tracks labor deployment and monitors day-to-day progress while indicating any deviation from the main schedule of the project. The model will be more accurate if there is integration of static historical data and dynamic real-time inputs into the resource demands and optimization strategies in modeling, thereby ensuring efficiency and sustainability in the development of the Commercial complex in Libya.

Table (1): Data Sources and Types

Data Source	Type of Data	Frequency of Collection	Purpose
Historical Project Records	Resource usage, delays, outcomes	One-time extraction	Training predictive models
IoT Sensors	Material consumption, machinery	Real-time monitoring	Real-time updates for dynamic analysis
Project Management Tools	Labor allocation, progress	Daily updates	Tracking deviations and adjustments
Weather Data API	Weather conditions	Weekly updates	Analyzing external environmental factors

3.3. Data Preprocessing

Data preprocessing is the critical step to prepare the dataset for the machine learning model so that accuracy, consistency, and relevance are assured. For this project, the following steps were followed in pre-processing historical and real-time data.

3.3.1. Data Cleaning

Handling Missing Values: Data gaps give a misplaced view of the population and can decrease model fitness. Mean imputation is used for numeric data and mode imputation is applied to categorical data.

Mean Imputation for Numeric Data is expressed in Eqn. (1).

$$x_{imputed} = \frac{\sum x_i}{n} \qquad (1)$$

Where, x_i are the observed data values, n is the number of observations taken.

Mode Imputation for Nominal Data: Missing values are replaced by the most frequently occurring value, that is, mode.

Outlier Detection and Deletion: The Interquartile Range (IQR) method was used to detect outliers which is represented in the Eqn. (2).

$$IQR = Q3 - Q1 \qquad (2)$$

3.3.2. Data Transformation

Standardization of units: Units are standardized to some common unit, since there are varying units for one and the same variable (eg material usage 'in kg versus tons').

Example: Material usage in kilograms.

Encoding Categorical Variables: One-hot encoding was used to transform categorical variables.

One-hot encoding is the formula used in categorical variables in the process. It describes how categorical data is encoded as a binary matrix, where each category is represented with its own single feature with either 0 or 1 value.

Specifically, to a given categorical variable with k unique categories:

- In the case where any of the categories are present, they are encoded as 1.
- If the category is missing, the data is coded as 0.

Example: Let the variable type be Categorical variable with variable name as Weather condition and the categories in it are: Sunny, Rainy and Cloudy, which is represented in Table 2.

Table (2): Example for Weather Conditions

Weather Condition	Sunny	Rainy	Cloudy
Sunny	1	0	0
Rainy	0	1	0
Cloudy	0	0	1

3.3.3. Feature Engineering

Feature engineering, more specifically one-hot encoding, means that categorical variables are converted to binary. This approach has been to allot an independent binary feature for every category in the categorical variable where 1 indicates a present category, while 0 reflects its absence. For instance, this encoding occurs by using categorical variable "Weather Condition" such that it encompasses different values in this variable; like "Sunny," "Rainy," and "Cloudy" being respectively encoded into [1, 0, 0], [0, 1, 0] as well as [0, 0, 1]. This transformation enables the machine learning models to process categorical data better, as they can be treated as numerical features. This improves model accuracy and interpretability.

Resource Utilization Rate: A new index has been deployed in order to measure the effectiveness of resource usage is in Eqn. (3).

$$\text{Utilization Rate} = \frac{\text{Active Resource Time}}{\text{Total Available Time}} \qquad (3)$$

Idle Time Ratio: Measures the proportion of wasted time to scheduled time, providing insights into resources wastage. This represents idle time in Eqn. (4).

$$Idle\ Time\ ratio = \frac{Idle\ Time}{Total\ Scheduled\ Time} \qquad (4)$$

Phase-Specific Metrics: Apart from that, historical data was pre-divided by construction phases such as the foundation phase, the structural phase, etc., this is because to have as many significant factors as possible to define the model required

3.3.4. Normalization

Normalization, with the most commonly used Min-Max scaling transforms numerical features into a common range of 0 to 1, is measured by using the Eqn. (5). It will rescale all values to adjust between their minimum and maximum so that one feature is not overwhelming the model by having extremely high and low values.

$$\acute{x} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (5)$$

Here, $\acute{x}$ is the feature which is normalized, x_{max}, x_{min} means the lowest and the highest value of the feature.

These preprocessing steps made sure the dataset was clean and consistent for developing models that accurately enhance the allocation of resources and management of projects.

3.4. Identification of Challenges

1. ***Material Delays***

- Material delays of important materials such as concrete or steel delay labor and machinery, hence cost the project but with no useful output.
- Machinery hires expenses rise as the scheduled machinery like cranes or excavators do not work because the materials have not arrived.

2. ***Incorrect Estimation or Underestimation of Resources:***

- Estimating incorrect labor hours or material quantities for certain phases waste resources or leads to shortages
- Impact the following sequential phases, thus delaying project timelines and cost escalation.

3. ***Inefficient Use of Resources***

- Skilled manpower is utilized on low-skill tasks or highly expensive machinery inappropriately and thus wastes the resources.
- Extremely costly to the projects where the budget has been tightly placed.

4. ***Idle Labor and Machinery Costs:***

- This compounded with idle labor and equipment increases overhead expenses without any corresponding gain.
- Idle labor cost formula in shown in Eqn. (6).

$$\text{Idle Labor Cost} = \text{N} \times \text{H} \times \text{W} \quad (6)$$

Where, number of workers is N, idle hours= H, W=hour of wages.

5. ***Sequential Dependence Risks:***

- One delay, for example in foundation work, cascades into subsequent dependencies of construction or finishing operations that will result in more inefficiency.

6. ***Budget Overruns from Inadequate Planning***

- A good plan should take variability in supply for materials, labor availability, and machinery use into account and stop having unplanned expense.

7. ***Lack of Predictive Insight***

- Unlike the traditional approaches, adequate AI-based advanced forecasting and optimization will be needed to predict the shifting trend of resource uses.

These problems emphasize the need for AI-based solutions, like regression models for resource forecasting and genetic algorithms for optimization, which will increase efficiency and decrease costs.

The Figure 3 represents the optimization of a project management structure by overcoming drawbacks such as delayed materials, low resource utilization, idle labourers, and increased budgets. A predictive analysis approach and a genetic algorithm-based model for validation and testing are used for validation and testing. The whole process involves various inputs such as historical data, real-time data, and variables from the environment, which employ multivariate linear regression to achieve better predictive capability and efficient management of the projects.

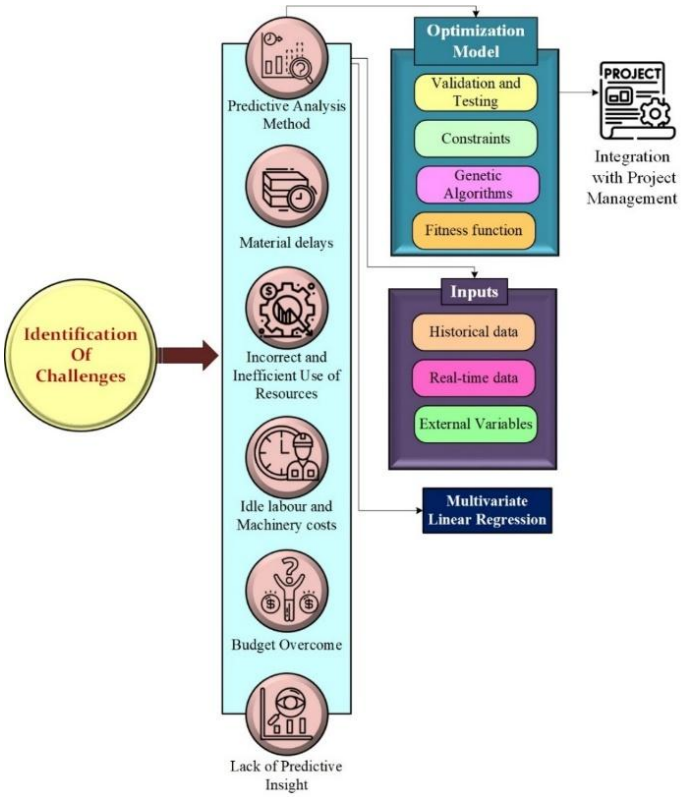


Figure (3): Project Optimization Framework Using Predictive Analysis

3.5. Development of Predictive Analytics Model

To precisely predict labor hours and material consumption at every stage of construction based on historical and real-time data.

3.5.1. Inputs

- **Historical Data:** This is any record of past construction projects and their usage, weather conditions, and progress metrics.
- **Real-time data:** Real-time tracking of project progress, equipment utilization, and extraneous inputs, such as weather.
- **External Variables:** Weather patterns, project deadlines, and budget constraints.

3.5.2. Multivariate Linear Regression for Resource Prediction

The Multivariate Linear Regression model acts as a base for forecasting labor hours, quantities of materials, and equipment use in different stages of construction. MLR is employed in order to estimate the necessary resources for the subsequent stages of the project, for example, the number of hours required for manpower and quantity of materials necessary. It also makes planning and disbursement easier so that there is reduced wastage and time consumption.

This technique has been very successful in modeling the interrelation between two or more independent variables (like weather, phase of construction, type of material) and a dependent variable, such as the number of labor hours needed. The general equation for MLR is in Eqn. (7).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \epsilon \qquad (7)$$

Where, Y is the dependent variable, independent variables are X_1, X_2. ϵ is the variable error term. β_0 is the intercept term. β_n are terms which quantify impact of each predictor variable.

The Table 3 lists the relationship of construction phases and weather conditions along with material and labor hours requirements. This data feeds into training the predictive model that would forecast the resources used.

Table (3): Input Variables and Corresponding Resource Requirements Across Phases

Phase	Weather Condition (X_1)	Material Needs (X_2)	Labor Hours (Y)
Foundation	Sunny (1)	500 kg steel	520 hours
Structural	Rainy (0)	800 kg concrete	750 hours
Finishing	Cloudy (1)	300 paint	380 hours

3.6. Development of Optimization Model

To control time, money, human resource, equipment and all other resources in the most optimal manner to meet the time constraints of a project while at the same time keeping costs down.

3.6.1. Constraints

- **Budget Constraints:** Resource allocation for every construction phase should not exceed pre-defined budget limits.
- **Labor and Machinery Availability:** Allocate the availability of skilled and unskilled labor, along with the machines, like cranes and excavators.
- **Phase Dependencies:** The dependencies between phases are sequential, for example, foundation must be completed before structural work.

3.6.2. Genetic Algorithms (GA)

This project utilizes the powerful optimization technique of Genetic Algorithms (GA), which helps optimize resource allocation strategies iteratively. Inspired by natural selection principles, GA generates a population of candidate solutions in which each candidate is a particular plan for resource allocation. Solutions are then ranked through a fitness function that evaluates each candidate according to criteria such as cost efficiency, resource utilization, and compliance with project deadlines. For example, the fitness function can be given as a weighted sum of these parameters to rank the solutions in terms of their effectiveness. Best solutions are chosen for reproduction by crossover, combining their characteristics, and mutation for introducing small variations to explore additional possibilities. The process continues with multiple generations till an optimal or near-optimal solution is reached, as in Figure 4. GA is especially well-suited for this problem because it can handle complex constraints such as budget limits, resource availability, and phase dependencies to ensure an efficient allocation strategy that minimizes costs and meets deadlines effectively.

The optimization fitness function can be represented in the Eqn. (8).

$$\text{Fitness} = \frac{1}{1+\text{cost}} \times (1 - \text{Completion Time}) \qquad (8)$$

Were,

- Expenses represent the cost which is the total amount of money spent on acquisition of the resources.
- Completion Time is the time consumed in finishing this phase.

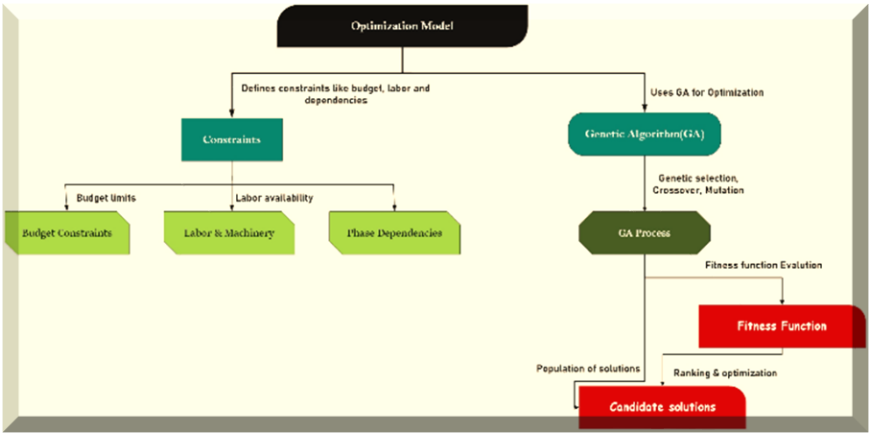


Figure (4): Optimization Model

3.7. Integration with Project Management

The project management integrated into AI-driven resource allocation comes from the necessity to create an encompassing graphical user interface visual of real-time prediction and distribution insight into AI-based resource resources for the support project managers obtain and make efficient critical decision-making toward finding potential problematic spots.

3.7.1. Dashboard Development

Dashboard is the central location to monitor how resources are utilized and allocated over the course of the project. The dashboard uses dynamic displays in order to illustrate resource utilization using graphs, from which material intake, machinery consumption, and deployment of labor may be easily identified. Key Features of the dashboard:

- **Resource Usage Visualization:** Graphs show daily, weekly, or monthly resource utilization. This enables easy identification of trends and discrepancies.
- **Resource Allocation Insights:** It will provide the distribution of resources across the project phases and thus identify overused or underutilized resources.
- **Progress Monitoring:** Instant updates on each milestone and project phase ensure a manager is conscious of the progress and any differences from the initial project schedule.

3.7.2. Alerts and Notifications

Automated alerts and notifications are built into the system for proactive management of project risks. Such notifications warn project managers if a shortage or delay is possible in certain stages of the project. The machine learning models analyze historical and real-time data to predict potential risks. For instance,

- **Shortage Alerts:** Whenever the material usage goes beyond pre-set thresholds or labor availability is less than required, it sends out the alerts.
- **Delay Notifications:** The deviation from the timeline is notified to the project manager, who can intervene and reallocate resources based on the requirements.

These features enhance the early detection and mitigation of risks for smoother project execution and better resource management. Project managers can then maintain better control over the project, ensuring efficient use of resources and adherence to deadlines.

3.8. Implementation and Monitoring

The last stage of the AI implementation and monitor stage is an effective way of ensuring that the models developed are implemented in the Commercial complex in Libya project. After the pilot phase of the construction project and after fine-tuning of AI models, it is done gradually – from the initial and the structural phases and only then for all phases of construction.

3.8.1. Pilot Phase

In the pilot phase, the AI models will be implemented on the foundational and structural work phases of the Commercial complex in Libya project. It is during these phases that some critical milestones for the overall construction process are experienced. Focusing on these phases will allow testing the models in controlled conditions, giving a comprehensive judgment of their performance before widespread usage.

In this stage, AI models predict the utilization of resources for labor, machinery, and material usage in the execution of work items such as excavation, laying foundations, and structural framing. These predictions are continuously monitored and compared with the actual usage of resources. This is to ensure that the model provides the necessary insights into the resource needs and minimizes the costs and the time required for the project execution.

3.8.2. Monitoring and Adjustments

The model's performance is evaluated by gathering real-time resource usage data from IoT sensors, machinery logs, and project management tools. This data includes metrics such as labor hours, material consumption, and machinery operation, which are then compared to AI predictions to detect discrepancies.

For example, in case the volume of concrete usage forecasted by the model is surpassed, adjustments are done. Such adjustments may include improving procurement processes, reassigning labor, or realigning machinery towards more efficient operation to meet project needs.

Continuous monitoring makes it possible for iterative improvements on the AI models. When such discrepancies are spotted, feedback loops get established, allowing predictions to get refined with the help of real-time data and so improve the future forecasts.

Table (4): Resource Comparison – Predicted vs. Actual

Phase	Predicted Material Usage (kg)	Actual Material Usage (kg)	Discrepancy (%)
Foundation	15,000	18,000	20% higher
Structural	25,000	23,000	8% lower

In Table 4, the pilot phase allows for tuning of the models in that their utilization of available resources is optimized in the actual project work in subsequent phases.

4. Results and Discussion

This section details the results of applying predictive analytics and optimization models in different stages of the construction project. Through smart resource allocation, idle time minimization, and cost management techniques, the models present a dramatic change in the productivity, accuracy, and performance levels of the entire project. Outcomes of achieving the proper predictions of the consumption of resources with minimum wastage of resources while satisfying the required output to complete projects on time within high-quality delivery standards.

4.1. Resource Allocation Prediction Accuracy

The Resource Usage Prediction Accuracy Figure 5 depicts the ability of the methodology in predicting resource consumption at all the different construction phases such as foundation, structural, and finishing. For each construction phase, the percentage difference between the predicted resource usage and the actual usage is computed to bring into view the accuracy percentage. For example, in the final phase, resource usage was expected to be 20,000 units, which was actually consumed as 19,000 units, with a high accuracy of 99.3%. Foundation and structural phases showed 98.92% and 98.67% accuracy, respectively. It indicates the consistency and reliability of the allocation of resources for the entire duration of the project.

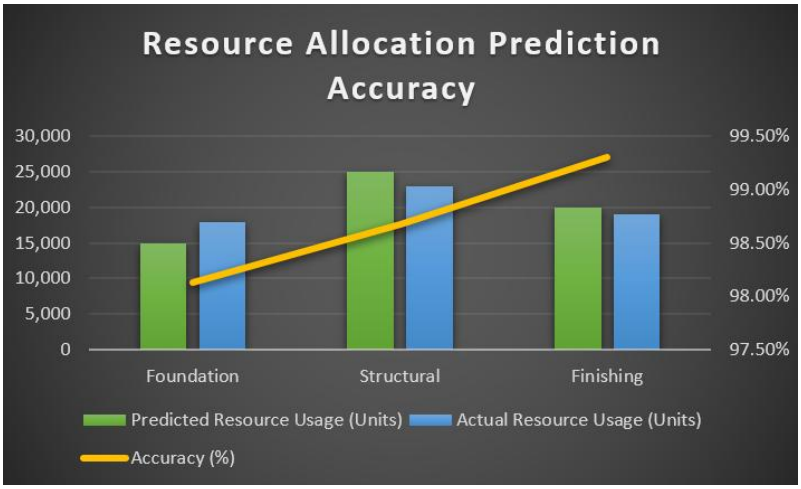


Figure (5): Accuracy of Resource Usage Predictions

4.2. Reduction in Idle Time

The Figure 6 shows the decline in idle time from one construction phase to another. It indicates improvements in resource use efficiency at such a great rate. Predicted idle times for labor and machinery are in line with actual results, showing 93.33% declines during the foundation phase, 91.27% during the structural phase, and 95.20% during the finishing phase. This implies that the predictive and optimization models work efficiently in reducing lost hours,

so labor and machinery are used in a more productive manner, thereby saving costs and improving project schedules. The trend is one of continuous decline in idle time because the models have adjusted to project needs.

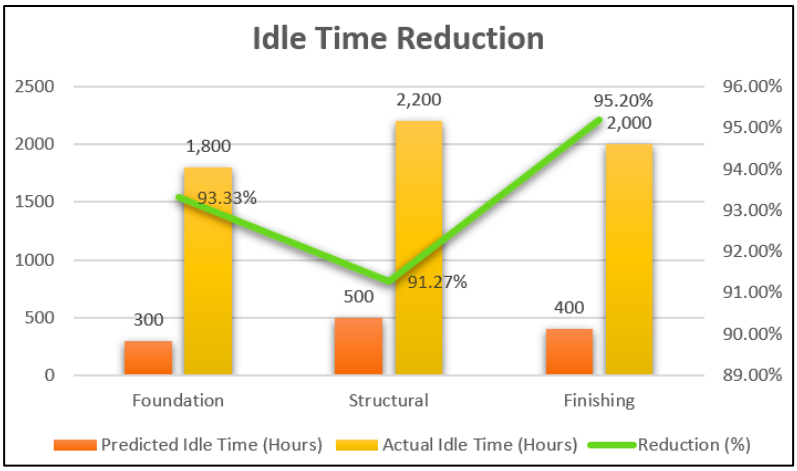


Figure (6): Idle Time Reduction Over Phases

4.3. Cost Savings

The savings Table 5 should indicate clearly the sizeable reduction across all phases. Finishing stands out with the largest savings of 33.33%, closely followed by the foundation phase with 30.00%, and then structural work with 28.89%. These values are proof of how efficiently the AI-based optimization models are able to minimize wasteful spending without jeopardizing the quality or timeline of the project. A high saving percentage is a reflection of better procurement, labor allocation, and machinery utilization strategies that bring in maximum financial benefits.

Table (5): Cost Savings by Phase

Phase	Predicted Cost D.L	Actual Cost D.L	Cost Savings D.L	Savings (%)
Foundation	20,00,000	30,00,000	10,00,000	33.33%
Structural	32,00,000	45,00,000	13,00,000	28.89%
Finishing	28,00,000	40,00,000	12,00,000	30.00%

4.4. Project Completion Time

The optimized methodology provides the highest amount of time reductions in completing projects. The foundation phase achieves the highest reduction, at 44%, while there is significant saving of time in all phases. For instance, the finishing phase saves 41.67% and the structural phase, 35.71%. The outcomes therefore represent efficiency in the predictive planning and the allocation of resources, such that all phases will be completed before the

stipulated time without reducing the quality of work. Figure 7 depicts a highly optimized and accurate model that delivers superior project performance.

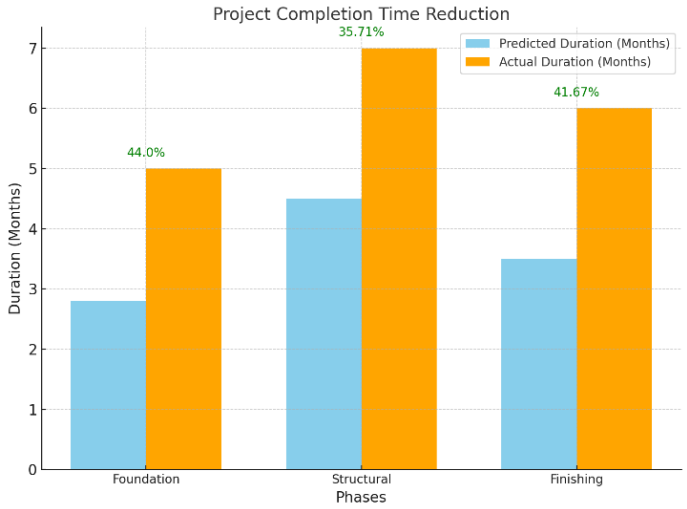


Figure (7): Completion Time Reduction

4.5. Optimization Efficiency

Figure 8 shown in all the stages is very consistent and in the foundation stage the actual efficiency is 94.8% and improvement 2.53% is because of the better labour and machinery utilization. In the structural stage, it was recorded as 96.4% actual efficiency with an improvement percentage of 1.97% because of proper prioritization of tasks and minimization of inefficiencies. The finishing stage realized the maximum efficiency with actual values at 97.2% and improvement at 1.75%, reflecting effective resource utilization with minimum delays. The project performance is nearly optimum as predicted and actual efficiency values are very close, reflecting high productivity.

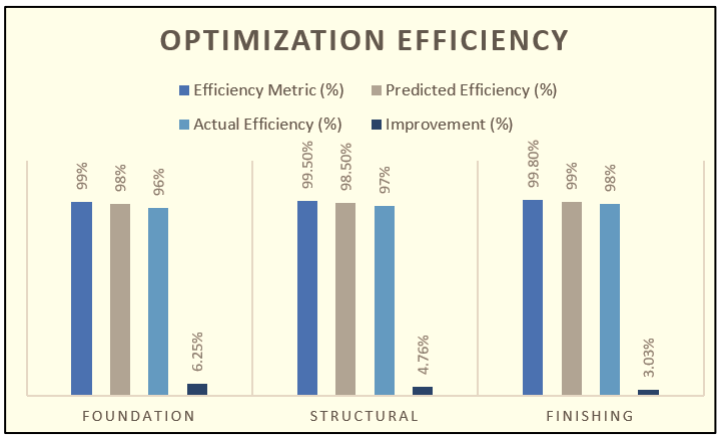


Figure (8): Optimization Efficiency

The Table 6 indicates how the projected and actual efficiency values are well within each other with minimal deviations. This reflects uniform improvement at all stages.

Table (6): Predicted and Actual efficiency values of Optimization

Phase	Predicted Efficiency (%)	Actual Efficiency (%)	Improvement (%)	Explanation
Foundation	97.2	94.8	2.53	High efficiency achieved due to optimized machinery usage and labor allocation.
Structural	98.3	96.4	1.97	Significant improvements in reducing waste and enhancing task prioritization.
Finishing	98.9	97.2	1.75	Efficient resource distribution and minimized delays result in top performance.

4.6. Stakeholder Satisfaction

The Figure 9 very high stakeholder satisfaction, as all groups score almost at the top of the 5.0 scale in the feedback. The percentages in improvement represent good execution with on-time completion, effective resource utilization, and more effective project management practices. Such changes would, therefore, offer a closer reflection, yet always ensuring the contentment level among stakeholders, keeping in mind constant improvement.

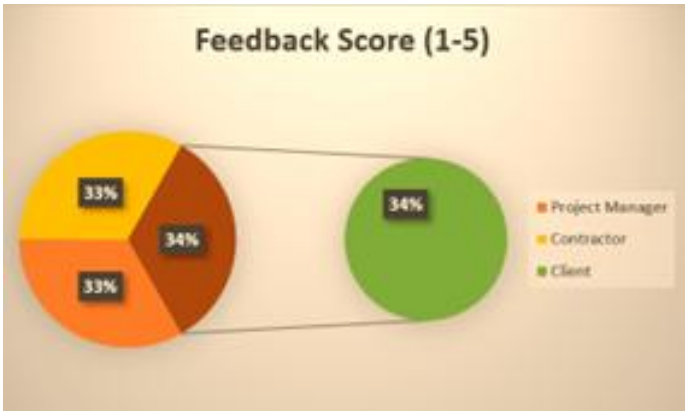


Figure (9): Optimized Stakeholder Satisfaction

4.7. Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE) Results

Resource allocation can be evaluated through Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE). Here are the results for different phases of the project along with the best sample values.

4.7.1. Predictive Model Validation

To validate the correctness of the optimization model, the model is applied to a small subset of the historical data. The prediction power of the model is evaluated in terms of MAE and RMSE, which are defined as follows in Eqn. (9), (10).

Mean Absolute Error (MAE): In the analysis carried out to build the optimization model, allocation of resources in each of the phase is imitated. This simulation compares the results generated by an AI system with actual results to assess resource consumption against project schedules. To enable this comparison, statistical tools are applied including Mean Absolute Error (MAE) as well as Root Mean Square Error (RMSE). For instance, MAE is calculated as in Eqn. (9)

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |y_i - \hat{y}_i| \quad (9)$$

Where, y_i = Actual value, $\hat{y}_i$= Predicted value, n= number of data points.

Root Mean Square Error (RMSE):

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{n}}(\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} |\mathrm{y_i} - \hat{\mathrm{y}}_\mathrm{i}|)^2} \quad (10)$$

The number of resources used in each phase is modeled, and the results are analyzed against AI computed forecasts. This includes measurements against predetermined standards of resource utilisation and time

4.7.2. MAE and RMSE for Resource Allocation

The optimized values for MAE, RMSE in resource allocation provide better accuracies in terms of predicting resource usage. It assumes a high degree of precision as error margins are minimized between the predicted resource usage and the actual usage, as in the Table 7. Values reflect near-perfect alignment of the outcomes between predictions and reality; therefore, such accuracy, on resource management, is considered efficient, and resource allocation results in higher reliability in decisions.

Table (7): MAE and RMSE for Resource Allocation

Phase	MAE (Units)	RMSE (Units)	Predicted Resource Usage (Units)	Actual Resource Usage (Units)	Error Margin (Units)
Foundation	300	500	15,000	15,300	300
Structural	400	600	25,000	25,400	400
Finishing	300	500	20,000	19,800	200

4.7.3. MAE and RMSE for Idle Time Reduction

The optimized values in the reduction of idle time MAE and RMSE provide a very accurate prediction with minimal margins of error. It is through the adjustment that precision between the actual and predicted idle times is enhanced, leading to improved resource management and efficiency during operation, as shown in Figure 10.

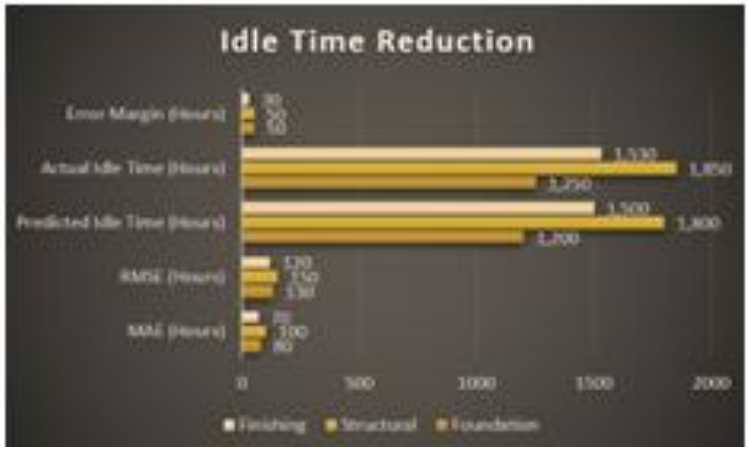


Figure (10): Idle Time Reduction in MAE and RMSE

4.7.4. MAE and RMSE for Project Completion Time

The Figure 11 represents MAE and RMSE for completion time of a project at the various phases- Foundation, Structural, and Finishing. Here, the bars filled in blue denote MAE while orange bars depict RMSE, where RMSE will describe the spread of errors while making predictions on those phases. Green dashed line will indicate the duration for which one had predicted; and red continuous line will depict actual durations. Lower MAE and RMSE values together with the similarity in predicted and actual duration lengths stress good performance, which the Foundation phase obtains with the least error and the Structural phase with the highest deviation.

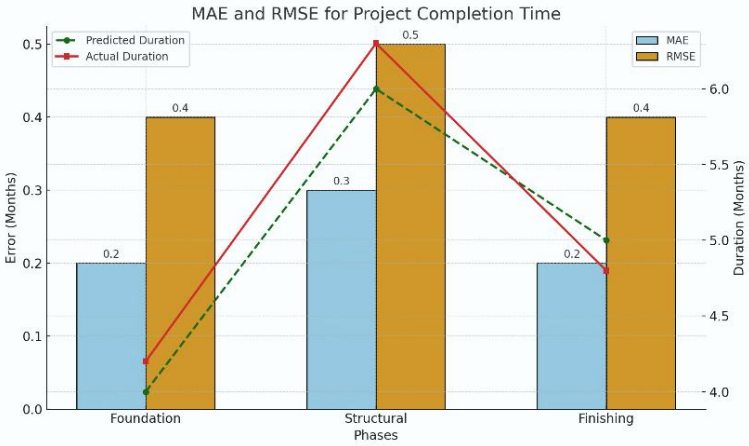


Figure (11): MAE and RMSE for Project Completion Time

4.7.5. MAE and RMSE for Project Cost Prediction

The visualization in Figure 12 represents the performance of a cost prediction model in project phases (Foundation, Structural, Finishing). It contains bar charts representing the project's actual and predicted costs, along with lines representing the error metrics (MAE and RMSE). The y-axis signifies costs in Indian Rupees, and the x-axis stands for the different

project phases. This legend explains what each color is used for: green for the predicted cost, red for the actual cost, blue for MAE, and orange for RMSE, thereby giving a clear picture of the model's accuracy in predicting costs.

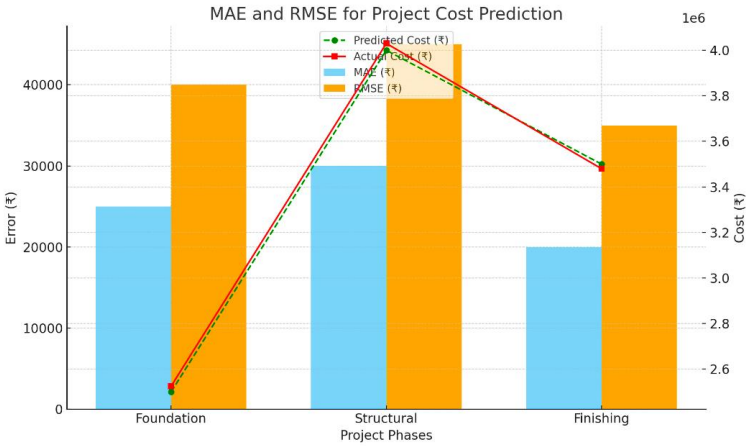


Figure (12): MAE and RMSE for Project Cost Prediction

4.8. Comparison of the Proposed Method with Existing Models

The Table 8 tabulates the performance metrics of the proposed predictive and optimization method using Genetic Algorithms (GA) compared with the models in the literature. The proposed method is found to have better performance in essential areas such as resource allocation accuracy (99.3%), reduction in idle time (93.27%), cost savings (30.74%), reduction in completion time by 40.46%, and improved efficiency by 96.17%. It's clear that construction resource management results in significant reductions in costs, avoidance of delays, and overall benefits as a result of integrating predictive analytics and optimization.

Table (8): Comparison of the Proposed Method with Existing Models

Method	Accuracy	Idle Time Reduction	Cost Savings	Completion Time Improvement	Efficiency Improvement
Heuristic and Metaheuristic Techniques [26]	90%	75%	22%	33%	87%
Machine Learning Integration[27]	94%	82%	23%	32%	86%
Machine Learning Techniques[28]	93%	80%	21%	36%	88%
Proposed Method	99.3%	93.27%	30.74%	40.46%	96.17%

4.9. Discussion

Advanced resource allocation, idle time, and cost management through the thorough analysis of the performance of the project. High accuracy in predictions made over all phases regarding the use of resources during the finishing phase was confirmed to be at 99.3%. The predictive models were proven to be very dependable for predicting the consumption of

resources. Idle time reduced dramatically on average by as much as 95.20% in the finishing phase. Substantial cost savings were realized, especially in the finishing phase, with a 33.33% reduction. The project completion times were also optimized significantly, with phase reductions up to 44% in the foundation phase. The MAE and RMSE evaluation indicated low error margins, showing that the models were accurate in terms of resource allocation and idle time reduction. Overall, the findings suggest the value of AI-driven optimization models for improving project performance, minimizing waste, and delivering outputs on time and at the right quality.

5. Conclusion and Future work

The project has clearly demonstrated the power of predictive analytics and optimization techniques in streamlining resource utilization through all the different phases of construction. It successfully used both historical and real-time data, hence making remarkable forecasts about the amount of resources used, directly relating to huge cuts in idle time and huge cost cuts. These findings support the notion of using sophisticated analytical techniques for improvement in the construction management decision-making processes. Efficiency in the use of resources is always coupled with effective performance, minimized waste, and general productivity. Project completion time that has been optimized indicates meeting the deadlines appropriately with high-quality outputs. Altogether, these results offer a robust foundation to propel the evolution of construction management by continued use of data-driven insights into advancing practice for innovative and sustainable solutions for future projects.

Future work will, therefore, improve the predictive models with more complex algorithms in machine learning that would effectively address complicated cases. Adding the monitoring of real-time data during construction projects enhances the responsiveness of the models toward dynamic changes in the projects. Moreover, generalizing to phases that involve greater scales and interaction with the supply chain as well as environmental issues could help improve resource allocation even further. Further exploration of hybrid optimization techniques, where genetic algorithms are combined with other methods, could further improve performance. Further research into integrating advanced technologies will continue to spur innovation in construction management. In the end, these advances will help create more sustainable and efficient project execution.

References

[1] M. Z. Nabeel, “AI-Enhanced Project Management Systems for Optimizing Resource Allocation and Risk Mitigation: Leveraging Big Data Analysis to Predict Project Outcomes and Improve Decision-Making Processes in Complex Projects,” vol. 5, no. 5, 2024.

[2] Srinivasa Rao Allu, Amiya Bhaumik, Akula Ramakrishna, Motilal Lakavat, Himasri Allu, and Shaik Chandini, “A Critical Review of Resource Allocation Optimization in Project Management,” *Int. Res. J. Adv. Eng. Hub IRJAEH*, vol. 2, no. 06, pp. 1855–1861, Jun. 2024, doi: 10.47392/IRJAEH.2024.0255.

[3] Y. Qamar, R. K. Agrawal, T. A. Samad, and C. J. Chiappetta Jabbour, "When technology meets people: the interplay of artificial intelligence and human resource management," *J. Enterp. Inf. Manag.*, vol. 34, no. 5, pp. 1339–1370, 2021.

[4] R. Parekh and M. Olivia, "Utilization of artificial intelligence in project management," *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 13, no. 1, pp. 1093–1102, 2024.

[5] R. Manchana, "Optimizing Real Estate Project Management through Machine Learning, Deep Learning, and AI," *J. Sci. Eng. Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 192–208, 2022.

[6] D. K. Jain, S. K. S. Tyagi, S. Neelakandan, M. Prakash, and L. Natrayan, "Metaheuristic optimization-based resource allocation technique for cybertwin-driven 6G on IoE environment," *IEEE Trans. Ind. Inform.*, vol. 18, no. 7, pp. 4884–4892, 2021.

[7] Z. Hong and K. Xiao, "Digital economy structuring for sustainable development: the role of blockchain and artificial intelligence in improving supply chain and reducing negative environmental impacts," *Sci. Rep.*, vol. 14, no. 1, p. 3912, 2024.

[8] S. Bankins, "The ethical use of artificial intelligence in human resource management: a decision-making framework," *Ethics Inf. Technol.*, vol. 23, no. 4, pp. 841–854, Dec. 2021, doi: 10.1007/s10676-021-09619-6.

[9] O. C. Agomuo, O. W. B. Jnr, and J. H. Muzamal, "Energy-Aware AI-based Optimal Cloud Infra Allocation for Provisioning of Resources," in *2024 IEEE/ACIS 27th International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, IEEE, 2024, pp. 269–274. Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10673918/

[10] T. Yang, X. Yi, S. Lu, K. H. Johansson, and T. Chai, "Intelligent manufacturing for the process industry driven by industrial artificial intelligence," *Engineering*, vol. 7, no. 9, pp. 1224–1230, 2021.

[11] D. Valle-Cruz, V. Fernandez-Cortez, and J. R. Gil-Garcia, "From E-budgeting to smart budgeting: Exploring the potential of artificial intelligence in government decision-making for resource allocation," *Gov. Inf. Q.*, vol. 39, no. 2, p. 101644, 2022.

[12] S. Tatineni and N. V. Chakilam, "Integrating Artificial Intelligence with DevOps for Intelligent Infrastructure Management: Optimizing Resource Allocation and Performance in Cloud-Native Applications," *J. Bioinforma. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, pp. 109–142, 2024.

[13] N. Rane, "Integrating leading-edge artificial intelligence (AI), internet of things (IOT), and big data technologies for smart and sustainable architecture, engineering and construction (AEC) industry: Challenges and future directions," *Eng. Constr. AEC Ind. Chall. Future Dir. Sept. 24 2023*, 2023, Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4616049

[14] D. R. Mohite, D. R. Kanthe, D. K. S. Kale, D. N. Bhavsar, and D. D. N. Murthy, "Integrating Artificial Intelligence into Project Management for Efficient Resource Allocation," 2023.

[15] Y. Pan and L. Zhang, "Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends," *Autom. Constr.*, vol. 122, p. 103517, 2021.

[16] A. Kristian, T. S. Goh, A. Ramadan, A. Erica, and S. V. Sihotang, "Application of ai in optimizing energy and resource management: Effectiveness of deep learning models," *Int. Trans. Artif. Intell.*, vol. 2, no. 2, pp. 99–105, 2024.

[17] T. Huynh-The, Q.-V. Pham, X.-Q. Pham, T. T. Nguyen, Z. Han, and D.-S. Kim, "Artificial intelligence for the metaverse: A survey," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 117, p. 105581, 2023.

[18] Ruchit Parekh and Olivia Mitchell, "Utilization of artificial intelligence in project management," *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 13, no. 1, pp. 1093–1102, Sep. 2024, doi: 10.30574/ijsra.2024.13.1.1779.

[19] M. Soleymani, M. Bonyani, and M. Attarzadeh, "Autonomous Resource Management in Construction Companies Using Deep Reinforcement Learning Based on IoT," 2022, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2208.08087.

[20] M. Kumar and M. P. Gore, "Using AI for Dynamic Resource Allocation and Performance Optimization in Software Systems," *Int. J. Innov. Res. Comput. Sci. Technol.*, vol. 12, no. 6, pp. 12–17, Nov. 2024, doi: 10.55524/ijircst.2024.12.6.3.

[21] S. D. Ferrera, "Exploring the impact of artificial intelligence on project management across the manufacturing, technology, and construction industries," 2024.

[22] R. Yadav, "Transforming Project Management with AI: Opportunities and Challenges," *Open J. Bus. Manag.*, vol. 12, no. 06, pp. 3794–3805, 2024, doi: 10.4236/ojbm.2024.126189.

[23] Nicholas Dacre, N. Dacre, and F. Kockum, "Artificial intelligence in project management: A review of AI's usefulness and future considerations for the project profession," Association for Project Management, Jun. 2022. doi: 10.61175/DOGX9829.

[24] J. H. Joloudari *et al.*, "The state-of-the-art review on resource allocation problem using artificial intelligence methods on various computing paradigms," 2022, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2203.12315.

[25] G. E. Egbedion, "Examining the Security of Artificial Intelligence in Project Management: A Case Study of AI-driven Project Scheduling and Resource Allocation in Information Systems Projects.," vol. 8, no. 2, 2024.

[26] B. A. Almahameed and M. Bisharah, "Applying Machine Learning and Particle Swarm Optimization for predictive modeling and cost optimization in construction project management," *Asian J. Civ. Eng.*, vol. 25, no. 2, pp. 1281–1294, Feb. 2024, doi: 10.1007/s42107-023-00843-7.

[27] I. N. Pratama, M. Dachyar, and N. R. Pratama, "Optimization of Resource Allocation and Task Allocation with Project Management Information Systems in Information Technology Companies," *TEM J.*, pp. 1814–1824, Aug. 2023, doi: 10.18421/TEM123-65.

[28] S. Zhang and X. Li, "A comparative study of machine learning regression models for predicting construction duration," *J. Asian Archit. Build. Eng.*, vol. 23, no. 6, pp. 1980–1996, Nov. 2024, doi: 10.1080/13467581.2023.2278887.

Numerical Analysis Saturation Profiles Compared with Analytical Solution of Buckley-Leverett Equation

Ashraf Mohamed Naas
as.naas@uot.edu.ly
Department of Petroleum Engineering, University of Tripoli, Libya

Abstract:

One of the simplest and most widely used methods of estimating the advance of a fluid displacement front in an immiscible displacement process is the Buckley-Leverett method. The Buckley-Leverett theory estimates the rate at which an injected water bank moves through a porous medium. The approach uses fractional flow theory and is based on the following assumptions and conditions: 1. D two-phase flow of incompressible fluids, e.g., Water displacing oil. 2. Oil and water are immiscible. 3. Homogeneous reservoir with constant properties. 4. Diffuse flow. 5. Gravity and capillary pressure effects are negligible. This method is well known; you almost always encounter this method when waterfloods are the topic of discussion. At many courses this method is taught as a general method for immiscible displacement, and then the interest normally stops. This study described a method for calculating saturation profiles when the effects of capillary pressure gradient and gravity are excluded. Based upon the solution of the basic partial differential equation, they found that, as time progresses, the saturation becomes a multiple-valued function of the distance coordinate X. Therefore, a numerical reservoir simulation model ECLIPSE® Simulation Software and analytical one has been developed for predicting the performance of two-phase fluid flow in a one-dimensional synthetic reservoir system. The validity of this synthetic reservoir model has been verified by comparing the solutions of numerical simulation with the analytical model from the Buckley-Leverett theory.

Keywords: Buckley–Leverett equation, Fractional flow, Immiscible displacement, Relative permeability, Reservoir simulation, Two-phase flow.

الملخص:

يُعد أسلوب باكلي–ليفرت أحد أبسط وأكثر الطرق استخدامًا في تقدير تقدّم جبهة الإزاحة في عمليات الإزاحة غير القابلة للامتزاج. حيث تقدّر نظرية باكلي–ليفرت المعدّل الذي تتحرك به جبهة الماء المحقون داخل الوسط المسامي، وتعتمد هذه الطريقة على نظرية التدفق الكسري وعلى مجموعة من الافتراضات والشروط، وهي: (1) تدفّق ثنائي الطور أحادي البُعد لسوائل غير قابلة للانضغاط، مثل إزاحة الماء للنفط، (2) عدم امتزاج النفط والماء، (3) خزان متجانس ذو خصائص ثابتة، (4) تدفق منتشر، (5) تأثيرات الجاذبية والضغط الشعري ضئيلة. هذه الطريقة معروفة جيدًا؛ وغالبًا ما تُصادفنا عند مناقشة تدفق المياه. تُدرّس هذه الطريقة كطريقة عامة للإزاحة غير القابلة

للامتزاج، دون اهتمام بها عادةً. وصف هذا البحث طريقةً لحساب أنماط التشبع مع استبعاد تأثيرات تدرج الضغط الشعري والجاذبية. واستنادًا إلى حل المعادلة التفاضلية الجزئية الأساسية، وجد أنه مع مرور الوقت، يصبح التشبع دالة متعددة القيم لإحداثي المسافة X. لذلك، طُوّر نموذج محاكاة عددية للمكمن باستخدام برنامج محاكاة ECLIPSE، وآخر تحليلي، للتنبؤ بأداء تدفق السوائل ثنائي الطور في نظام مكمن اصطناعي أحادي البعد. وقد تم التحقق من صحة هذا النموذج من خلال مقارنة حلول المحاكاة العددية بالنموذج التحليلي من نظرية باكلي–ليفرت.

الكلمات المفتاحية: التدفق ثنائي الطور، تدفق كسري، الإزاحة اللاممتزجة، محاكاة المكامن، معادلة بوكلي–ليفيرت، النفاذية النسبية.

1. Introduction

In day-to-day business the reservoir simulator is normally used for even the simplest things. If you want to get a feeling of the performance of a waterflood, surfactant flood, or a steam flood almost all people immediately go to complicated models. However, the Buckley-Leverett method can in these situations also be used, it gives a good estimate of the best performance that will ever be observed. If you can't get it economical with these numbers, there is no need to try to do more complicated reservoir simulations since the performance will only get worse.

Most of the oil and gas recovered from reservoirs is displaced immiscibly by water and/or gas. The displacement could be in the form of solution gas drive, gas cap expansion, water influx from aquifers or injection of water and/or gas. Solution-gas drive, gas cap expansion, and water influx from aquifers are essentially natural processes that supply energy to the reservoir for hydrocarbon recovery. Gas and water injections are designed and installed to artificially supply energy to the reservoir and thereby improve hydrocarbon recovery.

It is important to understand the fundamental processes that occur when reservoir fluids are displaced immiscibly by gas or water. The displacement process is affected by the wettability of the rock, and the mobility ratio between the displaced and the displaced fluids. The total efficiency of the displacement process is measured in terms of the effectiveness of water or gas in displacing the reservoir fluids, and the proportion of the reservoir actually contacted by the displacing fluids.

In this chapter, basic concepts in immiscible fluid displacement are presented. These are then followed with the presentation of the fractional flow equation, the Buckley-Leverett[1] equation, and the Welge[12] method for estimating average water saturation in a water displacement process. These equations are presented to familiarize the engineer with some of the classical developments in the analysis of immiscible displacement processes before the advent and widespread application of reservoir simulation techniques. This approach is intended to enable the engineer to become conversant with some of the terms generally used in the industry to analyze and discuss the results from reservoir simulation when applied to immiscible displacement processes.

The objective of the research program reported herein is to develop and describe methods for reservoir simulation, including computer programs, to analyze two-phase fluid flow in a one – dimensional reservoir system. Moreover, several tests will be presented to verify the validity of the model.

The fundamental equations which are used to describe two-phase fluid flow in porous media include Darcy's Law for each phase. The special case of one – dimensional, incompressible, two-phase flow received much attention in the petroleum engineering literature in the early years. The basic about the displacement of oil by an injected fluid is that of Buckley and Leveret [1942][1]. This study described a method for calculating saturation profiles when the effects of capillary pressure gradient and gravity are excluded.

Based upon the solution of the basic partial differential equation, they found that, as time progresses, the saturation becomes a multiple-valued function of the distance coordinate X. Later, the one-dimensional displacement equation for a homogeneous permeable porous medium, including the effects of capillary pressure and gravity forces, were solved[2].

Most of the mathematical derivations of equations used in the numerical simulation herein are adaptations and extensions of previous work on one-dimensional and two-phase flow. This method excludes the effects of capillary pressure and gravity forces. However, the compressibility of both oil and water is considered. In addition, pressure profiles are calculated implicitly, and saturation profiles are calculated explicitly. Relative permeabilities required are functions of saturation only.

2. Literature Review

Considerable progress has been made in the past few years for obtaining numerical solutions of equations concerning two-phase flow and multiphase flow in porous media. Several papers appeared in the literature describing the quantitative treatment of waterflood recovery problems. A useful purpose may be served herein by outlining some of these significant papers.

Buckley and Leverett [1942][1] established a theory of oil displacement based on the relative permeability concept. They described the mechanism by which the displacement occurred. Moreover, a method for calculating saturation profiles was developed when the effects of capillary pressure gradient were ignored. In their original solution of the two-phase flow problem, Buckley and Leverett observed that the solution of the two-phase flow equations became multiple-valued in saturation, even though it is physically unrealistic for saturation to have more than one value at a given position.

The Buckley and Leverett [1942][1] analysis is the first pioneer work in the study of linear displacement of a fluid by another fluid. The solution of their displacement study on two-phase fluid excluded the effect of capillary and gave multiple results for saturation at a given position. Holmgren and Morse [1951][3] utilized the Buckley-Leverett theory to calculate the average water saturation at breakthrough and explained dispersion because of capillary effects.

West, Garvin, and Sheldon [1954][4] presented a general discussion of the two-phase flow problem and treated linear and radial systems with both capillary pressure and gravity with consideration of the effects of compressibility.

Douglas, Blair, and Wagner [1958][5] developed different methods for solving the one-dimensional case for incompressible fluids with capillarity using finite difference methods.

To solve the displacement equation including capillary as well as gravity, Fayers and Sheldon [1959][6] failed to determine the time required to obtain a particular saturation, which later was explained by Bentsen [1978] revealing the fact that the distance traveled by zero saturation is governed by a separate equation.

Bentsen also noted that at slower injection rates, the input boundary condition of constant normalized saturation that Fayers and Sheldon [1959][6] used was incorrect in formulation. Also, there have been numerical investigations in the past to solve the displacement equation.

3. Study Objective

This study is directed towards to perform a comparison between the saturation profiles from the numerical solution by using **ECLIPSE® Simulation Software**[7] and the analytical Solution of Buckley Leverett Equation, excluding the effect of capillary forces in both imbibition and drainage process.

In addition, understanding the multiphase flow behavior in waterflood mechanisms and investigate the factors that control the front displacement.

4. Methodology

There are two techniques for solving mathematical reservoir models: analytical and numerical. Each of these has certain strengths and limitations.

4.1. Analytical Techniques

Analytical or closed-form techniques offer the advantage of providing exact solutions (when they can be found); furthermore, those solutions are continuous throughout the system. The types of problems that are amenable to analytical solution, however, are very limited. Analytical methods fall short when we start dealing with varying formation thickness, non-uniform porosity and permeability, and changing fluid properties, and other such conditions that describe most real reservoirs. To find analytical solutions for the type of system that "Mother Nature" generally provides, we have to modify the problem – sometimes quite drastically – to make it plausible for handling analytically. What we end up doing is providing an exact solution to an approximate problem (e.g., a classical well test analysis model).

4.2. Numerical Solution

A numerical solution involves discretizing, or approximating the mathematical model - that is, using a numerical tool such that continuous forms of the partial differential equations are written in a discrete form. We perform this discretization process not only on the partial differential equation, but also on the physical systems. This means that we divide the physical system into a number of sub-domains that are coupled to one another.

The clear advantage of the numerical approach is that it allows us to assign representative properties to as many parts of a system as we have information for. However, we must not forget that we inevitably lose some measure of accuracy in discretizing the partial differential equations. The net result is that in using a numerical approach, we are providing an approximate solution to an exact problem.

5. Analytical Techniques

Most of the analytical methods estimate volume of cumulative oil recovery as a function of cumulative water injection. They do so by:

1. Dividing the total reservoir thickness into the desired number of distinct permeability layers (by various approaches) or flow zones (current approach), making sure that the vertical permeability distribution is correctly mimicked.
2. Allocating the injected water rate at any time among the flow zones.
3. Calculating cumulative oil recovery as a function of cumulative water injection into each flow zone.
4. At various times during the flood life, combining the zonal oil recovery and water injection to obtain performance of the total reservoir.
5. Relating oil recovery to time by using the average injection rate estimated during that time step.

Craig [1971][9] has described all the methods and their strengths / shortcomings in his SPE monograph. The biggest advantage of these analytical methods is that one can predict the composite (gross) behavior - oil recovery, water requirements, water-cut - of the reservoir. The biggest shortcoming is that they cannot predict the details on sector (areal or vertical) or individual well basis.

These methods include:

1. 1-D Models for estimating Displacement Efficiency, E_D
    - Buckley & Leverett method for Dispersed Flow.
    - Dietz method for Segregated Flow.
2. 2-D Areal Models for estimating Areal Sweep Efficiency, E_A
3. Layered Models for estimating Vertical Sweep Efficiency, E_V

- Stile's method.
- Dykstra and Parson's method.

4. Many methods incorporating all the above.

These methods are dated and are not often used these days for detailed analysis. However, they were used extensively prior to the availability of reservoir simulation models.

The use of these methods is still recommended, as they provide:

- Insights into the mechanisms (physics) of the WF process.
- Approximate recovery estimates which could serve to judge the credibility of the results of a simulation study.

5.1. BUCKLEY LEVERET (Basic Fractional Flow Procedure)

The Buckley-Leverett [1958][10] equation is based on the principle of conservation of mass for linear flow of a fluid (water or gas) through a reservoir at constant total flow rate. It is also the most common analytical procedures are tied to the Fractional Flow relationships.

To illustrate the derivation of the Buckley-Leverett equation, the case of water displacing oil is used. Note that the same equation can be developed representing the case for gas displacing oil.

The most common basis for these procedures was developed by Buckley & Leverett as follows:

- How much oil and water are flowing at any point of interest in the reservoir
- How long does it take for the injected water to reach a point of interest (Producer)
- How does displacement efficiency relate to injection volume?

Consider a volume element of a linear reservoir model shown in Figure [3.1]. Let the thickness of the element be represented as □x and located at a distance, x, from the inlet face of the linear model.

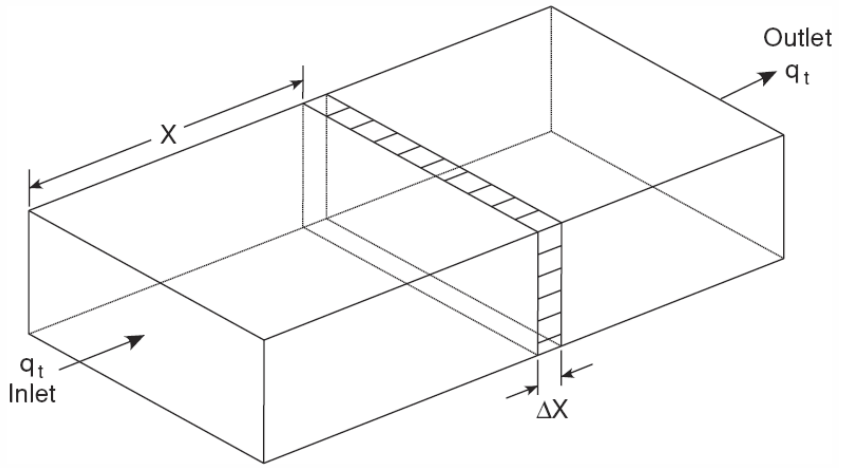


Figure (1): Linear reservoir model.[11]

A volumetric balance in terms of the water phase (assuming density of water is constant) for the element of the reservoir model can be written as:

$$\begin{bmatrix} Vol.of\ water\ flowing \\ into\ element\ in\ time, \Delta t \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Vol.of\ water\ flowing \\ out\ of element\ in\ time, \Delta t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Accumulation\ of\ water \\ in\ element\ time, \Delta t \end{bmatrix}$$

The previous expression can be expressed algebraically as:

$$\left[f_w\, q_t\, \Delta t\right]_x - \left[f_w\, q_t\, \Delta t\right]_{x+\Delta x} = \left[\frac{\varphi A \Delta x}{5.615} \cdot \Delta S_w\right] \quad \text{..... (1)}$$

Re-arranging Eq. [1] gives:

$$\left[\frac{\varphi A \Delta x}{5.615\, q_t} \cdot \frac{\Delta S_w}{\Delta t}\right] = -\frac{\left[f_w\right]_{x+\Delta x} - \left[f_w\right]_x}{\Delta x} \quad \text{..... (2)}$$

Taking limits as $\Delta t \to 0$ and $\Delta x \to 0$ yields the continuity equation:

$$\left(\frac{\varphi A}{5.615\, q_t}\right) \cdot \left(\frac{\partial S_w}{\partial t}\right)_x = -\left(\frac{\partial f_w}{\partial x}\right)_t \quad \text{..... (2)}$$

As stated, the fractional flow of water is a function of water saturation only if fluid properties and total flow rate are constant. By application of chain rule $f_w = f_w(S_w)$ can be expressed as:

$$\left(\frac{\partial f_w}{\partial x}\right)_t = \left(\frac{\partial f_w}{\partial S_w}\right)_t \cdot \left(\frac{\partial S_w}{\partial x}\right)_t \quad \text{..... (3)}$$

Substituting Eq. [4] into Eq. [3] and re-arranging gives:

$$\left[\frac{\partial S_w}{\partial t}\right]_x = -\frac{5.615\, q_t}{\varphi A}\left[\left(\frac{\partial f_w}{\partial S_w}\right)_t \left(\frac{\partial S_w}{\partial x}\right)_t\right] \quad \text{..... (4)}$$

Equation [5] gives water saturation as a function of time at a given location. A more useful equation expressing water saturation as a function of location at a given time can be developed from Eq.[5]. For any displacement, the distribution of water saturation is a function of both location and time. This is represented as:

$$S_w = S_w(x,t) \quad \text{..... (5)}$$

The total derivative of is then:

$$dS_w = \left(\frac{\partial S_w}{\partial x}\right)_t dx + \left(\frac{\partial S_w}{\partial t}\right)_x dt \quad \text{……..... (6)}$$

Since the focus is on a fixed water saturation, then $dS_w=0$. And Eq. [7] becomes:

$$0=\left(\frac{\partial S_w}{\partial x}\right)_t dx+\left(\frac{\partial S_w}{\partial t}\right)_x dt \quad \text{……..... (7)}$$

By re-arrangement, Eq. [8] becomes:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{S_w}=-\frac{\left(\frac{\partial S_w}{\partial t}\right)_x}{\left(\frac{\partial S_w}{\partial x}\right)_t} \quad \text{……..... (8)}$$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{S_w}=-\frac{5.615 q_t}{\varphi A}\left(\frac{\partial f_w}{\partial S_w}\right)_t \quad \text{……..... (9)}$$

Since the total flow rate is assumed to be constant, then fractional flow of water is independent of time. Hence,

$$\left(\frac{\partial f_w}{\partial S_w}\right)_t=\frac{df_w}{dS_w} \quad \text{……..... (10)}$$

Equation [11] then becomes:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{S_w}=\frac{5.615 q_t}{\varphi A}\frac{df_w}{dS_w} \quad \text{……..... (11)}$$

Equation [12] is the Buckley-Leverett equation. It is also called the frontal advance equation. Integration of Eq. [12] yields a useful form of the Buckley-Leverett equation:

$$x=\frac{5.615 q_t t}{\varphi A}\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_w} \quad \text{……..... (12)}$$

Equation [13] can be used to calculate the distribution of water saturation as a function of time in a linear reservoir under water injection or aquifer influx. The distance travelled by a given saturation in a specified time interval is proportional to the slope of the fractional flow curve at that saturation assuming the total flow rate and reservoir properties are constant. Using this approach, the distribution of water saturation in the reservoir as a function of time can be calculated by determining the slope of the fractional flow curve at that saturation. However, because of the shape of the fractional flow curve, it is possible that two slopes of equal value can exist for two different water saturations. Appling Eq. [13], this is interpreted to indicate that two different water saturations can exist at the same location in the reservoir at the same time. The appearance of this contradiction in the application of the frontal advance equation is illustrated in Figure [2].

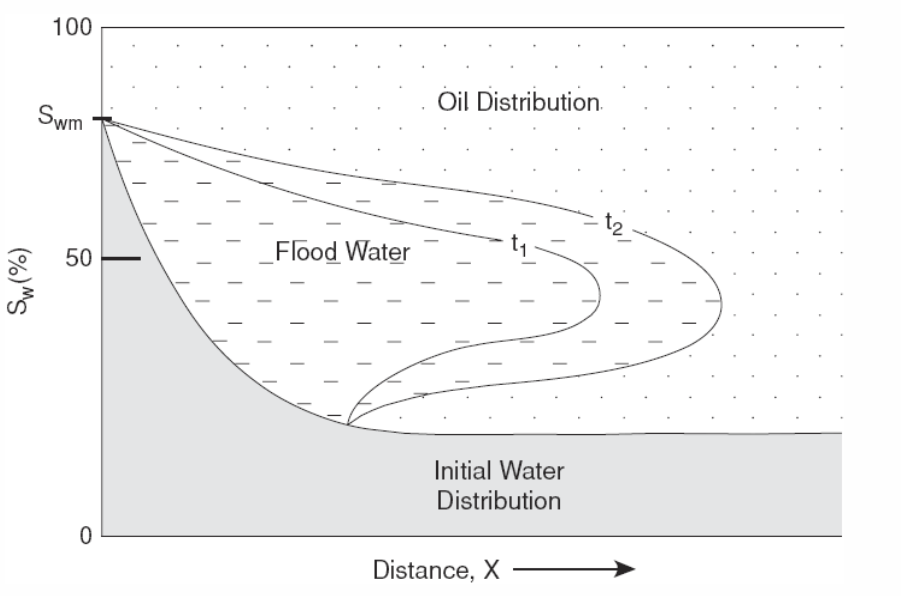


Figure (2): Saturation distribution based on frontal advance equation.[11]

Buckley and Leverett [References] recognized that a portion of the saturation distribution curve is imaginary and that the real curve is discontinuous at the flood front. The location of the flood front as determined by material balance is represented in Figure [3] by a solid line such that areas A and B are equal. Note the sharp discontinuity of the saturation curve at the flood front as represented in Figure [3]. This is because capillary and gravity effects were assumed to be negligible. If capillary and gravity effects are considered, the distribution of water saturation at the flood front is more gradual as represented in Figure [4].

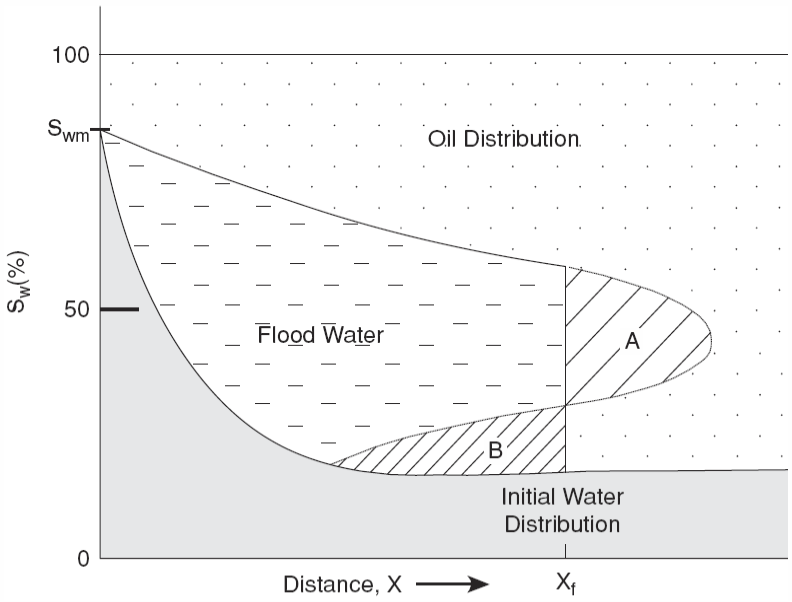


Figure 0): Location of the flood front as determined by material balance.[11]

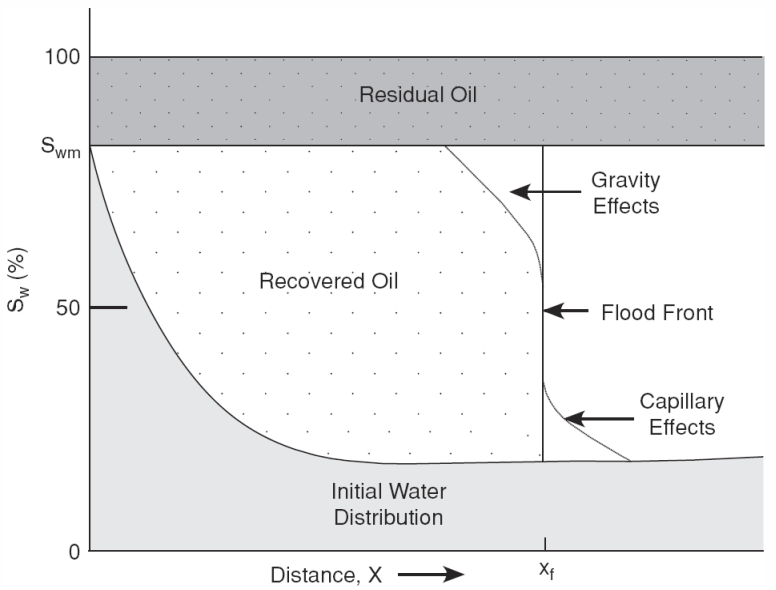


Figure (4): Location of the flood front with capillary and gravity effects. [11]

5.2. The Welge Method[12]

Welge [1952][12] proposed a method for computing oil recovery from gas or water drive that simplified the application of the Buckley-Leverett method. The Welge [1952][12] method is presented with graphical illustrations for the case of water drive in a linear reservoir. The graphical illustrations can be replicated for gas drive by simply replacing with respectively.

5.3. Water Saturation at the Flood Front

Water saturation at the flood front, can be determined graphically using the Welge method by drawing a straight line from initial water saturation tangent to the fractional flow curve as shown in Figure [5].

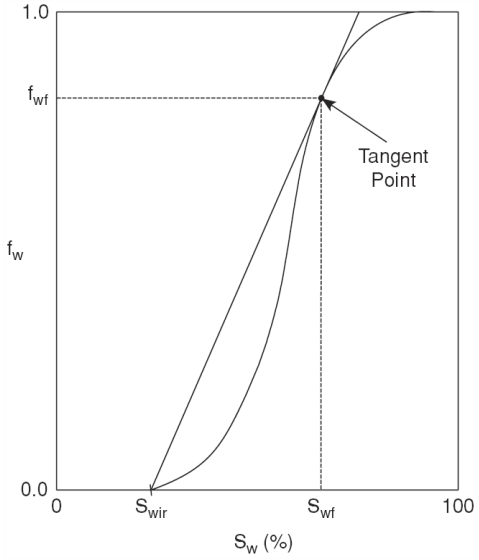


Figure (5): Fractional flow curve with application of the Welge method.

If the initial water saturation is greater than the irreducible water saturation, the tangent line is drawn from the initial water saturation as shown in Figure [6].

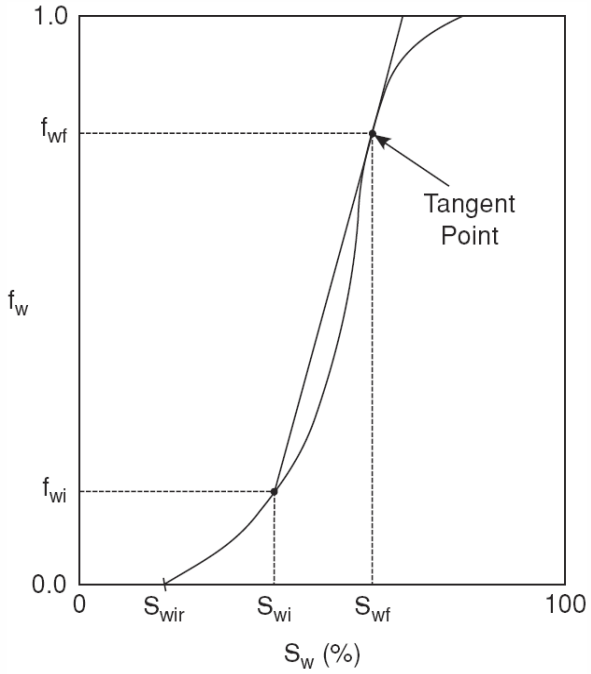


Figure (6): Fractional flow curve with application of Welge method for Swi > Swir.

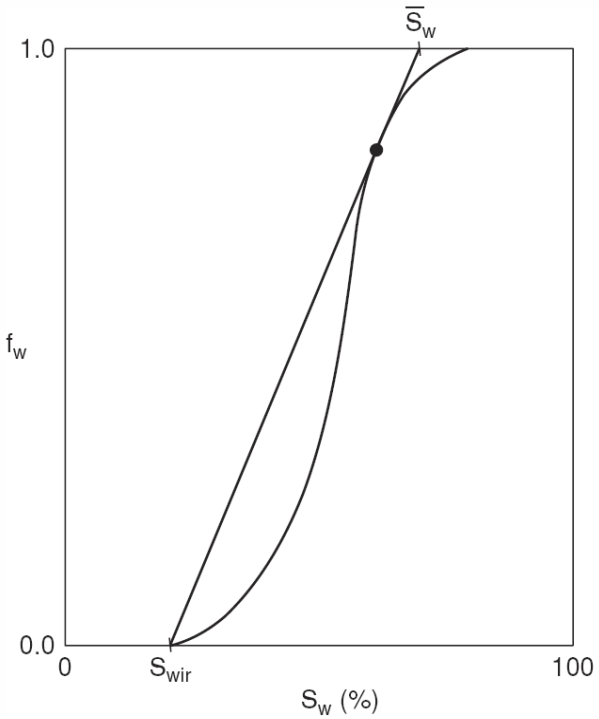


Figure (7): Fractional flow curve with application of Welge method for average water saturation.

5.4. Average Water Saturation behind the Flood Front

By extending the tangent line drawn to the fractional flow curve as shown in Figures [5] or [6] to the point where f_w=1.0, the average water saturation $\bar{S}_w$, behind the flood front can be determined as shown in Figure [7]. At water breakthrough, $\bar{S}_w = \bar{S}_{wbt}$, where $\bar{S}_{wbt}$ is the average water saturation in the reservoir at water breakthrough.

5.5. Average Water Saturation after Water Breakthrough

The average water saturation after water breakthrough is determined as shown in Figure [8] by drawing a tangent line to the fractional flow curve at water saturation, S_{w2}, greater than but less than the maximum water saturation, . The water saturation, is the saturation at the outlet end of the linear system after water breakthrough with the corresponding fractional flow of water denoted as. By extending the tangent line to the point where, the average water saturation, in the system after water breakthrough is determined.

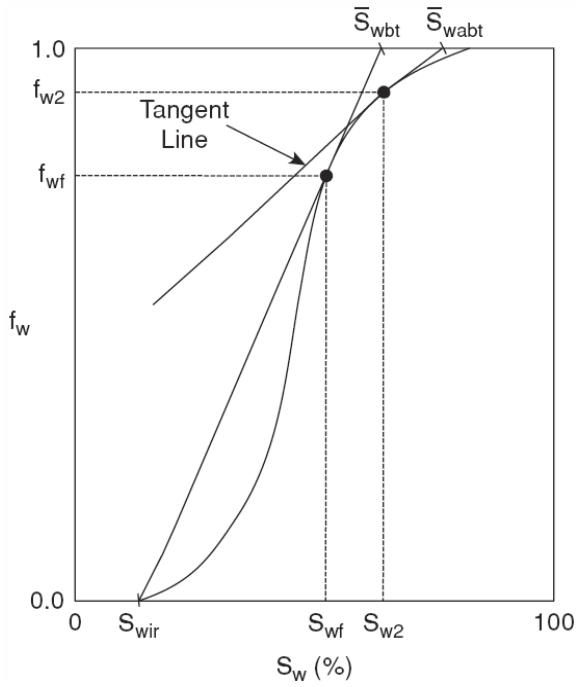


Figure (8): Application of Welge method for average water saturation after water breakthrough.

5.6. Fractional Flow Equation

The fractional flow equation is used to calculate the flow rate of a fluid as a fraction of the total fluid flow rate when only two fluids are flowing in the reservoir. The flow rate of the fluid at any point in the reservoir depends on its saturation at that point. Since relative permeability of the fluid is dependent on saturation, it follows then that the flow rate of the fluid is dependent on its relative permeability at that point in the reservoir. Fractional flow of a fluid in a reservoir is primarily dependent on its relative permeability but can be affected by capillary and gravity forces. The fractional flow equations developed here assume of linear flow.

The fractional flow equation developed in this section is for water displacing oil in an oil-water reservoir.

5.7. Assumptions

The following assumptions are made:

1. The system is linear, horizontal and of constant thickness.
2. The flow is isothermal, incompressible, linear and obeys Darcy's law.
3. Capillary and gravity forces are negligible.
4. The system is only one homogeneous layer with uniform thickness and constant permeability.
5. The relative permeability characteristics are the same for all layers.
6. The initial fluid saturation is uniform at the irreducible water saturation.
7. The porosity is assumed constant.

A combination of the above is utilized for estimating the above-mentioned information. Welge's simplified, graphical solution will be presented here.

5.8. Fractional Flow of Water Displacing Oil

$$f_w = \frac{1 + 0.001127 \dfrac{k\,k_{ro}}{\mu_o}\dfrac{A}{q_t}\left[\dfrac{\partial P_c}{\partial L} - 0.433\,\Delta\rho \sin\alpha_d\right]}{1 + \dfrac{\mu_w}{\mu_o}\dfrac{k_{ro}}{k_{rw}}} \quad \text{..... (13)}$$

$f_w =$

$$\frac{1}{1 + \dfrac{\mu_w}{\mu_o}\dfrac{k_{ro}}{k_{rw}}} \quad \textit{Viscous Force}$$

$$\frac{0.001127 \dfrac{k\,k_{ro}}{\mu_o}\dfrac{A}{q_t}\left[\dfrac{\partial P_c}{\partial L}\right]}{1 + \dfrac{\mu_w}{\mu_o}\dfrac{k_{ro}}{k_{rw}}} \quad \textit{Capillarity Force}$$

$$\frac{0.001127 \dfrac{k\,k_{ro}}{\mu_o}\dfrac{A}{q_t}\left[0.433\,\Delta\rho \sin\alpha_d\right]}{1 + \dfrac{\mu_w}{\mu_o}\dfrac{k_{ro}}{k_{rw}}} \quad \textit{Gravitational Force}$$

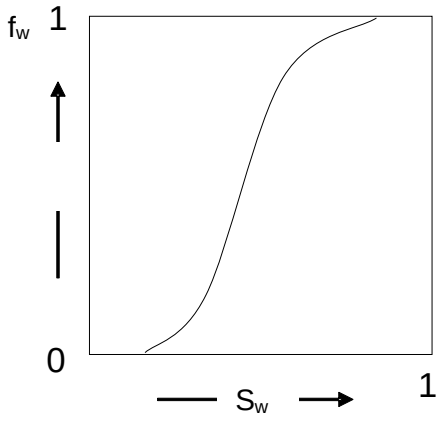
4.9. Frontal Advance Equation

This equation relates the rate of advance of a known saturation to the total fluid velocity and to the change of fractional flow caused by a small change in the saturation of water.

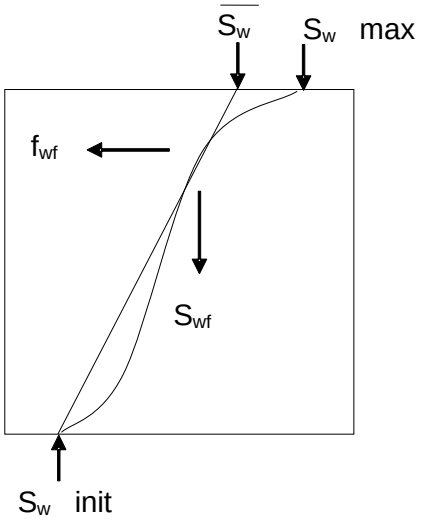
$$x\big|_{Sw} = \frac{5.615 \cdot Q_i \cdot \Delta t}{\varphi A}\left[\frac{df_w}{dS_w}\right]_{Sw} \quad \text{..... (14)}$$

5.10. Procedure for Buckley-Leverett Method for Waterflood Prediction

- **Step No. 1:** Calculate f_w as a function of S_w using the equation appropriate for the situation and plot it on Cartesian paper.



- **Step No. 2:** Draw tangent to $f_w - S_w$ curve from $S_{w\text{-init}}$ value of S_w at initiation of waterflood. Look up values of S_{wf}, f_{wf} and S_w.

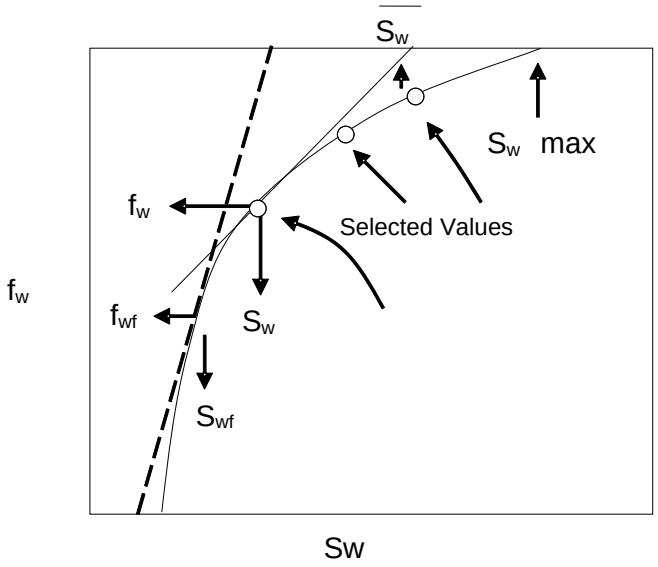


Calculate the slope of the tangent drawn from $S_{w\text{-}init}$.

$$f_w' = \left[\frac{df_w}{dS_w}\right] = \frac{\Delta f_w}{\Delta S_w} = \frac{1}{(Sw - Sw_{init})}$$

- **Step No. 3:** Select 6 or 7 values of S_w in between S_{wf} and $S_{w\text{-}max}$. Draw tangents to $f_w - S_w$ plot from each of the selected S_w value. Look up corresponding values of f'_w and S_w at each point. Calculate slope of the tangents at each of the selected S_w value.

$$f_w' = \frac{(1 - f_w)}{(Sw - Sw)}$$



6. Numerical Solution

6.1. General Structure of Reservoir Flow Models

The structures of input data in most reservoir flow simulators are remarkably similar. The general structure of reservoir simulation models is described here to acquaint the reader with sequence of data input in most simulators. Obviously, the structure of input data will vary slightly between different simulators. But in many cases, the differences are minor and can be quickly reconciled between simulators from different sources. The purpose of this section is to familiarize the reader with a readily available data structure that can be used to transfer data from one simulator to the other.

6.2. Definition of Model and Simulator

The entry of data into every simulator begins with definition of the size of the reservoir model and the type of simulator to be used for modeling the reservoir. The key entry that defines the size of the reservoir model is the number of grid blocks in the model. For instance, in the Cartesian system, the number of grid blocks in the directions for a 3D model is specified. Also

defined in this data entry section is the number of wells in the model, the number of tabular data (PVT, relative permeability, equilibration regions, etc.), and the number of initialization regions, etc. The type of simulator to be used including the formulation (solution) type is specified in this section.

For instance, a black oil model based on the Implicit formulation may be selected. Most important, the date for the start of simulation is specified. This section may be considered as the section in which the scope of the simulation problem is specified for the simulator. In many ways, this section defines the amount of computer memory that will be required to run the reservoir model.

Our main concern (about the reservoir fluid model) was to select a simulator that best represents the diffusion phenomena. In order to accomplish the objectives of this thesis; ECLIPSE 100 (**Finite Difference Numerical Simulator**) was used.

6.3. Model Description

A synthetic linear reservoir model with a single injector and producer wells, the injector is located at the first while the producer is located at the last cell in the X-direction. The wells were assumed to be perforated across the height of the reservoir, Figure [9]. The bottom-hole flowing pressure and production rates are specified.

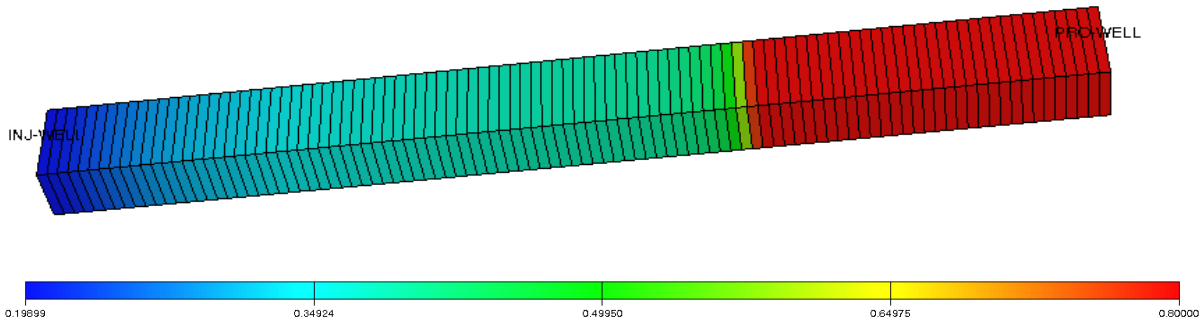


Figure (9): Schematic of the linear homogenous grid model.

6.4. Geologic Model Data

All the structural and petrophysical data in the geological model are typically assembled as data input for the gridblocks in a section of the simulator. The structure of the geologic model is represented by geometrical data on the gridblocks in terms of location and dimensions. This is usually accompanied with separate specifications of the petrophysical data for each gridblock. The petrophysical data usually specified for each gridblock include porosity, permeability, and net sand thickness or net-to-gross ratio data. Initial fluid saturations for each gridblock may also be specified in some models. These data are then followed with modifications to the grid system (such as local grid refinement), and modifications to the petrophysical data specified for the gridblocks.

All cells have a uniform thickness of 1m. The assigned absolute permeability was 1 Darcy and the porosity of 0.20 (fraction). The simulation case was generated from an initial reservoir pressure above the bubble-point pressure of the selected fluid, which means that, initially, the only fluid in the reservoir was oil. Table [1] presents the reservoir properties.

Table (1): Basic reservoir parameters used in the compositional simulation model.

Water Compressibility, c_w, psi^{-1}	**3.0×10^{-6}**
Oil Compressibility, c_o, psi^{-1}	3.0×10^{-6}
Rock Compressibility, c_r, psi^{-1}	6.0×10^{-6}
Core height, h, meter	1
Porosity, ∅, %	20
Absolute Permeability, k, md	1000
Core width, W, meter	1
Irreducible Water Saturation, S_{wi}, %	20
Reference Pressure, bar	1
Residual Oil Saturation, S_{or}, %	15

6.5. Fluid Properties Data

This section of the model data set contains data that represents the PVT properties of the fluids present in the reservoir. The PVT data are usually presented in a tabular form for black oil models. For compositional simulators, the PVT data are represented in a compatible form as output generated with an equation of state.

Table (2): Basic PVT parameters used in the compositional simulation model.

Water Formation Volume Factor, B_w, m^3/Sm^3	**1**
Oil Formation Volume Factor, B_o, m^3/Sm^3	1.1
Water Viscosity, □$_w$, Pa s	0.001
Oil Viscosity, □$_o$, Pa s	0.004
Water Density, □$_w$, kg/m^3	1000
Oil Density, □$_o$, kg/m^3	400

6.6. Rock/Fluid Properties Data

Rock/fluid properties data in the form of relative permeability data and capillary pressure data are represented in the model as functions of fluid saturations. These data are usually presented in the simulator in a tabular form. Note that the data in these tables are sometimes used by the simulator to establish initial conditions in the reservoir model, if the option for simulator generated initial conditions is selected.

6.7. Relative Permeability Model

The relative permeability is an important input parameter for reservoir simulation studies and provides a basic description of the movement of phases in the reservoir. It is also used to describe multiphase flow in a porous media. A change in relative permeability has a significant effect on the predicted hydrocarbon production rates and the overall recovery factor.

Typical curves suitable for an oil-water system with water displacing oil are presented in Figure [10]. The value of S_w at which water starts to flow is termed the critical saturation, S_{wc}, and the value at which oil ceases to flow, S_{nc}, is called the residual saturation. Analogously, during a drainage cycle S_{nc} and S_{wc} are referred to as the critical and residual saturations, respectively.

Two phase relative permeability is often represented with simple models such as the Brooks-Corey model[13] and with the parameters end-point relative permeability and residual fluid saturations. The residual oil saturation is clearly by far the most important of these parameters and deserves special attention.

The relative permeabilities were estimated for a specific initial water saturation using the standard Corey expressions following Liu et al. [2001][13] the resulting relative permeability curves and the Corey function parameters are shown in Figure [10].

$$k_{ro} = k_{ro}^{0}\left(\frac{1-S_w-S_{or}}{1-S_{wc}-S_{or}}\right)^{n_o} \quad \text{..... (15)}$$

$$k_{rw} = k_{rw}^{0}\left(\frac{S_w-S_{wc}}{1-S_{wc}-S_{or}}\right)^{n_g} \quad \text{..... (16)}$$

Where n_o and n_w are exponents of oil and water respectively.

Table [3], lists the relative permeability end-point values used in the Corey's functions of the base case.

Table (3): Relative permeability end-point parameters.

S_{wi}	S_{or}	k_{romax}	k_{rwmax}	n_o	n_w
0.20	**0.15**	**1.0**	**1.0**	**2.5**	**4**

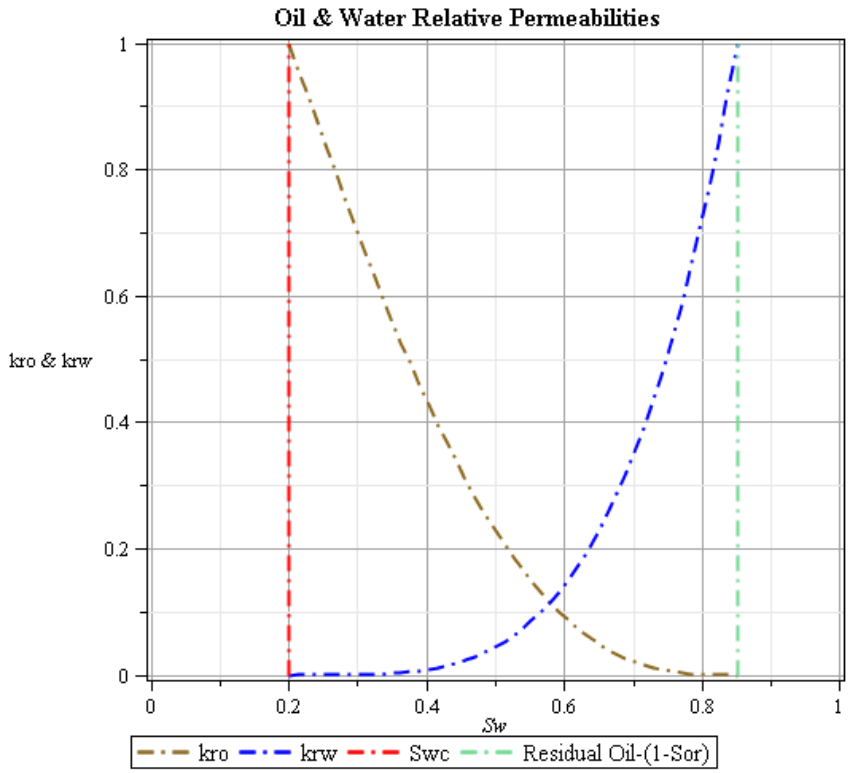


Figure (10): Brooks-Corey relative permeabilities with different critical condensate saturations.

6.8. Model Equilibration Data

Model equilibration data include fluid contact depths (oil-water contact, gas-oil contact, or gas-water contact), capillary pressures at the fluid contacts, and reservoir pressure at a selected datum depth. The model equilibration data are in some cases used by the simulator to establish initial reservoir conditions.

6.9. Well Data

In the section of the model data for wells, the locations of the wells in the grid system are specified. Also, the grid blocks in which the wells are completed are specified. The production or injection rates of the wells including the type of fluid produced or injected are specified. The progression of the simulation in terms of time is defined in this section in the form of time steps, cumulative time, or dates. These time-based data are very important because the speed and duration of the simulation are controlled by these data. For reservoirs with production history, the production data are provided at specific time intervals which could be daily, monthly, quarterly, semi-annually, or annually. The frequency of production data entry is totally at the discretion of the user. However, note that higher frequency of production data specifications reduces the speed of the simulator during history match. Additional data that may be specified at progressive time periods include introduction of new wells, recompletion of existing wells, and changes to well fluid production or injection rates.

6.10. Initialization

The reference pressure is 1 bar. The injection well considered in this study is operating with a constraint of injection rate of 0.2 m^3/day. The producer in this simulation was controlled by an oil rate of 0.2 m^3/day. The well was initially produced at the designated oil rate and stooped to control when the oil rate dropped below the oil rate minimum limit.

6.11. Assumptions in the model:

A number of assumptions and simplifications have been made in order to make the attempt to study the problem as following:

- Gravitational segregation of the condensate is not considered.
- No compositional gradient is considered.
- No irreducible water saturation.

7. Results and Discussion

To test the validity of the numerical solutions for the simulation model, it is necessary to use data taken under the same conditions into computations using other methods.

In general, the one-dimensional, two-phase characteristics of the reservoir flow are considered. Saturation is a function of reservoir pressure and flow distance. Relative permeability is a function of saturation only.

7.1. Presentation of Analytical Solution

According to the Buckley-Leverett theory, water saturation is a function of both time and position X. We have found that the water saturation at water (front) breakthrough and also the average water saturation in the reservoir after water breakthrough.

A typical plot of variation of relative permeability to water, k_{rw}, relative permeability to oil, k_{ro}, fractional flow curve, f_w and its derivative, df_w/dS_w are shown in Figure [11] to [13]. The capillary pressure data are neglected and assumed to be zero.

We need to construct a straight line from the (initial) connate water saturation (f_w=0) that is tangent to the fractional flow curve.

The point where this straight line and the fractional flow curve meet gives the water saturation at waterfront breakthrough. Extrapolation of the line till f_w = 1 gives the average water saturation behind the waterfront.

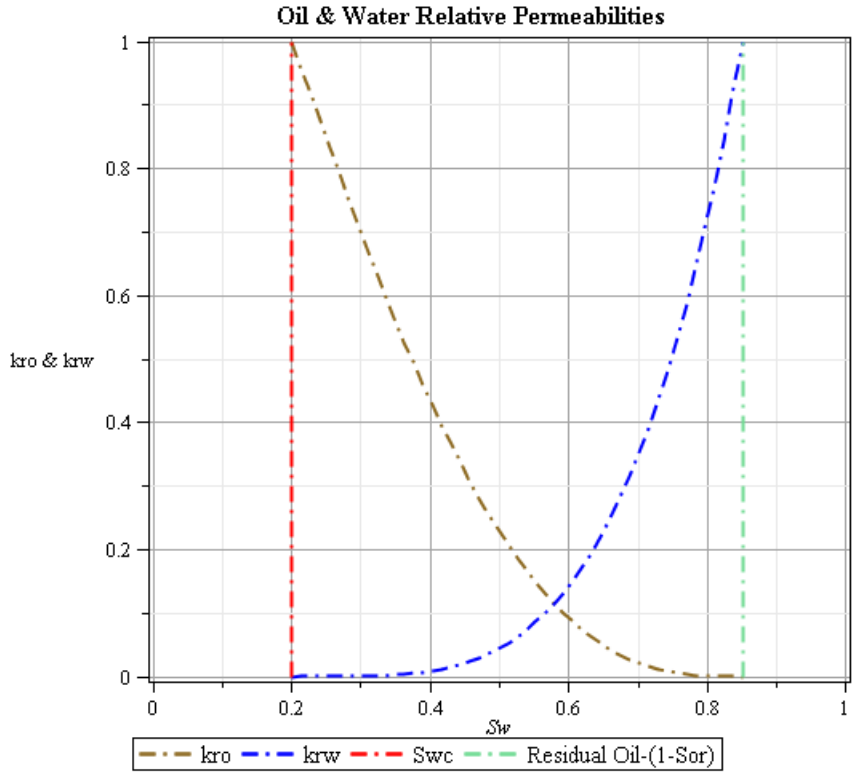


Figure (13): Relative permeabilities curves versus water saturation.

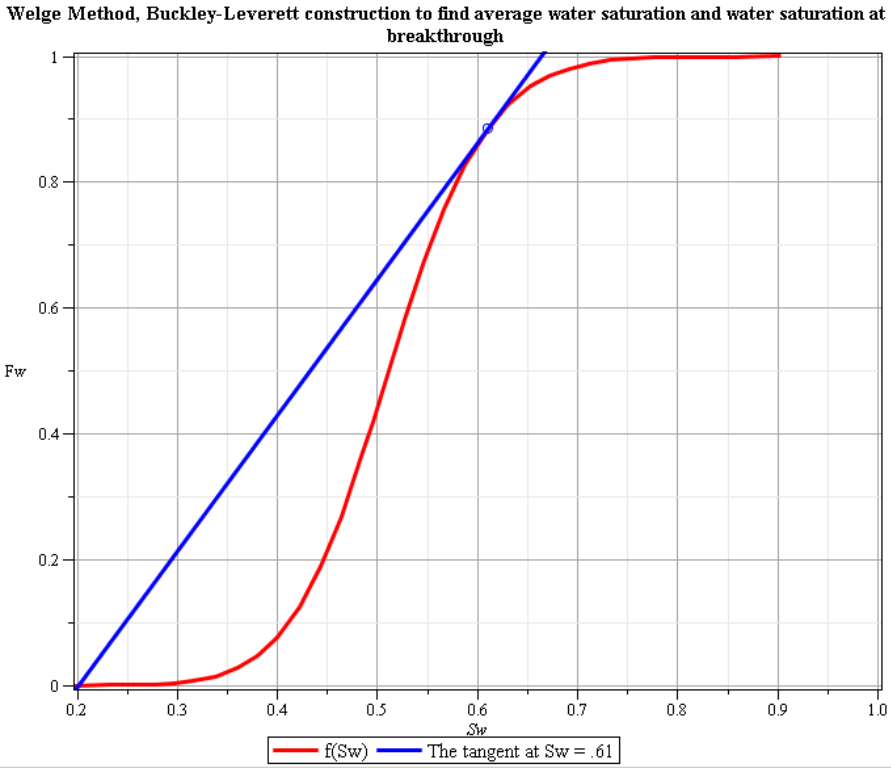


Figure (12): Buckley-Leverett construction to find average water saturation and water saturation at breakthrough.

Graphically this is very simple to do, but in a spreadsheet the slope of the straight line and the fractional flow curve have to be calculated and compared. The slope of the fractional flow curve is calculated with:

$$\frac{df_w}{dS_w} = \frac{\frac{1}{\mu_w}\frac{dk_{rw}(S_w)}{dS_w}(u_w+u_o) - u_w\left(\frac{1}{\mu_w}\frac{dk_{rw}(S_w)}{dS_w} + \frac{1}{\mu_o}\frac{dk_{ro}(S_w)}{dS_w}\right)}{(u_w+u_o)^2} \quad \text{..... (18)}$$

With,

$$\frac{dk_{rw}(S_w)}{dS_w} = \frac{1}{1-S_{wc}-S_{or}}\left(\frac{S_w-S_{wc}}{1-S_{wc}-S_{or}}\right)^{n_w-1} n_w\, k_{rw}(S_{or}) \text{.....} \quad (19)$$

$$\frac{dk_{ro}(S_w)}{dS_w} = \frac{1}{1-S_{wc}-S_{or}}\left(\frac{1-S_w-S_{or}}{1-S_{wc}-S_{or}}\right)^{n_o-1} n_o\, k_{ro}(S_{wc}) \text{.....} \quad (20)$$

The slope of the straight line can be easily calculated. When both derivatives are plotted in one single graph the tangent point is found.

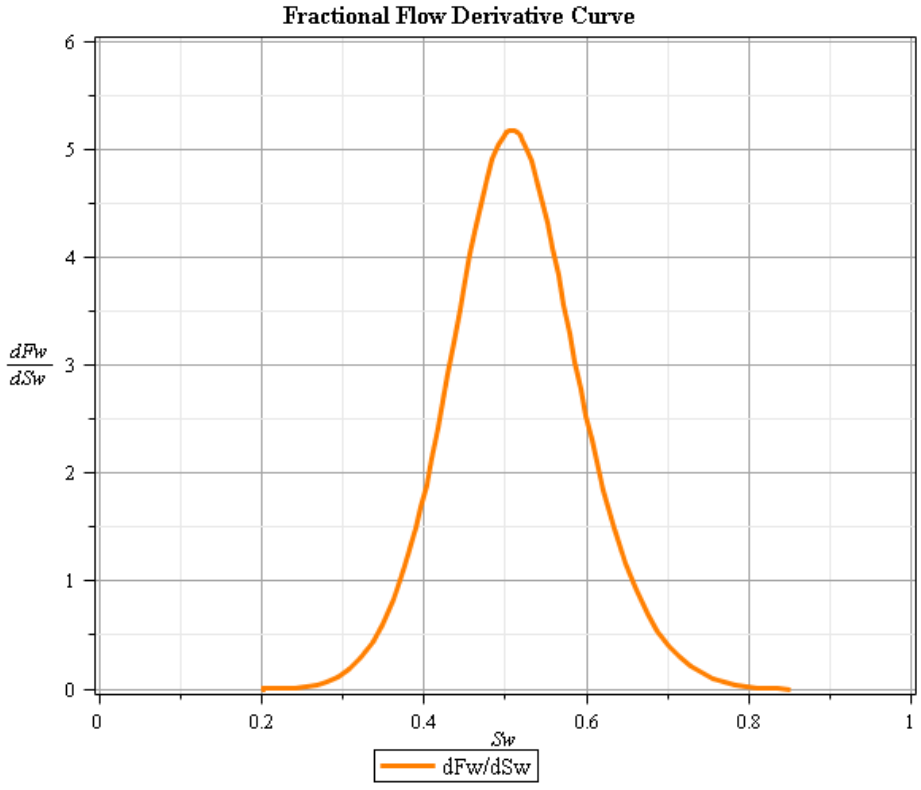


Figure (13): Derivatives of fractional flow curve and tangent line.

The distribution of the water saturation along the reservoir is given in Figure [14]. The results of the water saturation without the effect of the capillary pressure are depicted in the same Figure.

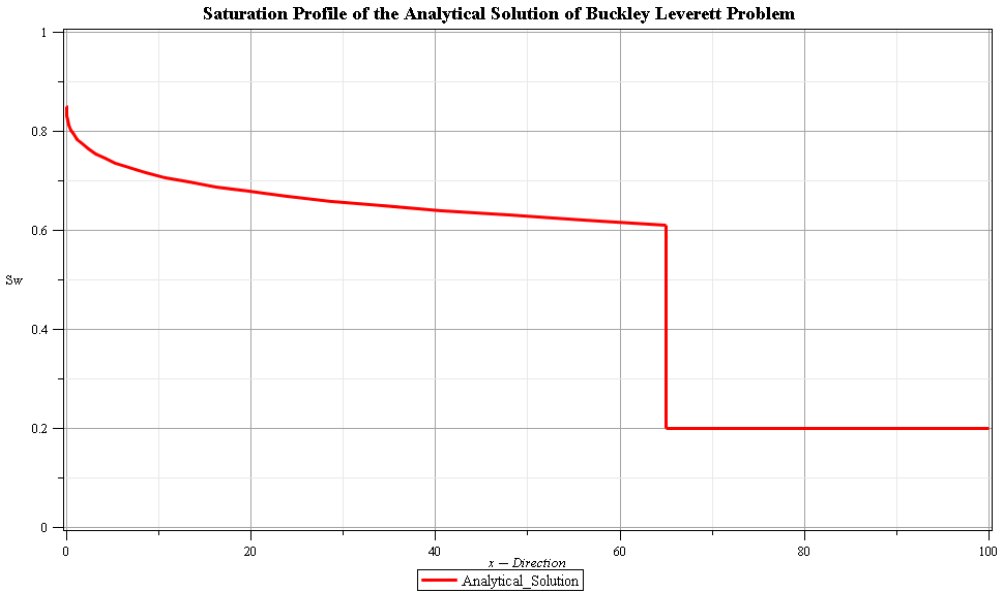


Figure (14): Saturation profile calculated from Buckley-Leverett analysis

7.2. Presentation of Numerical Calculation Results

To compare numerical solutions with the Buckley-Leverett results, a numerical simulation model involving water displacing oil from a water-wet porous medium is presented with the same considerations as in the Buckley-Leverett displacement theories. Moreover, compressibilities of oil and water in the reservoir are also included in this simulation model. The initial conditions include uniform saturation and pressure distributions. The grid spacing (Ax) for the numerical simulation is constant. It was noted that the saturation profiles computed under these assumptions show water accumulating at the downstream end of the system, while the fluid front proper is still traveling toward the outlet. The results based on the simulation computation model are shown in the forms of Saturation profiles within the hypothetical reservoir versus distance (along the X-direction).

The behavior of the linear, homogeneous reservoir is determined using the reservoir simulator. To maintain the desired pressure in a reservoir, for any volume of water injected into the upstream end of the system, an equivalent volume of oil is produced at the other end. The fluid properties are functions of pressure for the model in this report. Viscosity is the dominant factor in the system. The effects of capillary and gravity forces are negligible and are, therefore, ignored. The initial conditions of the reservoir were taken to be 80 percent oil saturation and 20 percent water saturation.

Assumptions for the numerical model described in Chapter 3 are consistent with those for the Buckley-Leverett analysis. The results calculated from the Buckley-Leverett technique are presented in the Chapter. Consequently, the saturation profiles and all the results calculated numerically are shown in Figure [4.5] and [4.6]. During computation procedures, 100 grids and 30 grids each are used to represent the total length of 100 meters for the system.

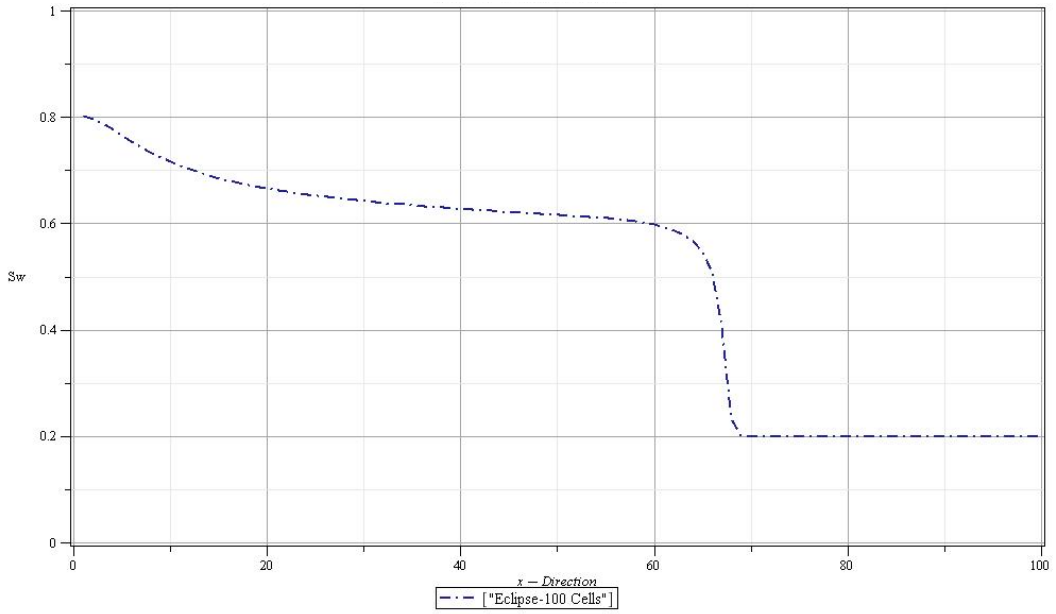


Figure (15): Saturation Profiles Calculated from Numerical Computations by using Eclipse for 100 Cells after 30 days of Water Injection.

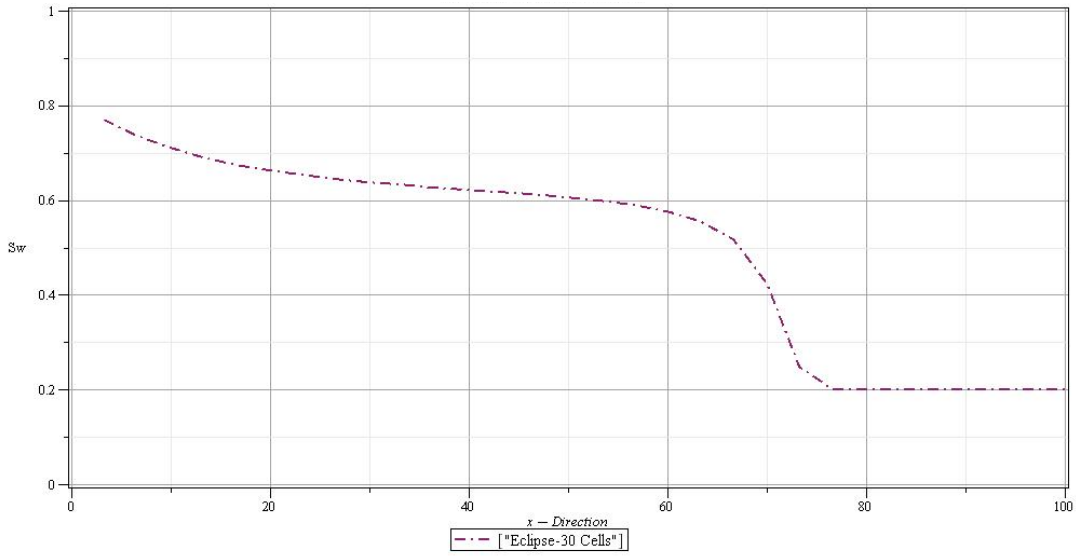


Figure (16): Saturation Profiles Calculated from Numerical Computations by using Eclipse for 30 Cells after 30 days of Water Injection.

The water is injected into the reservoir with a linear flow rate of 1 m^3/day. The oil and water viscosities are 0.001 (Pa s) and 0.004 (Pa s), respectively. The flow of the displaced phase (oil) ceases at S_{or} of 0.15. The porosity of the medium is 20% with an absolute permeability of k = 1 Darcy.

7.3. Grid Sensitivity

For the sake of brevity, we will show two runs that we have performed: fine – and coarse grid runs. Fine grid runs are performed by using 100 grids while the coarse grid runs are performed by using 30 grids, as shown in Figure [17].

For the sake of comparison, the figure below presents the Analytical and the Numerical Solution of Buckley Leverett.

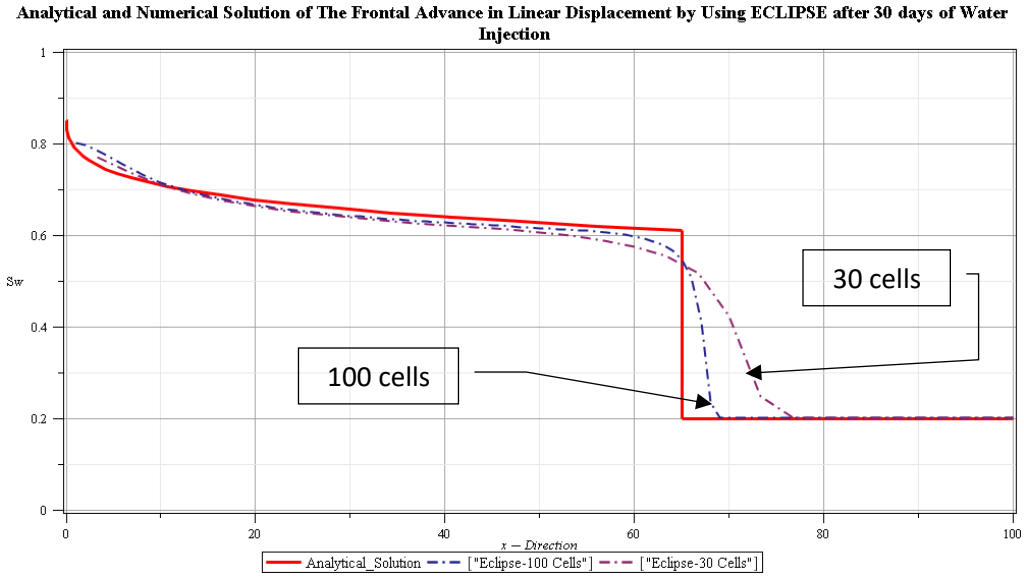


Figure (17): Analytical and numerical solution of the frontal advance in linear displacement.

Comparison of the Numerical Solutions to Buckley-Leverett Results For the purpose of convenience and easy comparison, the numerical solutions and Buckley-Leverett results, which represent the saturation profiles along the distance X, are presented on the same plot for various times.

Figures [18] through [20] contain the data curves separately for various times of water injection (1 day, 5 days, 15 days, 30 days). With the exception of locations near the water injection point and at the displacement front.

These comparisons show that the numerical solutions in each case are in good agreement with solutions obtained from the Buckley-Leverett method. They are of satisfactory accuracy for most engineering calculations. The only discrepancy in the numerical solutions is a very slight smearing of the displacement front.

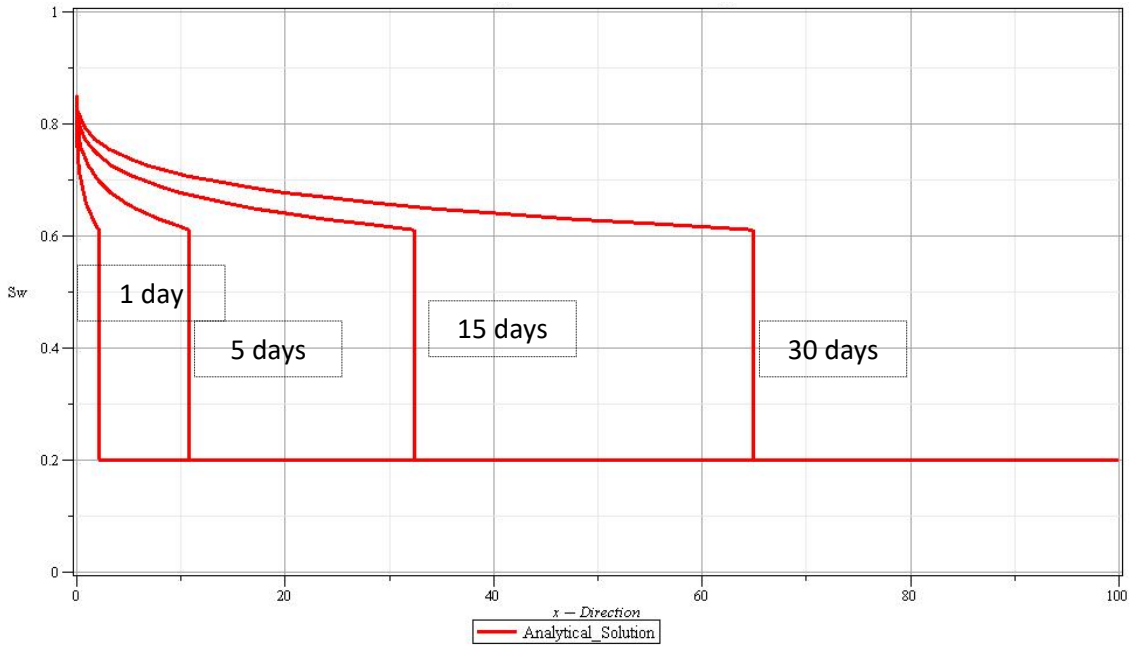


Figure (18): Distribution of water saturation profile in the analytical solution at different times.

The numerical solutions were obtained with the single-point upstream method, where the average forward fluid mobility is calculated from the relative permeability and viscosity data computed using fluid saturation and pressure in block i (the upstream block).

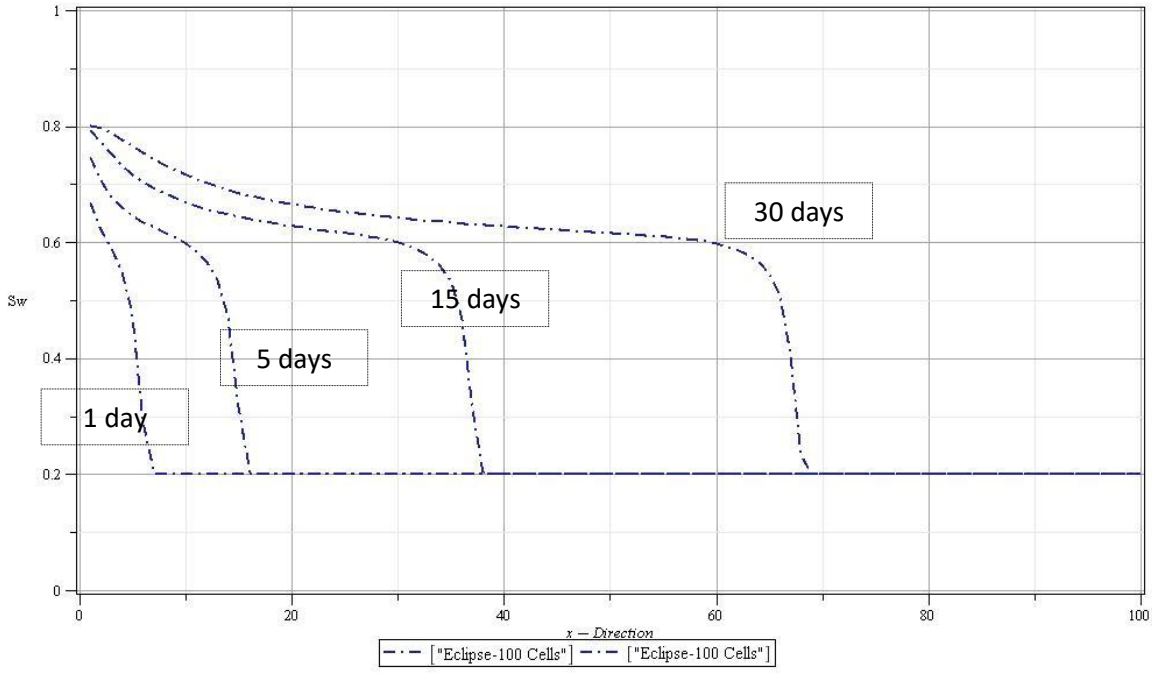


Figure (19): Distribution of water saturation profile in the numerical solution at different times.

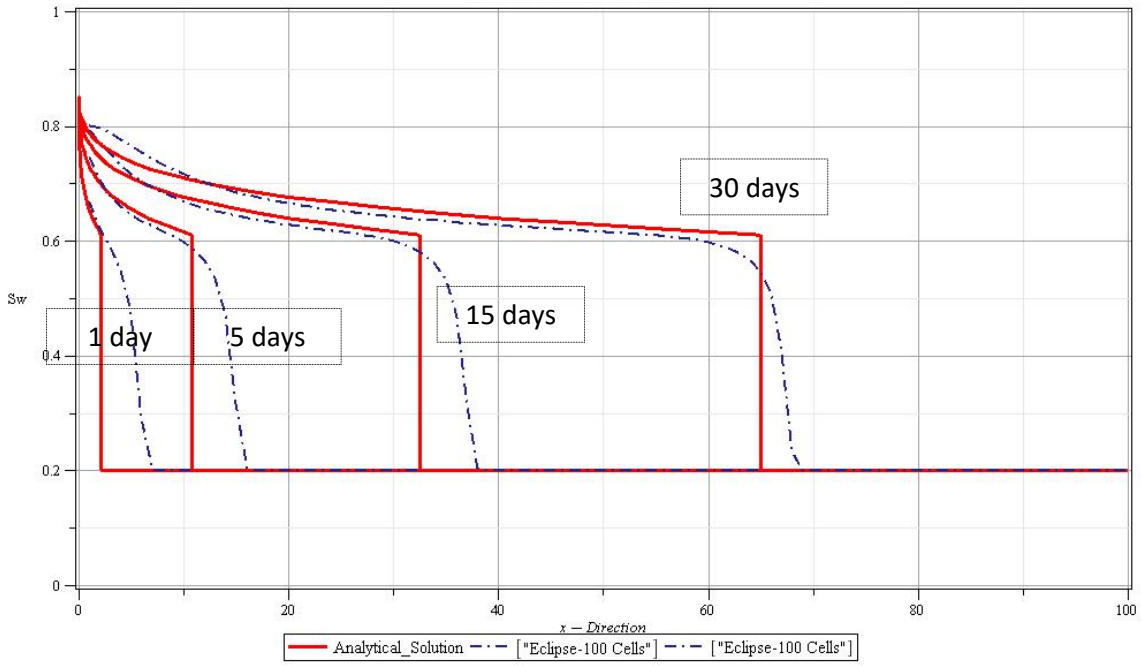


Figure (20): Analytical and Saturation Profiles Calculated from Numerical Computations by using Eclipse for 100 Cells at different times.

8. Conclusion:

1. In most cases, the fluid flow inside the porous rock is too complicated to solve analytically. These methods can apply to some simplified models. However, this solution can be applied as the benchmark solution to validate the numerical approaches.
2. The method represented here is limited to a one-dimensional, two-phase liquid reservoir system. However, this is adequate for modeling many important mechanisms of reservoir drive, or secondary recovery methods, such as waterflooding.
3. The numerical computation procedures for the analysis have been developed and programmed by Eclipse 100 Model for 100 and 30 cells.
4. The treatment of immiscible displacement is by no means exhaustive. The main objective was to introduce the engineer to basic concepts and some of the historical theoretical developments in immiscible displacements. In the process, several important terms were introduced in discussing the importance of rock wettability, capillary pressure, relative permeability, mobility ratio, and displacement efficiency in immiscible displacements. The fractional flow equation was developed to convey the impact of fluid and rock properties and reservoir geometry on immiscible displacement. In fact, this relatively simple equation can be used to discuss the fractional flow of water or gas in many waterflood or gasflood projects.

5. The Welge method was introduced to illustrate determination of several terms, such as saturations at the flood front, average saturations behind the flood front, saturations at breakthrough, and saturations after breakthrough.
6. The analytical model is developed for applying the Buckley-Leverett frontal advance theory to immiscible displacement in 1-Dimension for a length of 100 meter, neglecting the capillary forces. The analytical model gives more accurate results as compared to conventional models.
7. The saturation profiles, which were calculated, are shown to be in satisfactory agreement with the Buckley-Leverett results. The fine model of 100 cells shows better results than the 30 cells in comparison with the analytical one, where the forward fluid mobility is based on the relative permeability and viscosity data.

9. Recommendation:

Relative permeability curves are very significant in any study of fluid flow. Accordingly, experimental measurement of relative permeability curves needs to be carried out.

10. References

1. Buckley, S.E. and Leverett, M.C. "Mechanism of Fluid Displacement in Sands," Transactions ATME. (1942) Vol. 146. 115.
2. Douglas, J.Jr., Blair, P.M. and Wagner, R.J. "Calculation of Linear Waterflood Behavior Including the Effects of Capillary Pressure," Transaction AIME. (1958) Vol. 213.
3. Holmgren, C.A. (1951). Effect of free gas saturation on oil recovery by waterflooding. Trans. AI ME, vol. 192, pp. 135-140.
4. West, W.J., Garvin. W.W. and Sheldon, J.W. "Solution of the Equations of Unsteady State, Two-Phase Flow in Oil Reservoirs," Transactions AIME. (1954). Vol. 201.
5. Douglas, J.Jr., Blair, P.M. and Wagner, R.J. "Calculation of Linear Waterflood Behavior Including the Effects of Capillary Pressure," Transaction AIME. (1958) Vol. 213.
6. Fayers, F.J. and Sheldon, J.W. "The Effect of Capillary Pressure and Gravity on Two-Phase Fluid Flow in a Porous Medium," Transactions ATMF. (1959). Vol. 216. 147-155.
7. Eclipse Technical Description, version 2009.1, Schlumberger.
8. Zhangxin Chen, 2007. Reservoir Simulation Mathematical Techniques in Oil Recovery. SIAM, Philadelphia.
9. Craig, F.F. Jr., “Reservoir Engineering Aspects of Waterflooding,” Monograph Series, SPE, 1971.
10. Essley, P.L., Jr., Hancock, G.L., Jr., and Jones, K.E.: “Gravity Drainage Concepts in a Steeply Dipping Reservoir,” paper SPE 1029-G, SPE of AIME, Petroleum Conference on Production and Reservoir Engineering, Tulsa, Oklahoma, March 20–21, 1958
11. Nnaemeka Ezekwe, 2010. Petroleum Reservoir Engineering Practice. Prentice Hall, Boston.
12. Welge, H.J.: “A Simplified Method for Computing Oil Recovery by Gas or Water Drive, “Trans. AIME (1952) 195, 91–98.

13. Liu, J.S., Wilkins, J.R., Al-Qahtani, M.Y., and Al-Awami, A.A.: "Modeling a Rich Gas Condensate Reservoir with Composition Grading and Faults," paper SPE 68178, presented at the SPE Middle East Oil Show, Bahrain, Mar. 17-20, 2001.
14. Willhite, G.P.: Waterflooding, SPE Textbook Series, Vol. 3, Richardson, Texas (1986).
15. Treiber, L.E., Archer, D.L., and Owens, W.W.: "A Laboratory Evaluation of the Wettability of Fifty Oil-Producing Reservoirs," SPEJ (Dec. 1972) 531–540.
16. www.ipims.com

The performance production analysis of Gialo Paleocene

Ashraf Mohamed Naas
as.naas@uot.edu.ly
Department of Petroleum Engineering, University of Tripoli, Libya

Abstract:

Production performance analysis is considered of the important tools of oil reservoir management. This can diagnosis many problems and obstacles early in time, which enable curing then problem in proper time in order to optimize oil production and maximize oil recovery. The performance production analysis of Gialo Paleocene reservoir is done through two parts. The first part of this study attempts to predict critical rate and post-breakthrough performance in vertical and horizontal wells as a result of water coning. The second part includes post breakthrough performance analysis in terms of the Water Oil Ratio (WOR). Gialo Paleocene reservoir studied to predict the oil critical rate, including the correlations of (Meyer-Garder Method, Hoyland-Papatzacos-Skjaeveland Method, Schols Method and Craft and Hawkins Method) in a vertical well and the correlations of (Efros Method, Karchers Method and Joshis Method) in a horizontal well. PVT and Relative permeability data for reservoir were used in the correlations. From result, the critical oil flow rate was calculated by four correlations given different values due to effect of permeability and the pressure depletion effect was neglected in three correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs-Skjaeveland, Schols). While in horizontal well, the correlations where given small values or inaccurate values for the critical oil rate due to the permeability effect and pressure depletion effect was neglected through the calculations. Finally of this study considers the use of plots of water/oil ratio versus time to diagnose excessive water production mechanisms. From result, Water production in all studied wells was classified based on cause of problem such as coning, channeling.

Keywords: Critical Oil Rate, Empirical Correlations, Production Performance Analysis, Water Channeling, Water Coning, WOR Diagnostic Plots.

الملخص:

يُعد تحليل أداء الإنتاج من الأدوات المهمة لإدارة مكامن النفط، حيث يمكن تشـــخيص العديد من المشـــاكل والعقبات في الوقت المناسـب، مما يُمكّن من معالجة المشـكلة في الوقت المناسـب من أجل تحسـين إنتاج النفط وزيادة اسـتخلاصـه. يتم تحليل إنتاج أداء مكمن جيالو الباليوسـيني من خلال جزئين، في الجزء الأول من هذا البحث يتم التنبؤ بالمعدل الحرج والأداء بعد الاختراق في الآبار الرأسـية والأفقية نتيجةً لتكوين الماء. بينما يتضـمن الجزء الثاني تحليل أداء ما بعد الاختراق من حيث نسبة الماء إلى الزيت (WOR). لقد تمت دراسة مكمن جيالو الباليوسيني للتنبؤ بالمعدل الحرج للنفط، من خلال معدلات (طريقة ماير-غاردر، وطريقة هويلاند-باباتزاكوس-ســـكيفيلاند، وطريقة شـــولز، وطريقة كرافت وهوكينز) في بئر رأسي ومعدلات (طريقة إفروس، وطريقة كارشرز، وطريقة جوشيس) في بئر أفقي.

تم استخدام بيانات PVT والنفاذية النسبية للمكمن في المعادلات. ومن خلال النتائج، تم حساب معدل تدفق النفط الحرج من خلال أربعة معادلات أعطيت قيماً مختلفة بسبب تأثير النفاذية وتم إهمال تأثير استنزاف الضغط في ثلاثة معادلات (ماير-غاردر، هويلاند-باباتزاكس-سكيفيلاند، شولز). بينما في البئر الأفقي، اعطيت المعادلات قيم صغيرة أو قيم غير دقيقة لمعدل النفط الحرج بسبب تأثير النفاذية وتم إهمال تأثير استنزاف الضغط من خلال الحسابات. وأخيراً، تناول هذا البحث استخدام مخططات نسبة الماء إلى النفط مقابل الوقت لتشخيص آليات إنتاج المياه المفرطة. ومن خلال النتائج، تم تصنيف إنتاج المياه في جميع الآبار المدروسة بناءً على سبب المشكلة.

الكلمات المفتاحية: تحليل أداء الإنتاج، تكوّن المخروط المائي، التوجيه المائي، مخططات تشخيص نسبة الماء إلى الزيت، المعادلات التطبيقية، المعدل الحرج لإنتاج النفط.

1. Introduction

The Gialo Paleocene reservoir consists of three oil accumulations. The Main E Pool, the largest of these oil accumulations, lies in the southeast and was discovered in 1961. Up to March 2004, 44 wells have penetrated the accumulation and 33 are still completed in the reservoir. The second oil accumulation, the 4E Pool, was discovered in 1973. So far, only five wells have been drilled into this accumulation. Of these, one was D&A and one has been plugged and re-completed up-hole. A small accumulation between the Main E and the 4E Pools was discovered in 1985 with the drilling of well E289. This well penetrated the formation, but it was plugged back and re-completed up-hole after a short production period. This latter accumulation was not part of the project scope and has not been studied.

The Main E Pool is a structural trap in the Zelten Formation (limestone). The reservoir is delineated by faults and underlain by an aquifer that is believed to be common to all three oil accumulations. The Main E Pool was put on production in 1964. The main production mechanism is a bottom water drive with strong aquifer support. As of March 2004, a total of 27 wells were producing oil from within the Main E Pool at a rate of 17 MSTB/day and at a total field water-cut of 75%. Cumulative oil production to March 2004 was 157.6 MMSTB. This represents an overall recovery factor of 17.1% of the total OOIP of 923 MMSTB.

The 4E Pool was put on production in 1973. One well was a dry hole. Production from the four pool wells peaked at an oil rate of about 10,000 BOPD in early 1974 and then declined sharply to 500 BOPD in 1977 due to rapid water encroachment. As of March 2004, only 2 wells within the 4E Pool were still producing at a rate of 820 STB oil per day at a total water-cut of 88%. Cumulative oil production had reached 16.8 MMSTB. The estimated OOIP is about 72.8 MMSTB, resulting in a current oil recovery factor of about 23%.

2. Objectives of the Study

The performance production analysis of Gialo Paleocene reservoir is done through two parts:

- The first part of this study attempts to predict critical rate and post-breakthrough performance in vertical and horizontal wells as a result of water coning.

- The second part includes post breakthrough performance analysis in terms of the Water Oil Ratio (WOR).

3. Methodology of Study

- Reviewing Production history for each well in Gailo Paleocene reservoir.
- Calculate the Critical oil flow rate for each well.
- Compare between the critical oil flow rate and the actual oil rate for each well.
- Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for Chan. to determine the mechanism for excessive water production.

4. Result and Discussion

4.1. Vertical well study's

This study's includes production performance analysis for oil wells from gialo Paleocene reservoir concentrating on water production problem. The first step of this analysis was to investigate the critical production rate for the studied wells. This was done using empirical correlation as it has been mentioned in the following table 1;

Table (1): The calculating methodologies of critical production rate [1,2].

Methods	Formula	remark
Meyer Garder	$Q_{oc} = 0.246 \times 10^{-4}\left[\frac{\rho_o-\rho_g}{\ln(r_e/r_w)}\right]\left(\frac{k_o}{\mu_o B_o}\right)\left[h^2-(h-D_t)^2\right]$	isotropic
Hoyland-Papatzacs-Skjaeveland	$Q_{oc} = 0.924\times10^{-4}\,\frac{k_o(\rho_w-\rho_o)}{\mu_o B_o}\left[1-\left(\frac{h_P}{h}\right)^2\right]^{1.325} \times h^{2.238}\,[\ln(r_e)]^{-1.99}$	isotropic
Schols'	$Q_{oc} = 0.0783\times10^{-4}\left[\frac{(\rho_w-\rho_o)\,k_o\,(h^2-h_p^2)}{u_o\,B_o}\right] \times\left[0.432+\frac{3.142}{\ln(r_e/r_w)}\right](h/r_e)^{0.14}$	isotropic
Craft and Hawkins	$q_{oc}=\frac{0.00708K_o h(P_{ws}^{'}-P_{wf}^{'})\times PR}{\mu_o B_o \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}$ $PR=b^{'}\left[1+7\sqrt{\frac{r_w}{2b^{'}h}}\cos(b^{'}\times90)\right]$	isotropic

4.2. Well by Well Analysis:

The wells of Gialo Paleocene reservoir (E-85, E-89, E-93, E-192, E-209, E-210) were all studied for critical rate analysis and diagnostic plots investigation.

4.2.1. WELL E-85

4.2.1.1. Well Data

Table (2): shown well and reservoir data for well E-85.

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	61.3 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	80 ft
Perforated interval	hp	31 ft
Well pore radius	rw	0.292 ft
Drainage radius	re	

4.2.1.2. Production history of Well E-85

Well, E85 started production in July 1965 with good oil production rate 812 bbl/day and start oil production up to 1600 BOPD in October 1977 as shown in figure (1) due to ESP pump was installed in well, where in June 1981 the oil production decline to 900 BOPD due to increasing water cut to 58 %. The oil rate subsequently declined until it reached 250 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about 91% as shown in Figure (1).

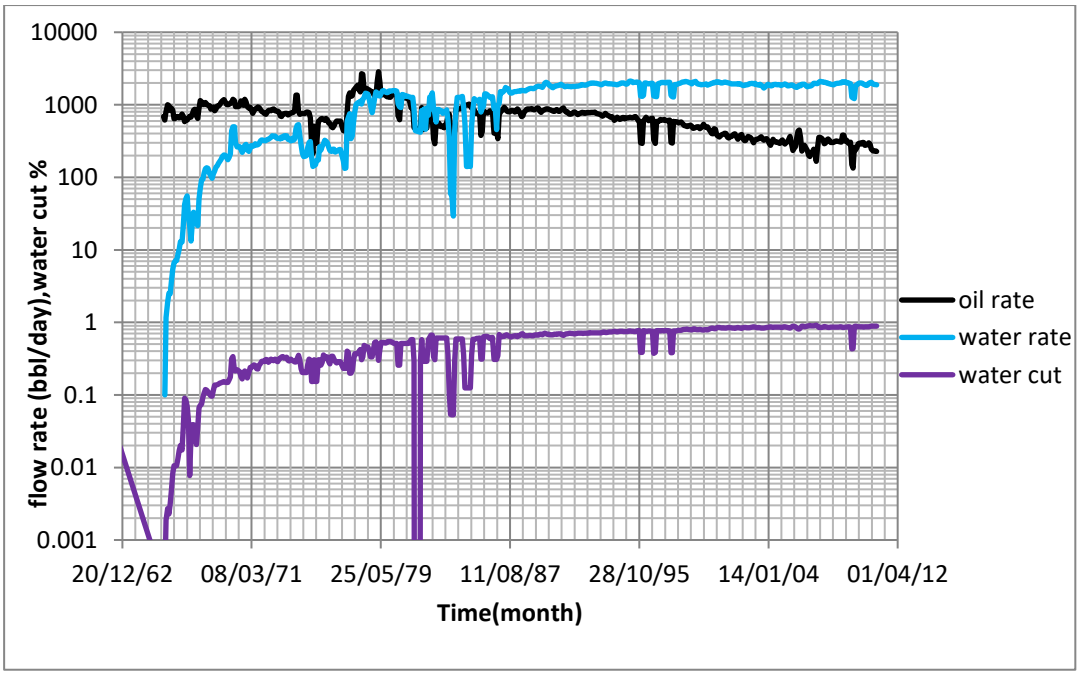


Fig (1): shows production history for well E-85.

4.2.1.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-85.

Table (3) Shows the critical oil rate for well E-85.

Method	value
Meyer Garder	Qoc=23 bbl/day
Hoyland-Papatzacs- Skjaeveland	Qoc=37 bbl/day
Schols'	Qoc=33 bbl/day
Craft and Hawkins	Qoc=1784 bbl/day

4.2.1.4. Results analysis of Well E-85.

This table 3 shows the results of the critical oil flow rate for well E-85 by four correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs Skjaeveland and Schols). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (23 to 37) BOPD. These figures are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well where result of Craft and Hawkins was considered good result compared with actual oil rate due to considering the effect of pressure depletion in the calculation.

4.2.1.5. Compare between the critical rate and the actual liquid rate of Well E-85.

As it is shows in figure (2) comparison between the critical oil flow rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in 1965 rate was under the critical rate, at 1977 the actual liquid rate increased above the critical rate with increases in water cut, the actual liquid rate decline at 1981 lower than critical rate with decreases in water cut and at 1986 the actual liquid rate rise again above the critical rate with high water cut value and high water production rate continues to 2010.

In general, well E-85 was produced most time with production rate that is higher than it is critical rate.

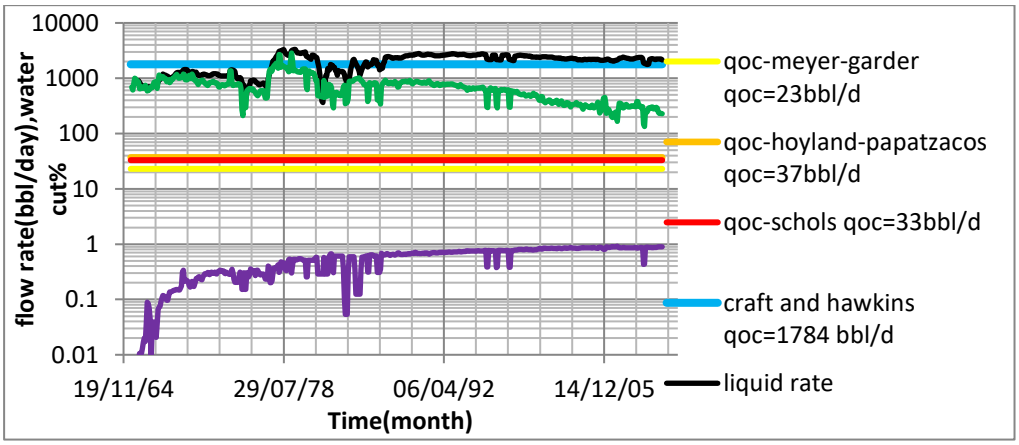


Fig (2): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-85.

4.2.1.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for chan of Well E-85.

In order to further investigate the water production problem in well E-85 the technique of water diagnostic plots as presented by chan was applied.

The diagnostic plot fig (3) shows a jump from 100 to 7000 days (about from three month to twenty-three years from start of well production) within a general upward trend on both WOR and WOR". This was interpreted as rapid channeling with production changes through a formation layer. And at 7000 to 10000 days (about from twenty-three to thirty-two years from start of well production) a general downward on both WOR and WOR". This was interpreted as coning through the well completion. And after 10000 to 14400 days (about from thirty-two years to forty-five years from start of well production) was interpreted as rapid channeling through a formation layer.

In general, the water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning.

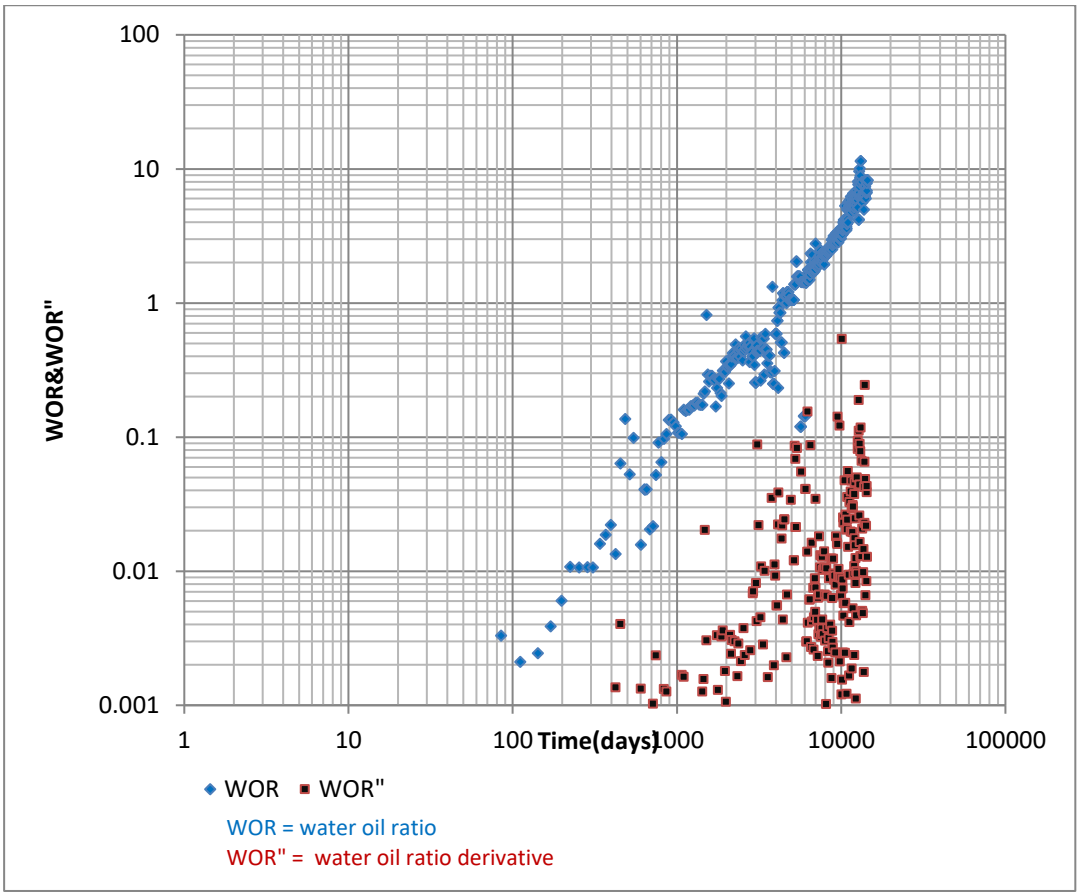


Fig (3): shows (WOR) diagnostic plots for well E-85.

4.2.2. WELL E-89

4.2.2.1. Well Data

Table (4): shows well and reservoir data for well E-89.

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	42 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	97 ft
Perforated interval	hp	15 ft
Well pore radius	rw	0.292 ft
Drainage radius	re	

4.2.2.2. Production history of Well E-89

Well E-89 was started production in June 1965 with good oil production rate 1100 BOPD and start oil production up to 4000 BOPD in December 1977 as shown in figure (5.4) due to pump was installed in well, where oil production decline to 1600 BOPD due to increasing water cut to 50 % in May 1990. The oil rate subsequently declined until it reached 500 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about 78% as shown in (Figure (4)).

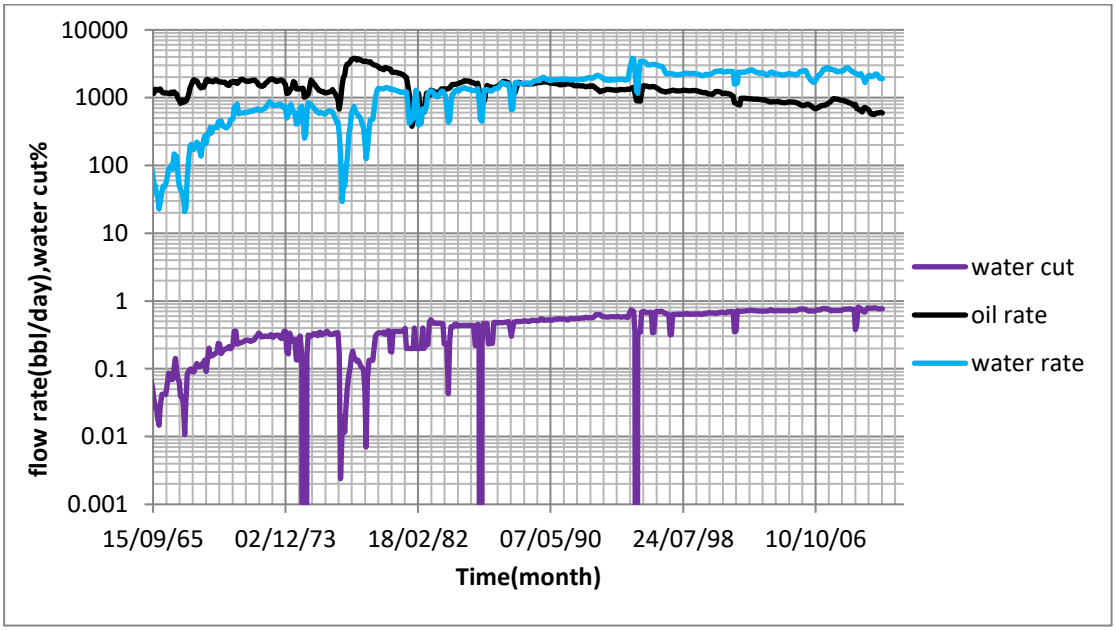


Fig (4): shows production history for well E-89.

4.2.2.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-89.

Table (5): Shows the critical oil rate for well E-89.

Method	value
Meyer Garder	Qoc=27 bbl/day
Hoyland-Papatzacs- Skjaeveland	Qoc=47 bbl/day
Schols'	Qoc=39 bbl/day
Craft and Hawkins	Qoc=630 bbl/day

4.2.2.4. Results analysis of Well E-89

This table shows the results of the critical oil flow rate for well E-89 by four correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs Skjaeveland and Schols). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (27 to 47) BOPD. These figures are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well where result of Craft and Hawkins was considered good result compared with actual oil rate due to considering the effect of pressure depletion in the calculation.

4.2.2.5. Compare between the critical oil rate and the actual liquid rate of Well E-89.

As it shows in figure (5) comparison between the critical oil rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in June 1965 rate was above the critical rate. The water cut subsequently increased until it reached 76% in late 2010 due to increasing the water production as shown in (Figure (5)).

In general, well E-89 was produced most time with production rate that is higher than it is critical rate.

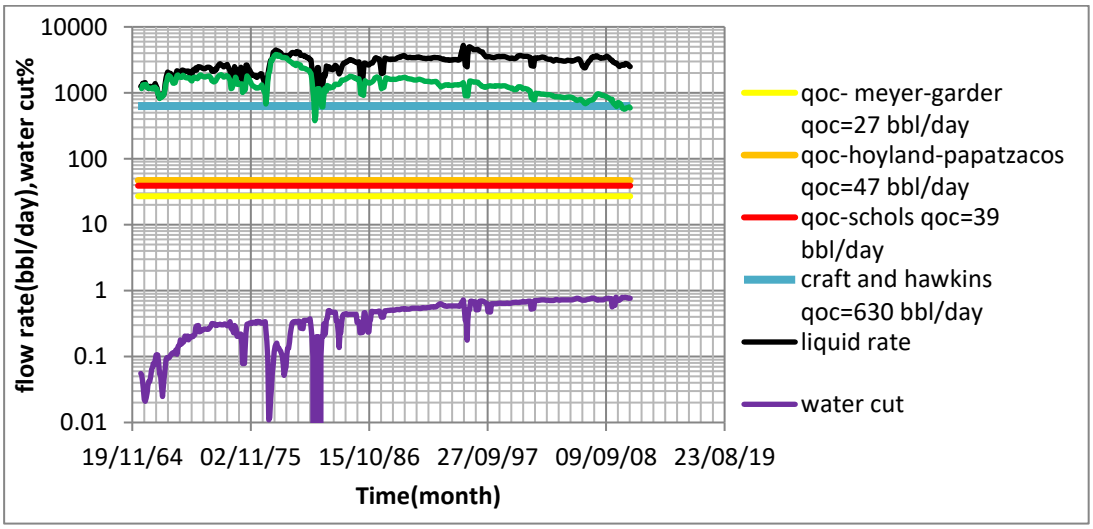


Fig (5): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-89

4.2.2.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for chan of Well E-89

In order to further investigate the water production problem in well E-89 the technique of water diagnostic plots as presented by chan was applied.

The diagnostic plot fig (6) shows bottom water drive coning problem in Well E89.

In general, the water production problem in this well appears as a result of coning.

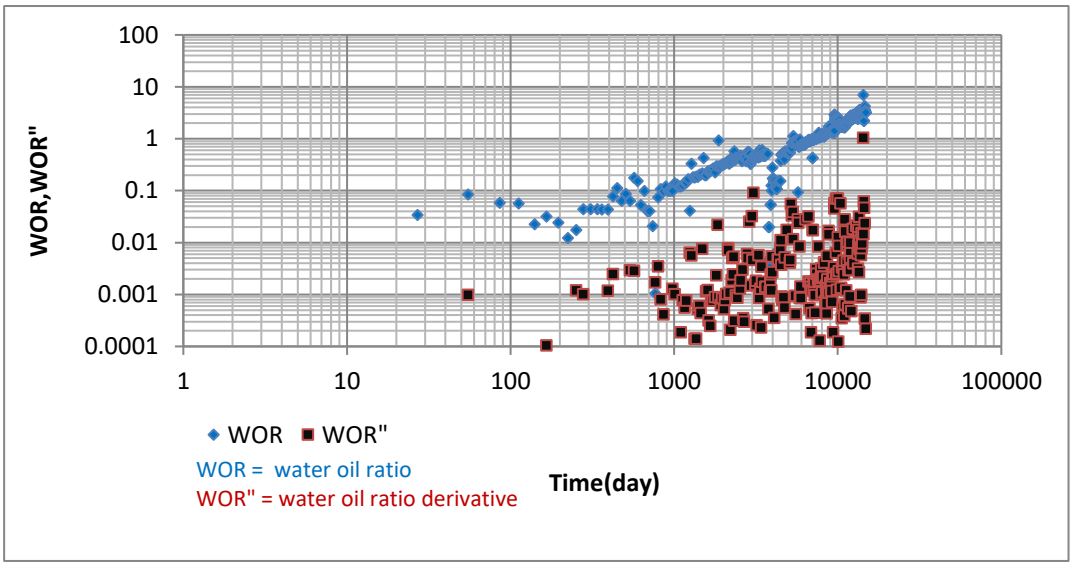


Fig (6): shows (WOR) diagnostic plots for well E-89.

4.2.3. WELL E-93

4.2.3.1. Well Data

Table (6): shows well and reservoir data for well E-93.

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	44 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	81 ft
Perforated interval	hp	10 ft
Well pore radius	rw	0.292 ft
Drainage radius	re	

4.2.3.2. Production history of Well E-93

Well E-93 was started production in January 1966 with oil production rate 645 BOPD and start oil production up to 2400 BOPD in February 1978, the oil rate subsequently declined until it reached 100 bbl/day in late 2000 due to increasing water cut to about 94% as shown in (Figure (7)). And production rate was shut in from may in 2000 to February in 2002. Oil production rose again to 360 BOPD in 2003. The oil rate subsequently declined until it reached 75 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about78% as shown in (Figure (7)).

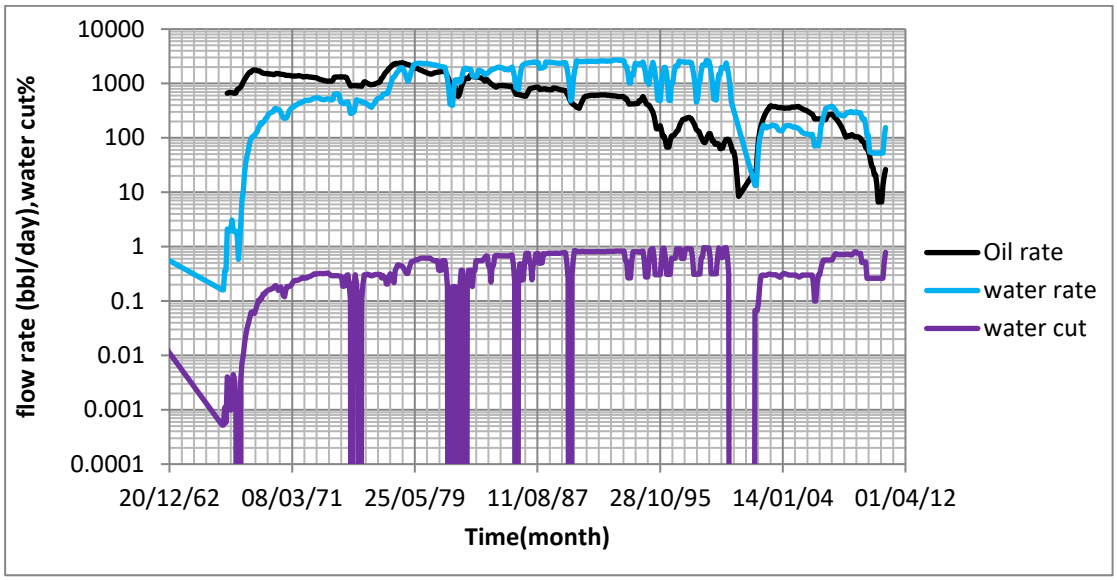


Fig (7): shows production history for well E-93.

4.2.3.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-93

Table (7): Shown the critical oil rate for well E-93.

Method	value
Meyer Garder	Qoc=20 bbl/day
Hoyland-Papatzacs- Skjaeveland	Qoc=34 bbl/day
Schols'	Qoc=28 bbl/day
Craft and Hawkins	Qoc=409 bbl/day

4.2.3.4. Results analysis of Well E-93

This table shows the results of the critical oil flow rate for well E-93 by four correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Meyer-Garder,Hoyland-Papatzacs Skjaeveland and Schols). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (20 to 34) BOPD. These figures are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well where result of Craft and Hawkins was considered good

result compared with actual oil rate due to considering the effect of pressure depletion in the calculation.

4.2.3.5. Compare between the critical rate and the actual liquid rate of Well E-93

As it shows in figure (8) comparison between the critical oil rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in January 1966 rate was above the critical rate and from 2009 to 2010 the actual liquid rate decreased below the critical rate with decreasing water cut to about 76% as shown in (Figure (8)).

In general, well E-93 was produced most time with production rate that is higher than it is critical rate.

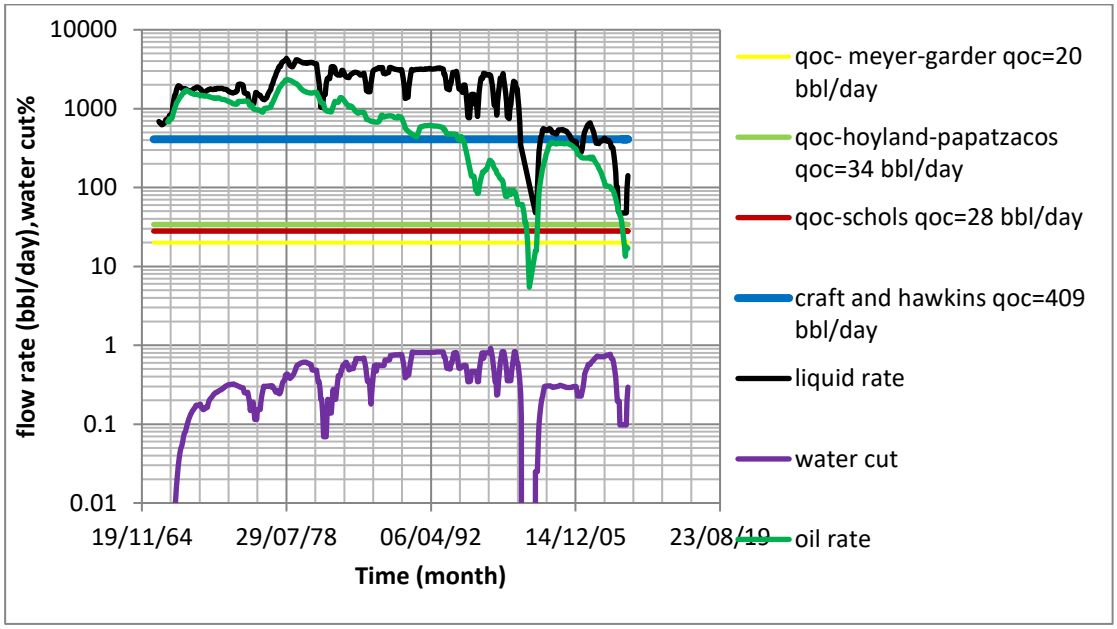


Fig (8): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-93.

4.2.3.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for chan of Well E-93

In order to further investigate the water production problem in well E-93 the technique of water diagnostic plots as presented by Chan was applied.

The diagnostic plot fig (5.9) shows a jump after 700 to 4000 days (about from two to twelve years from start of well production) a general downward on both WOR and WOR". This was interpreted as bottom water drive coning through the well completion. And after 4000 days (about twelve years from start of well production) within a general upward trend on both WOR and WOR". This was interpreted as rapid channeling through a formation layer. In general, the water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning.

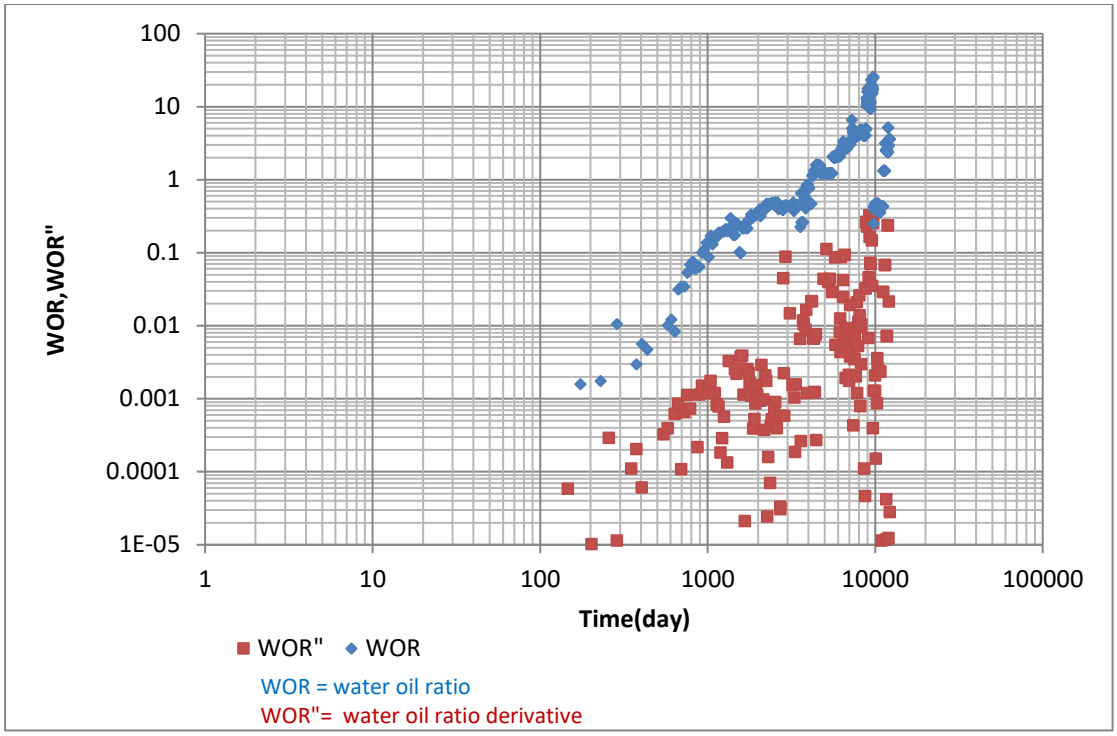


Fig (9): shows (WOR) diagnostic plots for well E-93.

4.2.4. WELL E-192

4.2.4.1. Well Data

Table (8): shows well and reservoir data for well E-192.

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	62 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	87 ft
Perforated interval	hp	46 ft
Well pore radius	rw	0.292 ft
Drainage radius	re	1766 ft

4.2.4.2. Production history of Well E-192

Well E-192 was started production in November 1974 with good oil production rate 2000 BOPD and start oil production up to 3000 BOPD in May 1978.The oil rate subsequently declined until it reached 680 BOPD in late 1992 With water cut about 34% as shown in (Figure

(5.10)). Oil production rose again to 1000 BOPD in 1996. The oil rate subsequently declined until it reached 390 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about 81% as shown in (Figure (10)).

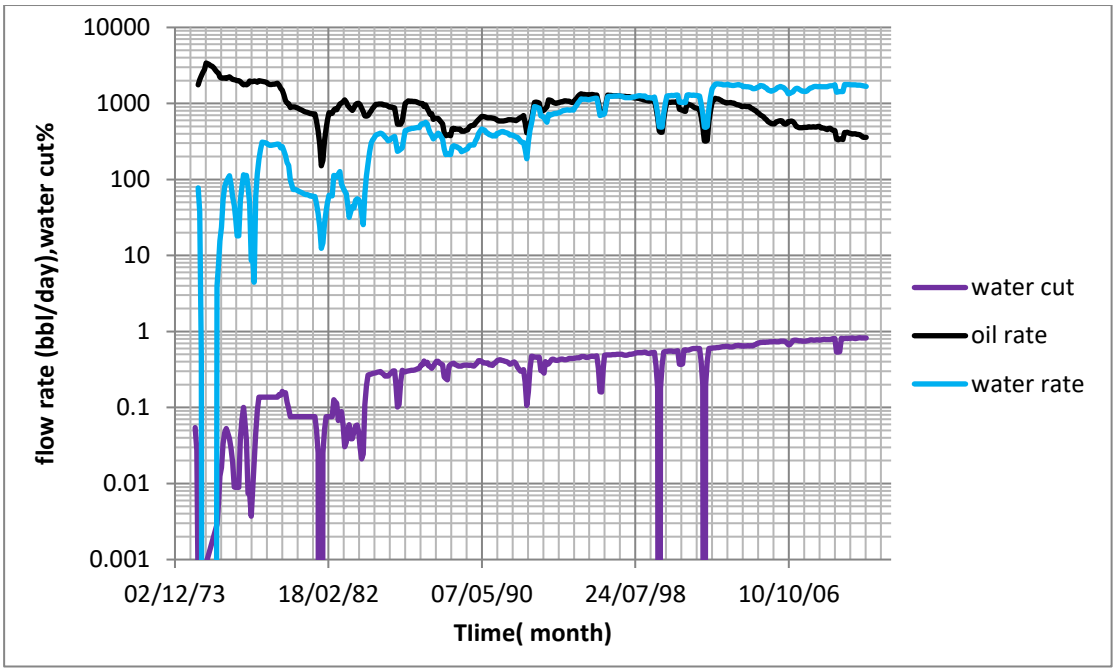


Fig (10): shows production history for well E-192.

4.2.4.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-192

Table (9): Shows the critical oil rate for well E-192.

Method	value
Meyer Garder	Qoc=23 bbl/day
Hoyland-Papatzacs- Skjaeveland	Qoc=36bbl/day
Schols’	Qoc=34 bbl/day
Craft and Hawkins	Qoc=2044 bbl/day

4.2.4.4. Results analysis of Well E-192

This table shows the results of the critical oil flow rate for well E-192 by four correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papazians Skateland and Schols). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (23 to 36) BOPD. These figures are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well where result of Craft and Hawkins was considered good result compared with actual oil rate due to considering the effect of pressure depletion in the calculation.

4.2.4.5. Compare between the critical rate and the actual liquid rate of Well E-192

As it shows in figure (11) comparison between the critical rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in November 1974 rate was above the critical rate. The actual liquid rate subsequently decreased below the critical rate until late 1995 as shown in (Figure (11)). The actual liquid rate from 1995 until 2010 increased above the critical rate with high water cut.

In general, well E-192 was produced most time with production rate that is lower than it is critical rate.

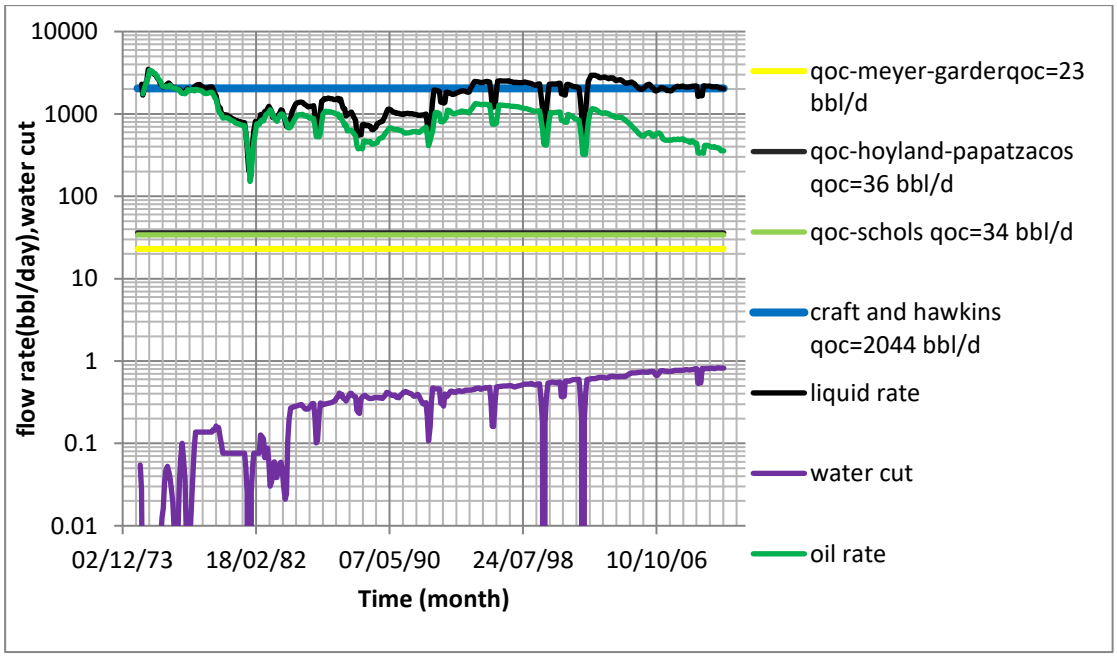


Fig (11): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-192.

4.2.4.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for chan of Well E-192

In order to further investigate the water production problem in well E-192 the technique of water diagnostic plots as presented by Chan was applied.

The diagnostic plot fig (12) shows from 800 to 7000 days (about from two and halve to twenty-two years from start of well production) was interpreted as bottom water drive coning, and after 7000 to 12000 days (about from twenty-two to thirty-five years from start of well production) was interpreted as rapid Channel through a formation layer.

In general, the water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning.

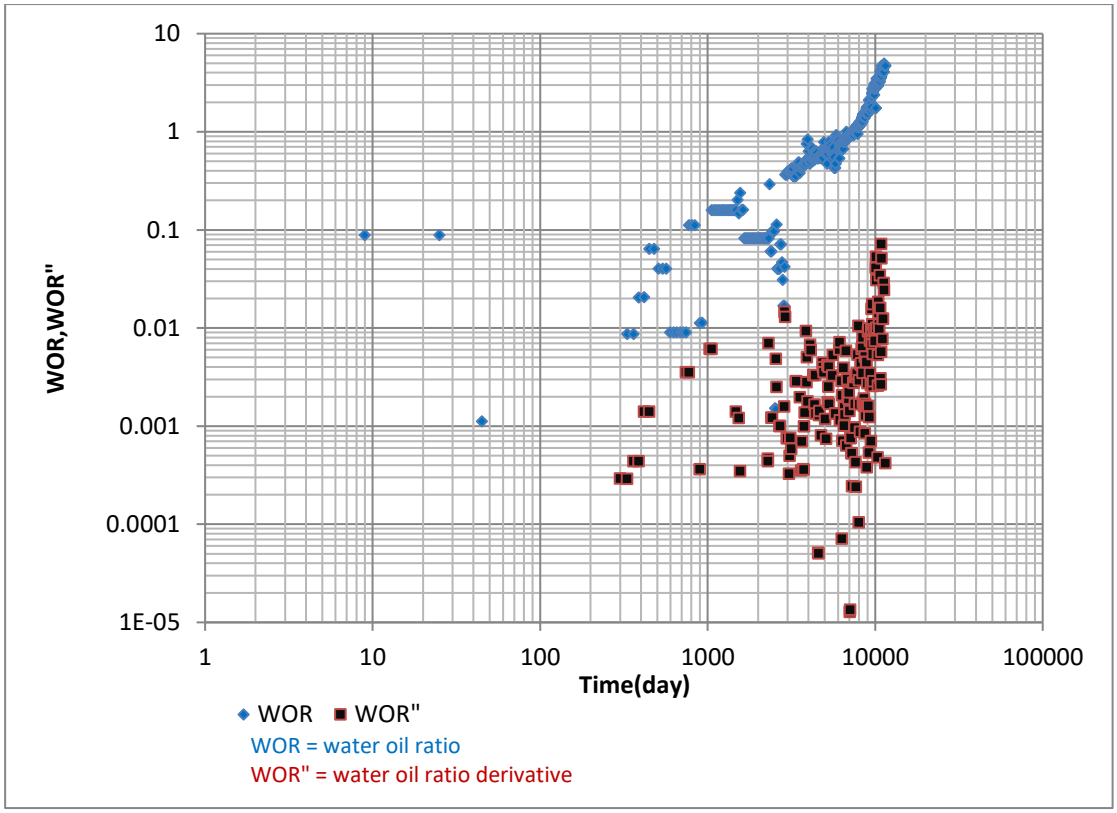


Fig (12): shows (WOR) diagnostic plots for well E-192.

4.2.5. WELL E-209

4.2.5.1. Well Data

Table (10): shows well and reservoir data for well E-209.

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	114 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	113 ft
Perforated interval	hp	42 ft
Well pore radius	rw	0.292 ft
Drainage radius	re	1766 ft

4.2.5.2. Production history of Well E-209

Well, E209 was started production in April 1977 with good oil production rate 3530 BOPD, the oil rate subsequently declined until it reached 790 BOPD in late 1992 With water cut about 46% as shown in (Figure (13)) and the Oil rate rose again to 3250 BOPD in 1993. The oil rate subsequently declined until it reached 800 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about 78% as shown in (Figure (13)).

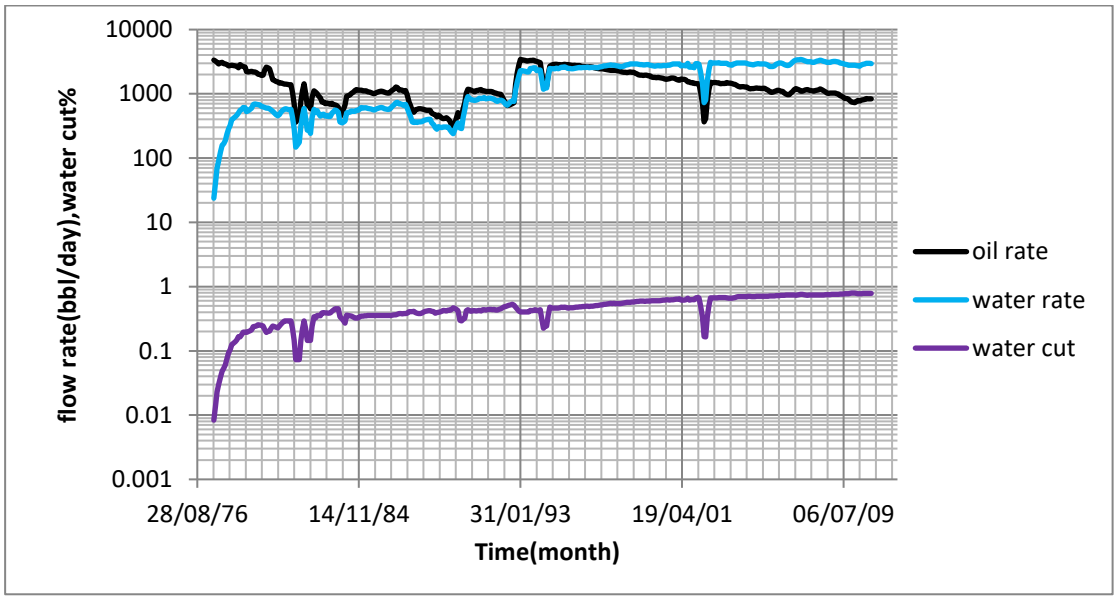


Fig (13): shows production history for well E-209.

4.2.5.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-209.

Table (11): Shows the critical oil rate for well E-209.

Method	value
Meyer Garder	Qoc=88 bbl/day
Hoyland-Papatzacs- Skjaeveland	Qoc=153bbl/day
Schols'	Qoc=131 bbl/day
Craft and Hawkins	Qoc=3576 bbl/day

4.2.5.4. Results analysis of Well E-209.

This table shows the results of the critical oil flow rate for well E-209 by four correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs Skjaeveland and Schols). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (88 to 153) BOPD. These figures are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well where result of Craft and Hawkins was considered good

result compared with actual oil rate due to considering the effect of pressure depletion in the calculation.

4.2.5.5. Compare between the critical rate and the actual liquid rate of Well E-209

As it shows in figure (14), comparison between the critical rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in April 1977 rate was below the critical rate. The actual liquid rate subsequently below the critical rate until late 1993 as shown in (Figure (14)). The actual liquid rate from 1993 until 2010 increased above the critical rate with increasing water cut to about 78%.

In general, well E-209 was produced most time with production rate that is higher than it is critical rate.

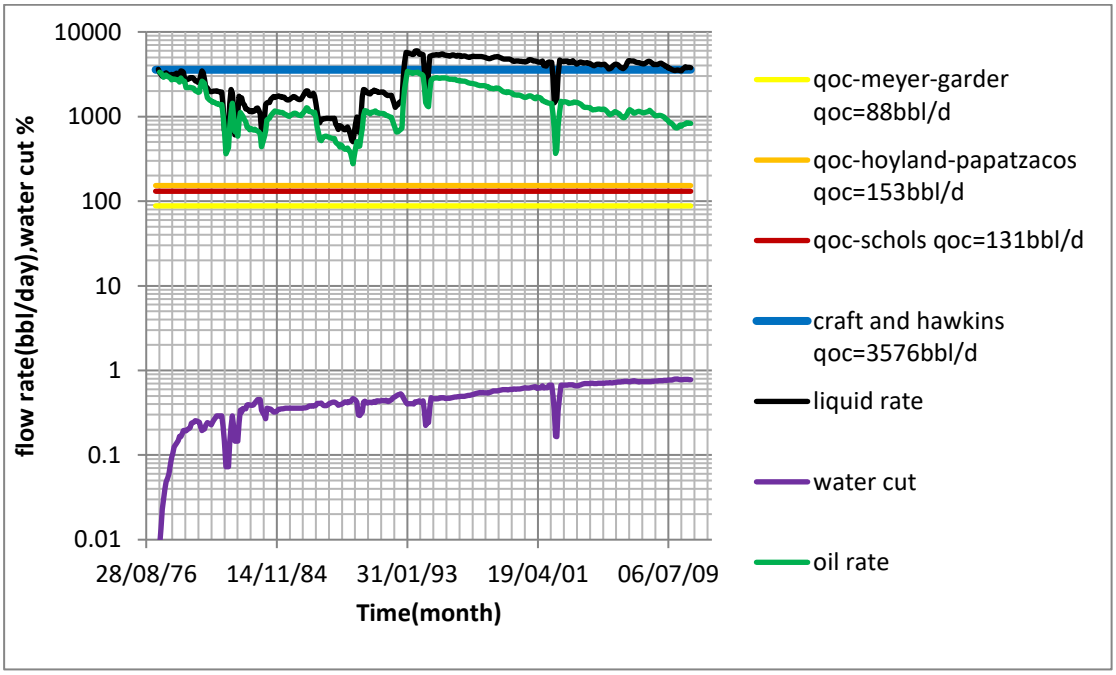


Fig (14): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-209.

4.2.5.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for chan of Well E-209

In order to further investigate the water production problem in well E-209 the technique of water diagnostic plots as presented by chan was applied.

The diagnostic plot fig (5.15) shows a jump after 100 to 7000 days (about from three month to twenty-two years from start of well production) a general downward on both WOR and WOR". This was interpreted as bottom water drive coning through the well completion. And after 7000 to 11000 days (about from twenty-two to thirty-three years from start of well production) within a general upward trend on both WOR and WOR". This was interpreted as channeling.

In general, the water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning.

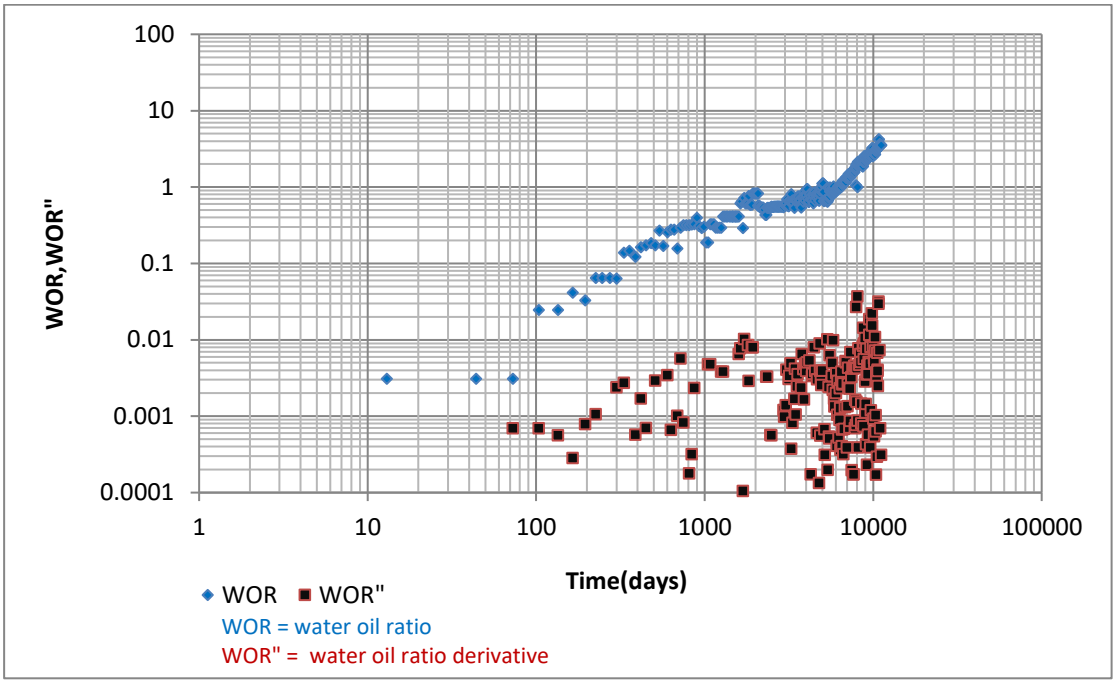


Fig (15): shows (WOR) diagnostic plots for well E-209

4.2.6. WELL E-210

4.2.6.1. Well Data

Table (12): shows well and reservoir data for well E-210

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	57.5 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	76 ft
Perforated interval	hp	48 ft
Well pore radius	rw	0.292 ft
Drainage radius	re	1766 ft

4.2.6.2. Production history of Well E-210

Well E210 was started production in October 1977 with good oil production rate 1220 BOPD and the Oil production rose again to 1670 BOPD in 1977. The oil rate subsequently declined until it reached 100 BOPD in late 1991 With water cut about 92% as shown in (Figure (16)). And oil production was shut-in in 1992. The oil rate subsequently declined until it is reached to 220 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about 88% as shown in (Figure (16)).

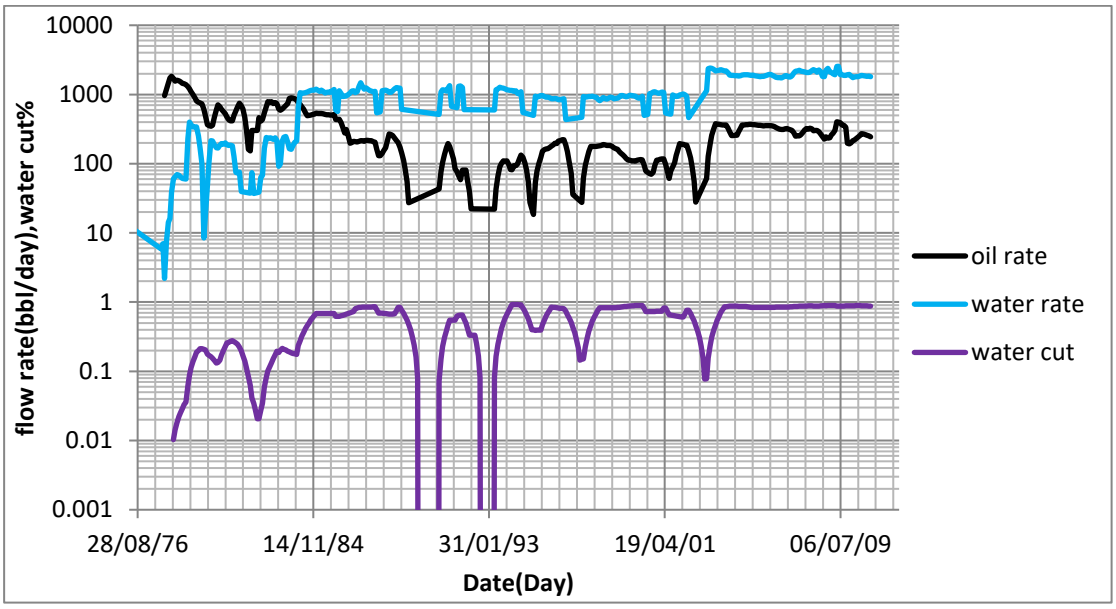


Fig (16): shows production history for well E- 210

4.2.6.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-210

Table (13): Shown the critical oil rate for well E-210

Method	value
Meyer Garder	Qoc=14 bbl/day
Hoyland-Papatzacs- Skjaeveland	Qoc=20 bbl/day
Schols’	Qoc=20 bbl/day
Craft and Hawkins	Qoc=2487 bbl/day

4.2.6.4. Results analysis of Well E-210

This table shows the results of the critical oil flow rate for well E-210 by four correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs Skjaeveland and Schols). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (14 to 20) BOPD. These figures are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well where result of Craft and Hawkins was considered good

result compared with actual oil rate due to considering the effect of pressure depletion in the calculation.

4.2.6.5. Compare between the critical rate and the actual oil rate of Well E-210

As it shows in figure (17), comparison between the critical rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in October 1977 rate was under the critical rate. The actual liquid rate subsequently below the critical rate until late 2010 with high water cut it is reached to 88% as shown in (Figure (17)).

In general, well E-210 was produced most time with production rate that is lower than it is critical rate.

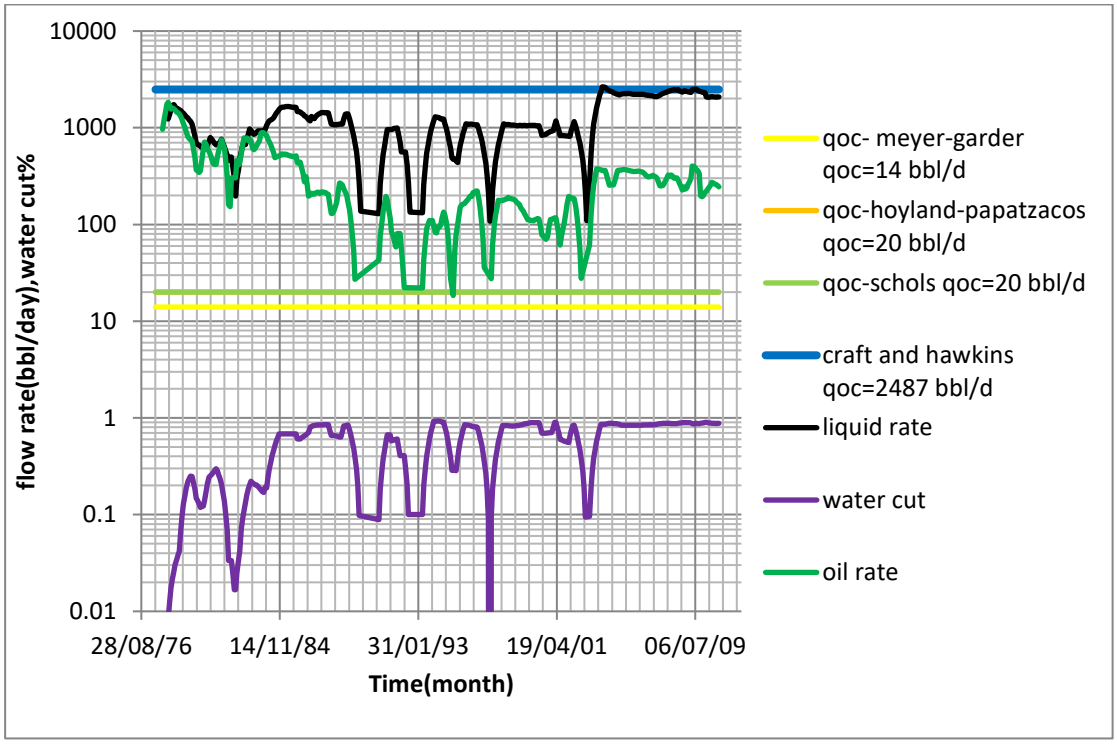


Fig (17): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-210

4.2.6.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for Chan of Well E-210

In order to further investigate the water production problem in well E-209 the technique of water diagnostic plots as presented by Chan was applied.

The diagnostic plot fig (18) was interpreted as multi-layer channel with production change in Well E210.

In general, the water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning.

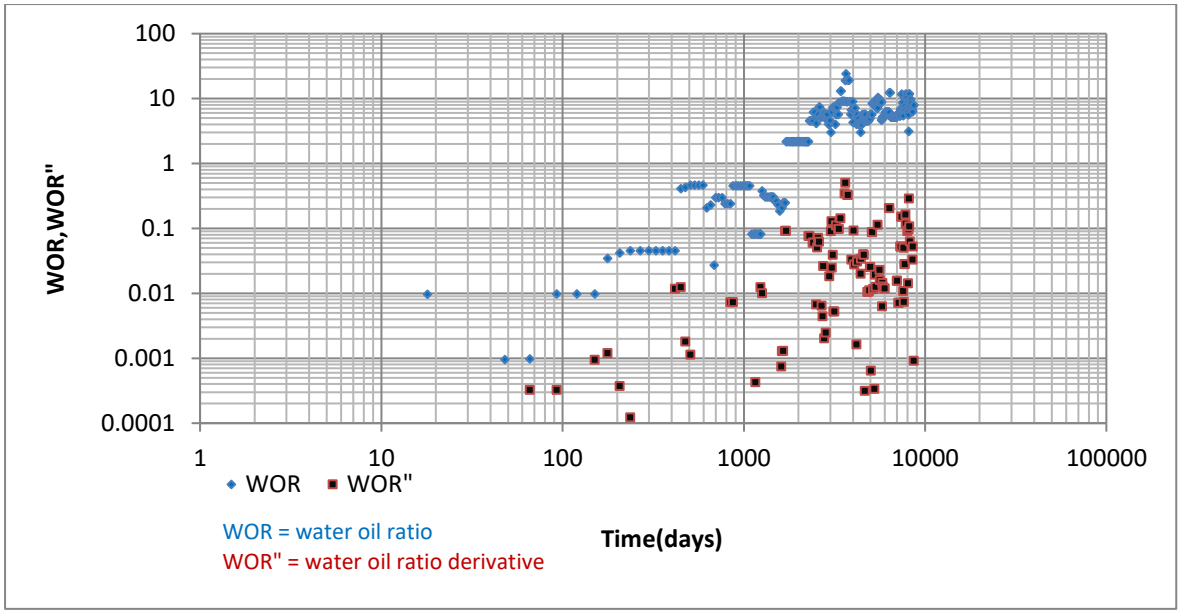


Fig (18): shows (WOR) diagnostic plots for well E-210

4.3. Horizontal well study's

This study's includes production performance analysis for oil wells from Gialo Paleocene reservoir, concentrating on water production problem. The first step of this analysis was to investigate the critical production rate for the studied wells [3].

Table (14): The calculating methodologies of critical production rate [4], [5]

Methods	Formula	remark
1. Efros' Method	$Q_{oc} = 0.0783 \times 10^{-4} \frac{k_h\ (\rho_w - \rho_o)[h-(h-D_b)]^2 L}{\mu_o B_o \left[y_e + \sqrt{y_e^2 + (h^2/3)}\right]}$	isotropic
2. Karchers Method	$Q_{oc} = 0.0783 \times 10^{-4} \frac{k_h(\rho_w - \rho_o)\ (h-B)^2\ L}{\mu_o\ B_o\ (2y_e)} \times \left[1 - \left(\frac{h-B}{y_e}\right)^2 (1/24)\right]$	isotropic
3. Joshis Method	$Q_{oc} = 0.0246 \times 10^{-3} \frac{(\rho_w - \rho_o)\ k_h\ [h^2 - (h-D_b)^2]}{\mu_o\ B_o\ ln\ (r_{eh}/r'_w)}$ $a = (L/2)\left[0.5 + \sqrt{0.25 + (2r_{eh}/L)^4}\right]^{0.5}$ $r'_w = \frac{r_{eh}\left[\frac{L}{2a}\right]}{\left[1+\sqrt{1-[L/(2a)]^2}\right][h/(2r_w)]^{h/L}}$	isotropic

4.3.1. WELL E 330

4.3.1.1. Well Data

Table (15): shows well and reservoir data for well E-330

Factor	Symbol	Value
Effective oil permeability	Ko	40.2 md
Oil density	ρo	51.9 Ib/ft³
Water density	ρw	68.7 Ib/ft³
Oil formation volume factor	Bo	1.282 rbbl/stb
Oil viscosity	μo	0.68 cp
Oil column thickness	h	81 ft
Length of horizontal well	L	1686 ft
distance between the WOC and the horizontal well	Dp	85 ft
half distance between two lines of horizontal wells	ye	1766 ft
Horizontal drainage radius	reh	2147 ft
Vertical drainage radius	rev	1766 ft

4.3.1.2. Production history of well E330

Well E330 was started production in July 2007 with oil production rate 620 BOPD and the oil rate subsequently decreased until it reached 504 BOPD in December 2008 With water cut about 0.6 % as shown in **(Figure (19**). Oil well was shut-in through April in 2008 to November in 2008. Well E330 again start of well production in January 2009 with good oil production rate 1490 BOPD. The oil rate subsequently decreased until it reached 620 BOPD in late 2010 due to increasing water cut to about 56 % as shown in **(Figure (19)).**

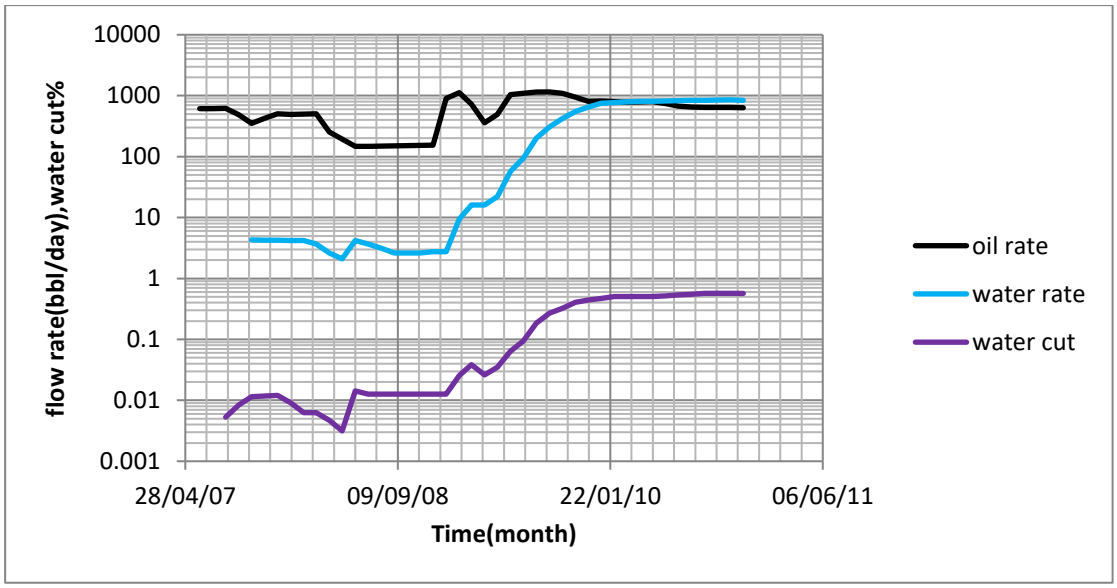


Fig (19): shows production history for well E-330

4.3.1.3. Calculate the Critical oil flow rate of Well E-330

Table (16): Shows the critical oil rate for well E-330

Method	value
Efros' Method	Qoc=29 bbl/day
Karchers Method	Qoc=29 bbl/day
Joshis Method	Qoc=101 bbl/day

4.3.1.4. Results analysis of Well E-330

This table shows the results of the critical oil flow rate for well E-330 by three correlations and illustrates the difference between the results due to effect of isotropic permeability and neglected pressure depletion effect in three correlations (Efros Method, Karchers Method and Joshis Method). It is noted that the three correlations gave an estimation of critical rate that is very low in range of (29 to 101) BOPD. These figure are considered unrealistic due to the actual high productivity of this well.

4.3.1.5. Compare between the critical rate and the actual liquid rate of Well E-330

As it is shows in **figure (20)** comparison between the critical rate and the actual liquid rate showed, at start of well production in July 2007 rate was above the critical rate. The actual liquid rate subsequently above the critical oil rate until late 2010 with water cut about 56% as shown in **(Figure (20))**.

In general, well E-330 was produced all time with production rate that is higher than it is critical rate.

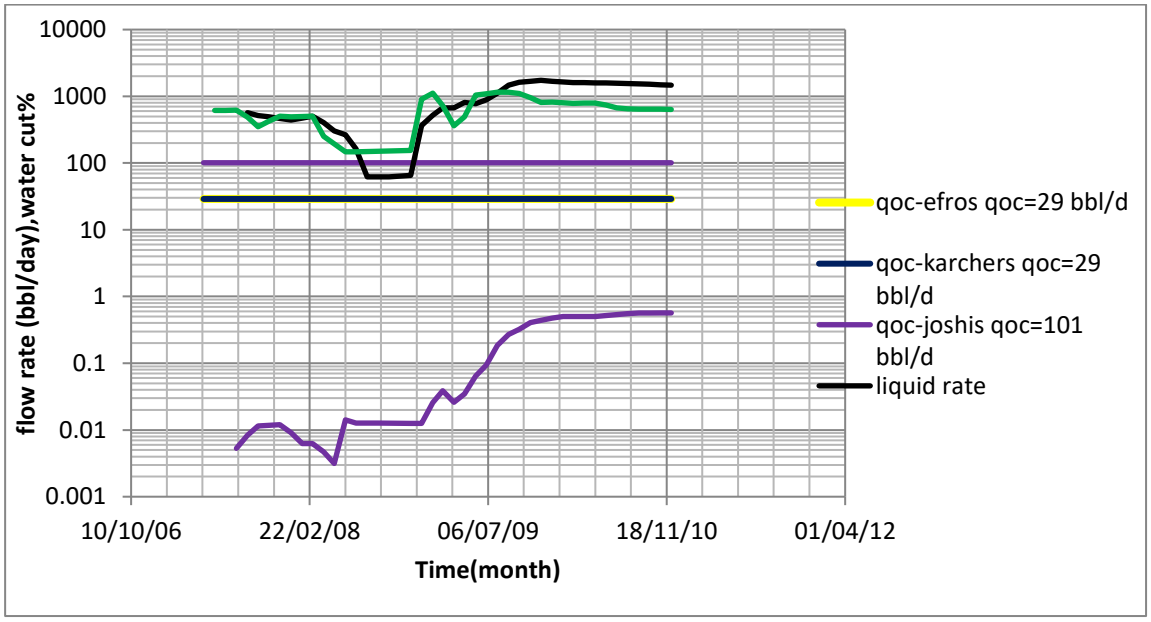


Fig (20): shows compare between the critical rate and actual liquid rate for well E-330

4.3.1.6. Compare between WOR diagnostic plots and WOR plot for chan of well E-330

In order to further investigate the water production problem in well E-330 the technique of water diagnostic plots as presented by chan was applied.

The diagnostic plot **fig (21)** does not show clear trend of water production performance, and there for cannot be interpreted using chan plots. This is may be due to short production time of this well, and not enough history of data to give conclusive results.

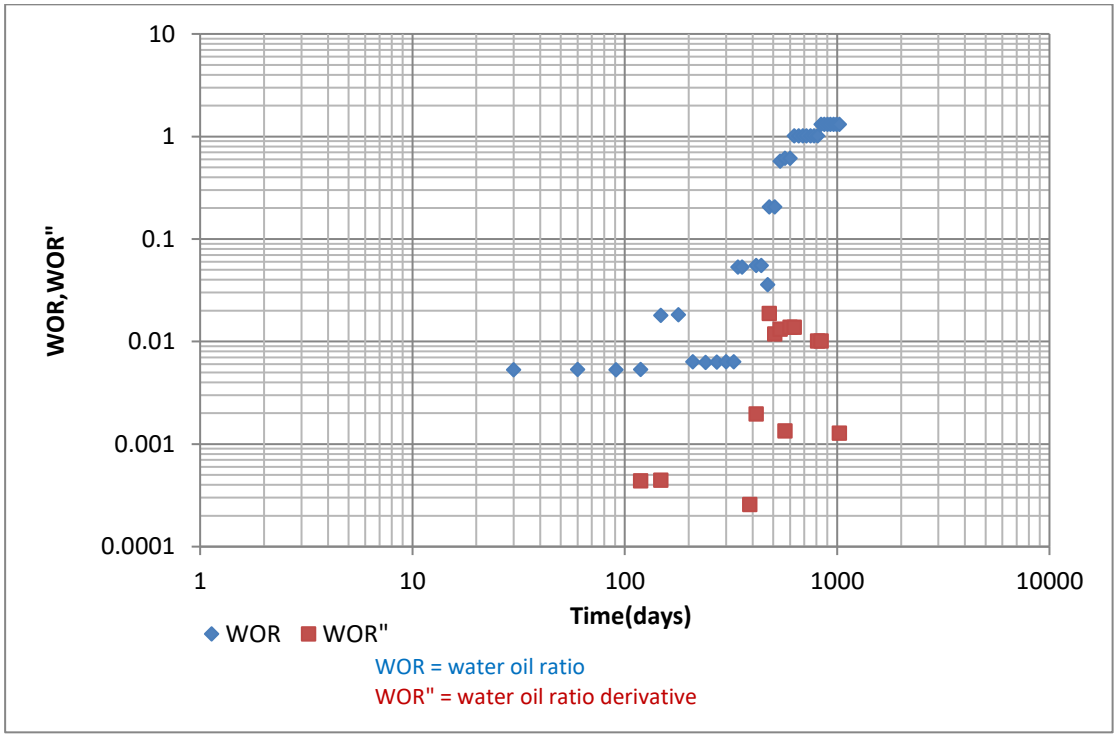


Fig (21): shows (WOR) diagnostic plots for well E330

5. Conclusion

1. Gialo Paleocene reservoir is very potential reservoir with oil reserves of 992.8 MMSTB and daily production rate of 17.82 MSTB/day. The reservoir production performance has been showing noticeable increasing trend of water production for individual wells and total reservoir performance.
2. The production performance of vertical and horizontal wells of Gialo Paleocene reservoir was studied for critical rate analysis and water production problem diagnosis.
3. The critical rate analysis using four empirical correlations (Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs-Skjaeveland, Schols and Craft and Hawkins) was showed below the actual liquid rate for all wells in gialo Paleocene reservoir.
4. The critical oil flow rate was calculated by four correlations given different values due to effect of permeability and the pressure depletion effect was neglected in three correlations

(Meyer-Garder, Hoyland-Papatzacs-Skjaeveland, Schols). This result is very small values of critical rate. Which considered unrealistic compared to actual well production. Where result of Craft and Hawkins was considered more representative result as compared with actual oil rate due to the pressure depletion effect was taken in the critical oil rate calculation. After the compare between the critical oil rate and the actual liquid rate for wells in Gialo Paleocene reservoir was interpreted as all wells producing above the critical rate.

5. The performance of water production for Gialo Paleocene reservoir was studied using diagnosis plot. Summary of analysis can be summarized in the following table:

Well Name	Well Location	Well Problem
E85	This well is located structurally low in the east reservoir area	The water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning
E89	This well is located structurally high in the east reservoir area	The water production problem in this well appears as result of coning
E93	This well is located structurally high in the east reservoir area	The water production problem in this well appears as result of combination of rapid channeling and coning
E192	This well is located structurally high in the east reservoir area	The water production problem in this well appears as result of combination of channeling and coning
E209	This well is located structurally high in the east reservoir area	The water production problem in this well appears as result of combination of rapid channeling and coning
E210	This well is located structurally high in the east reservoir area	The water production problem in this well appears as result of multilayer channeling with production change

6. The same steps that were applied to problem identification for three horizontal wells in Gialo Paleocene reservoir. Where the correlations that was used to calculate the critical oil, rate are different on vertical well correlations. This correlation includes Efros method, Karchers method and Joshis method. The correlations were given small values or inaccurate values for the critical oil rate due to the permeability effect and pressure depletion effect was neglected through the calculations.
7. The analysis of water problem in horizontal wells may be insufficient analysis due to short production period because the horizontal wells were all drilled and put on production after 2005.

6. Recommendation

Apply the "WOR" diagnostic plots for all wells in Gialo Paleocene reservoir to identity water production problem and suggest the solution in proper time.

References

1. Tarek, A., 2006. Reservoir Engineering Handbook, 2nd Edn., Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
2. Yang, W. and Wattenbarger, R.A.: “Water Coning Calculations for Vertical and Horizontal Wells,” paper SPE 22931 presented at the 1991 SPE Annual Technical Conference.
3. Craft, B.C. and Hawkins, M.F., Terry, R.E., 1991, “Applied Petroleum Reservoir Engineering” Second Edition.
4. Chan, K.S.: "Water Control Diagnostic Plots," paper SPE 30775 presented at the 1995 Annual Technical Conference.
5. Water Production Problems and Solutions-Part I By K. Aminian in Petroleum & Natural Gas Engineering Department West Virginia University.

شرط الإعفاء من أحكام المسؤولية العقدية في القانون العماني دراســـة مقارنـــة

عبد الله بن حسن بن محمد البلوشي
abdulla2405@hotmail.com
ماجستير في القانون الخاص – كلية البريمي الجامعية، سلطنة عمان

الملخص:

يتناول هذا البحث شـرط الإعفاء من المسـؤولية العقدية وفقاً لقانون المعاملات المدنية العماني، بالمقارنة مع القانون المدني المصـري. حيث يعد الاتفاق على الإعفاء من المسـؤولية العقدية خروجاً عما تقضـي به القواعد العامة في المسـؤولية، كما أن المُشـرّع العماني لم يورد نصـاً صـريحاً يُجيز الاتفاق على الإعفاء من المسـؤولية العقدية، على عكس ما ذهب إليه المشرع المصري، وذلك على الرغم من إيراده عديداً من تطبيقات هذه الاتفاقات. وإذا اتفق أطراف التعاقد على الإعفاء من المســؤولية العقدية، فإن هذا لا يعني أن إرادة الأطراف مطلقة في ذلك، بل ترد عليها مجموعة من القيود التي يجب مراعاتها.

الكلمات المفتاحية: الخطأ الجسيم، الخطأ العمدي، شرط الإعفاء من المسؤولية، المسؤولية العقدية.

Abstract:

This research examines the condition of exemption from contractual liability under the Omani Civil Transactions Law, in comparison with the Egyptian Civil Law. An agreement to exempt from contractual liability constitutes a departure from the general rules of liability. Furthermore, the Omani legislator did not include an explicit text permitting an agreement to exempt from contractual liability, unlike the Egyptian legislator, despite the fact that it included numerous applications of such agreements. If the contracting parties agree to exempt from contractual liability, this does not mean that the parties' will is absolute; rather, it is subject to a set of restrictions that must be observed.

Keywords: Contractual Liability, Exemption from liability, Gross Negligence, Intentional Negligence.

1. مقدمة:

يترتب على قيام المسؤولية المدنية التعويض وليس الردع أو الزجر، فالمسؤولية المدنية تهتم بما وقع من ضرر، فالمسؤول مدنيًا يكون إلزامه بالتعويض. وتنقسم المسؤولية المدنية بدورها إلى نوعين: مسؤولية تقصيرية، ومسؤولية عقدية تترتب عن الإخلال بالتزام تعاقدي، إذ يذهب أغلب الفقه إلى ازدواج المسؤولية المدنية.

فإذا نشأ العقد صحيحاً يكون واجب التنفيذ من قبل أطرافه، سواء اختياريًا أو جبريًا عن طريق الوسائل القانونية، وحيث أن العقد شريعة المتعاقدين، فإرادتهما المشتركة هي التي تنشئه وتحدد مضمونه، ونطاقه وآثاره، وعليه فلا يجوز نقضه أو تعديله إلا باتفاق أطرافه، أو بالأسباب التي يقررها القانون. وما دام أن أحكام المسؤولية العقدية ليس لها تعلق بالنظام العام من حيث المبدأ، لأنها لا تعدو أن تكون مجرد أثر من آثار العقد، ونتيجة من النتائج المترتبة عن قوته الملزمة، فإنه ليس هناك ما يمنع المتعاقدين من تعديل أحكامها أما بالتشديد فيها على المدين، وجعله يتحمل المسؤولية العقدية في غير ما هو منصوص عليه في قواعدها العامة كحالة القوة القاهرة على سبيل المثال، أو إعفائه من أية مسؤولية تترتب على عدم تنفيذه لالتزامه التعاقدي. بشرط أن يكون ذلك في حدود ما يسمح به القانون.

فالأصل هو حرية المتعاقدين في الاتفاق على تعديل قواعد المسؤولية العقدية في حدود ما ينص عليه القانون، وما يفرضه النظام العام والآداب العامة.

مشكلة البحث:

تتمثل المشكلة الرئيسية في مدى جواز الاتفاق على الاتفاق على الاعفاء من أحكام المسؤولية العقدية، وما يترتب عليها من آثار وفقاً لما قرره المُشرّع العماني والتشريعات المقارنة، وما هي القيود الواردة على الاتفاق على تعديل أحكام المسؤولية العقدية؟

أهداف البحث:

يعتبر موضوع مشروعية الإعفاء من المسؤولية العقدية في الالتزامات المدنية والتجارية، من الموضوعات التي فيها خروج على القواعد العامة في المسؤولية العقدية ويعود لإرادة المتعاقدين، فالأشخاص المتعاقدين لديهم الادراك الكافي لمصالحهم المتبادلة، وهم أقدر على تنظيم علاقاتهم، ويمكن تلخيص أهم أهداف البحث في النقاط التالية:

- بيان أحكام الشروط المعدلة للمسؤولية العقدية بالإعفاء أو التخفيف.
- إبراز القيود التي حددها القانون على جواز الاتفاق على الاعفاء من المسؤولية العقدية.
- توضيح لبعض صور شرط الاعفاء من المسؤولية العقدية.

أهمية البحث:

تتضح الأهمية العلمية للبحث من خلال أهمية الموضوع الذي يتناوله ألا وهو الشروط المعدلة لأحكام المسؤولية العقدية لأطراف التعاقد ونصوصها القانونية، ومدى تناول قانون المعاملات المدنية العماني لهذه المسألة، كون الإعفاء من المسؤولية العقدية يمثل خروجاً عما تقضي به القواعد العامة للمسؤولية، حيث يقتضي الأصل ترتب المسؤولية العقدية إذا أخل المدين بالتزامه المترتب عليه بموجب العقد، وقد يعمد المتعاقدون إلى تضمين عقودهم شروطاً تعفيهم من المسؤولية.

منهجية البحث:

بهدف الإجابة على إشكالية البحث، فقد تم استخدام المنهج الوصفي، من خلال توصيف موضوع البحث واستقراء النصوص التشريعية ذات العلاقة في القانون العماني والمقارن، وتحليل الآراء الفقهية والاجتهادات القضائية، بالإضافة إلى المنهج المقارن، من خلال مقارنة التشريعين العماني والمصري فيما يتعلق بموضوع البحث.

هيكلية البحث:

بهدف تناول كافة جوانب الموضوع، فقد تم تقسيم البحث إلى ثلاث مطالب، حيث تناول المطلب الأول مفهوم شروط الإعفاء من المسؤولية العقدية، وانقسم بدوره إلى فرعين، تطرق الفرع الأول إلى تعريف الشرط المعفي من المسؤولية العقدية، وعمل الفرع الثاني على تسليط الضوء على نطاق الشروط المعدلة للمسؤولية العقدية. أما المطلب الثاني فقد أوضح مدى صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية وحدود تطبيقه، وانقسم أيضاً إلى فرعين، آتى الفرع الأول لإلقاء الضوء على صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية بوجه عام، بينما خُصص الفرع الثاني لبيان حالات عدم صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية. وأخيراً، جاء المطلب الثالث لاستعراض صور شرط الاعفاء من المسؤولية العقدية، وانقسم إلى فرع أول بيّن الاتفاق على تخفيف تدرج الالتزام من تحقيق نتيجة إلى بذل عناية، وفرع ثاني بيّن الاتفاق على تخفيف درجة العناية المطلوبة.

المطلب الأول: مفهوم شروط الإعفاء من المسؤولية العقدية

تقضي القاعدة العامة بأن العقد شريعة المتعاقدين، وأنه خاضع لمبدأ حرية التعاقد، فيجوز للطرفين تنظيم علاقاتهم القانونية كما يشاءان، بشرط مراعاة القواعد القانونية الأمرة، والنظام العام والآداب العامة، وبالتالي فلا مانع قانوناً من إدراج بند ينفي كليًا أو جزئيًا من المسؤولية العقدية إذا تخلف أحد الطرفين عن تنفيذ التزامه. عليه، سيتم تقسيم هذا المطلب إلى الفرعين كما أسلفنا الذكر، بحيث يُعرّف الفرع الأول الشرط المعفي من المسؤولية العقدية، ويوضح الفرع الثاني نطاق الشروط المعدلة للمسؤولية العقدية، على النحو التالي:

الفرع الأول: تعريف الشرط المعفي من المسؤولية العقدية:

الاتفاق على الإعفاء والتخفيف من المســـؤولية العقدية هي إحدى الاتفاقات المعدلة لها، وتؤدي إلى رفع المسؤولية كليًا أو جزئيًا عن المدين بحسب درجة الشرط، حيث لا يعد المدين مسؤولاً، في حين أنه يكون مسؤولاً بموجب القواعد العامة. ويعرف الشرط المعفي بأنه "ذلك الشرط الذي ترفع بموجبه مسؤولية المدين، أو هو الاتفاق على إعفاء المدين من التزاماته بالتعويض عن عدم تنفيذ التزامه، ومنع مطالبته بالتعويض الذي تقضـــي به القواعد العامـة" (عرفي، 2021، ص58). وهذا التعريف يخلط بين أمرين، التعويض الاتفاقي من جهـة، والتعديل في المســـؤولية العقدية من جهة ثانية، فالإعفاء من التعويض يدخل في نظام التعويض الاتفاقي، أما الإعفاء من المسؤولية فهو مسألة سابقة على التعويض، ذلك أن عدم التعويض هو أثر من آثارها، وليست مسألة الإعفاء من المسؤولية في ذاتها (محفوظ، 2019). ويُعرّف أيضـاً بأنه "اتفاق بين طرفين على أنه إذا وقع ضـرر بفعل أحدهما في ظروف معينة فإنه لا يكون مسـؤولاً عنه، أو هو الاتفاق المبرم مسـبقاً بين الدائن والمدين قبل حدوث الضـرر ويقضـي بعدم مسـاءلة المدين في حالة تحقق الضـرر" (البكري والحكيم، 1980، ص241). ويتسـم هذا التعريف بالوجاهة ذلك أن شرط الإعفاء يقصد به رفع المسؤولية، أي اعتبار المدين بموجب هذا الشرط غير مسؤول عقديًا، رغم أنه بموجب القواعد العامة يكون مسؤولاً لو لم يرد هذا الشرط.

ويُعرّف الشـــرط المعفي من المســـؤولية العقدية أيضـــاً بأنه "ذلك البند الذي يرد في العقد أو في اتفاق منفصل، يعفي بموجبه الدائن مدينه مسبقاً من المسؤولية التي قد تترتب في ذمة هذا الأخير، إعفاء تاماً جراء عدم تنفيذه لالتزامه، فلا تتحقق المسـؤولية بالاتفاق، رغم تحقق هذه المسـؤولية بموجب القواعد العامة" (نصـرة، 2006، ص35). ولإعمال هذا الشـرط وتطبيقه يسـتلزم بالضـرورة تحقق المسـؤولية العقدية بكافة عناصـرها، كما أن هذا الشرط لا يعدم المسؤولية وانما يعفي المسؤول من تبعتها، وبالتالي لا يدفع تعويضاً لجبر الضرر الحاصل (خوالدة، 2011).

ويشـترط لصـحة هذا الشـرط أن يحصـل الاتفاق عليه بين المتعاقدين، أي بين المدين المسـؤول والدائن المتضرر أو من ينوب عنهما، وأن يكون مستوفيًا لشروطه الموضوعية المتمثلة في الرضا والمحل والسبب، ويلتزم الطرفين بالتقيد بهذا الاتفاق، ما دام أنه لا يخالف قواعد النظام العام والآداب العامة (ســـوادي، 2014). وإذا وقع شـرط الإعفاء باطلاً، فإن الشـرط وحده هو الذي يبطل ويبقى العقد قائماً، إلا إذا كان هذا الشـرط هو الدافع إلى التعاقد، فيبطل العقد كله (العربي، 2007، ص283).

أما الشـرط المخفف من المسـؤولية العقدية فهو اتفاق يرد في عقد أو في وثيقة منفصـلة تحصـر بموجبه مسؤولية المدين في جزء منها فقط. كما عرفه البعض بأنه "الاتفاق على إنقاص مدة التعويض" وهذا التعريف يخلط أيضـاً بين التعويض الاتفاقي وبين التخفيف من المسؤولية العقدية، التي هي مسألة سابقة على التعويض، ويذهب تعريف أخر إلى أنه يقصـد بالشرط المخفف من المسؤولية العقدية "رفع جزء من مسؤولية المدين وقصـر مساءلته

على الجزء الباقي". كما عرف البعض الأخر الشرط المخفف من المسؤولية العقدية بأنه "بند يرد في العقد أو اتفاق منفصل يتم بموجبه التخفيف من مسؤولية المدين العقدية في حالة إخلاله بالتزامه التعاقدي، وذلك بحصرها في جزء من المسؤولية، وهو ما يمكن أن يطلق عليه إعفاء جزئي من المسؤولية العقدية" (خوالدة، 2011، ص138).

ويكمن الاختلاف بين الشرط المخفف للمسؤولية العقدية وبين الشرط المعفي منها، في أن الأول يرد على جزء من المسؤولية، في حين يرد الثاني على كامل المسؤولية، لكن لا يكون الإعفاء من المسؤولية المترتبة على العقد كليًا، وإنما على أحد أو بعض آثاره على ألا يمس الاتفاق المعفي من المسؤولية العقدية الالتزامات الرئيسية في العقد. غير أن هذه التفرقة شكلية في حقيقة الأمر، ولا أثر لها على الأحكام المطبقة في كل من صورتي التعديل على أحكام المسؤولية العقدية، فغالباً ما يتم تطبيق ذات الأحكام على الشرط المعدل سواءً كان بالتخفيف من المسؤولية أو الإعفاء منها.

الفرع الثاني: نطاق الشروط المعدلة للمسؤولية العقدية:

يرى بعض الفقه أن التعديل في أحكام المسؤولية يقتصر على شروط المسؤولية، ولا يشمل مضمون الالتزام (فرج، 2001)، ذلك أنه من وجهة نظر مؤيدة لهذا الرأي، أن الإعفاء من الالتزام لا يعتبر إعفاء من المسؤولية، لأن الإعفاء من الالتزام ينفي وجود الالتزام، بينما الإعفاء من المسؤولية يبقي الالتزام قائماً، وإنما يكون المدين غير مسؤول إذا لم يقم بتنفيذه (شريف، 1994)، وهنا يستندون إلى أن الالتزام المدني يتضمن عنصريّ المسؤولية والمديونية، فالتعديل يُصيب عنصر المسؤولية في حالة الإعفاء من المسؤولية، فيما يُصيب العنصرين معاً في حالة الإعفاء من الالتزام. كما يستندون في رأيهم على أن الإعفاء من المسؤولية أو التخفيف منها، غير جائز في حالتي الغش والخطأ الجسيم (زكي، 1990).

فيما يذهب آخرون إلى وجود صورتين للتعديل في المسؤولية، وهما الصورة المباشرة، والصورة غير المباشرة للتعديل في المسؤولية، وتتحقق الصورة الثانية إذا انصب التعديل على مضمون الالتزامات التي يتحملها المدين، فيجوز للأطراف الاتفاق على تعديل القواعد المكملة في العقد، ومثال ذلك أن يتفق الأطراف على تحمل المؤجر بالترميمات الضرورية. وكذلك الاتفاق على أن يشمل التزام البائع تسليم المبيع دون مرفقاته (الأهواني، 1995). أما التعديل بصورة مباشرة، فهو التعديل الذي يتجاوز مجرد التعديل في مضمون العقد إلى الشروط المتعلقة بالمسؤولية ذاتها، فيبقى مضمون الالتزام كما هو مع الاتفاق على مخالفته (يحي، 1992).

يرى أصحاب الرأي المنكر للصورة غير المباشرة بأن شروط الإعفاء أو التخفيف من المسؤولية، إذا لم يكن لها تأثير على التزام المدين فلها تأثير غير مباشرة على درجة العناية التي يتبعها المتعاقد في تنفيذ التزامه (المحاقري، 1996). وهي مسألة باعتقادنا تدخل في إطار التعديل في المسؤولية ولا تجاوزه. كما يرى أصحاب الرأي المنكر للصورة غير المباشرة (التعديل في مضمون الالتزام) أيضاً بأنه لا يجوز في الإعفاء من المسؤولية، أن يتم الإعفاء من الالتزام الجوهري، وإلا تحوّل العقد إلى عقد آخر أو أصبح باطلاً، ويمثلون على ذلك بالإعفاء

من التزام البائع بنقل الملكية، حيث لا يجيزونه لأنه حسبما يرون قيد على اتفاق الإعفاء من المسؤولية (مرقص، 1992).

يرى الباحث أن الإعفاء من الالتزام لا يعتبر إعفاءً أو تعديلاً في المسؤولية، ذلك أن إلقاء التزام معين على أحد طرفي العلاقة لا يعني تعديل في أحكام المسؤولية، وإنما هو تعديل في الالتزامات على خلاف القواعد المكملة وهو جائز، لكنه لا يمس المسؤولية بحال، هذا من جهة، ومن جهة ثانية فإن الإعفاء من الالتزام يعني عدم قدرة الدائن على إجبار المدين على التنفيذ العيني، بينما يكون المدين ملزماً بالتنفيذ العيني في ظل شرط الإعفاء. ولكن هذا لا ينفي وجود أثر لاتفاقات المسؤولية على درجة العناية التي يبذلها المدين في تنفيذ الالتزام، إلا أن مثل هذه الحالة لا تخرج عن إطار التعديل في المسؤولية. وعليه، يرى الباحث بأن التعديل في أحكام المسؤولية يأخذ صورة واحدة، أما التعديل في الالتزامات فهو يخرج من مفهوم التعديل في المسؤولية.

وإذا كان شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية صحيحاً، فإنه يعفى المدين من المسؤولية بالقدر الذي يتسع له الشرط (جميعي، 1993)، ويبقى المدين مسؤولاً فيما وراء ذلك. ولكن القضاء يُضيّق من أثر شرط الإعفاء. فعنده أن المسؤولية التقصيرية تجتمع مع المسؤولية العقدية، وللدائن الخيرة بين هاتين المسؤوليتين. فإذا كان هناك شرط يعفي من المسؤولية العقدية، بقيت المسؤولية التقصيرية، وعلى الدائن أن يثبت خطأ في جانب المدين حتى يطالبه بالتعويض، لا على أساس المسؤولية العقدية وقد أُعفى المدين منها، بل على أساس المسؤولية التقصيرية وشرط الإعفاء لا يتناولها ولا يجوز أن يتناولها؛ لأن الإعفاء من المسؤولية التقصيرية يتعارض مع النظام العام (السنهوري، 2022).

فكأن كل ما أحدثه شرط الإعفاء من المسؤولية التعويضية التعاقدية، أنه قام بنقل عبء الإثبات من الطرف المدين إلى الطرف الدائن. وهذه النتيجة تلزم من يقول بالخيرة بين المسئوليتين العقدية والتقصيرية. أما من وجهة نظر الباحث فليس هناك تخيير بين المسؤولية التعاقدية والتقصيرية. ولذلك نرى أن شرط الإعفاء إذا كان صحيحاً أُعفى المدين من المسؤولية العقدية، ولا محل للمسؤولية التقصيرية إذ أن المسؤوليتان لا تجتمعان، وعلى المدين الذي يتمسك بشرط الإعفاء أن يثبت وجود هذا الشرط. ويصعب في كثير الأحوال على المدين إثبات أن الدائن قبِل شرط الإعفاء. وتقوم صعوبتان في مثل هذه الحالات لقبول شرط الإعفاء، أولهما احتمال أن يكون الدائن لم ير هذا الشرط فلا يعتبر قابلاً له وفقاً لنظرية الإرادة الباطنة، والثانية أن الشرط، بفرض أن الدائن قد رآه ولم يعترض عليه، قد يعتبر شرط إذعان تعسفي وللقاضي أن يبطله.

أما إذا كان شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية باطلاً وفقاً للقواعد التي تقدم ذكرها، فشرط الإعفاء وحده هو الذي يبطل ويبقى العقد قائماً دون شرط الإعفاء.

المطلب الثاني: مدى صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية وحدود تطبيقه

رغم التردد الكبير الموجود في الفقه بشأن تحديد الحالات التي يصح فيها شرط الإعفاء من المسؤولية، والحالات التي لا يصح فيها، فإن هناك شبه إجماع فقهي وتشريعي وقضائي، على عدم صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية في حالة الأخطاء الشخصية العمدية، والأخطاء الشخصية الجسيمة (شريف، 1994)، وفي المقابل هناك حالات أخرى اختلف الرأي فيها ما بين مجيز للشـــرط بشـــأنها، ومبطل له، وهي حالات الأخطاء اليسيرة وأخطاء التابعين. وسيتم تقسيم هذا المطلب إلى الفرعين التاليين: الأول ويتناول صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية بوجه عام، والثاني يستعرض حالات عدم صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية.

الفرع الأول: صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية بوجه عام:

لم يتوجه الاهتمام إلى شرط الإعفاء من المسؤولية إلا في أواخر القرن التاسع عشر حيث بدء القضاء الفرنسي في الاعتراف به، ولكن ضمن نطاق محدود، وذلك بإعطائه أثراً محدوداً يتمثل في قلب عبء الاثبات، ثم بدأ التشريع في فرنسا يعترف بالشرط بالنسبة لحالات محددة، كإقراره مثلاً بصحة الشرط إذا كان يرمي إلى إعفاء الناقل الجوي من مسؤوليته عن مخاطر الجو أو من الأخطاء الملاحية لتابعيه (الفار، 2004)، وفي أثناء ذلك بدأ الفقه ينشط ويحاول أن يوجد أساساً قانونيًّا للحكم بصحة الشرط. وقد أثار الحكم بصحة الشرط ذاته مشكلة تتمثل في الطريقة التي يتم بها قبوله من أحد الأطراف المتعاقدة، إذ أنه من الممكن إذا كان الشـــرط مطبوعاً ألا يكون على علم بتفاصيل الشرط وأبعاده، بل يتعاقد أحياناً دون أن يعلم بوجوده كما هو الحال بالنسبة لعقود النقل (يحي، 1992).

وينادي غالبية الفقه بصحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية (جميعي، 1993)، وإن أهم مبدأ قانوني ارتكز عليه هو مبدأ الحرية التعاقدية، فالتزامات الطرفين منشأها العقد، وبالتالي يجوز لهما استبعادها أو استبدال التزامات أخرى بها أو التخفيف منها، لأن العقد شـــريعة المتعاقدين، وفي ذلك تنص المادة (167) من قانون المعاملات المدنية العماني رقم 29 لسنة 2013م على أنه "إذا كان العقد صحيحاً لازماً فلا يجوز لأحد المتعاقدين فسخه أو تعديله إلا بالتراضي أو التقاضي". وتنص المادة (147/ 1) من القانون المدني المصري رقم 131 لسنة 1948م على أن "العقد شريعة المتعاقدين، فلا يجوز نقضه ولا تعديله إلا باتفاق الطرفين، أو للأسباب التي يقررها القانون". وتنص المادة (147/ 1) من القانون المدني الليبي لسنة 1953م على أن "العقد شريعة المتعاقدين، فلا يجوز نقضـــه ولا تعديله إلا باتفاق الطرفين، أو للأســـباب التي يقررها القانون". وقد كانت الحرية التعاقدية من أهم الاعتبارات التي استند عليها الفقهاء للقول بصحة شرط الإعفاء من المسؤولية، بل ذهب البعض إلى إجازة شرط الإعفاء من المسؤولية عن الغش على أساس أنه لنكون بصدد غش يجب توافر عنصر الخداع، فمثلاً إذا اتفق الناقل مع الشاحن على إعفاء نفسه من المسؤولية عن الاضرار التي تلحق بضائع الشاحن، فإن هذا الشرط يُعفيه من التزامه بالمحافظة على هذه البضائع إذا ما فُقدت أو تُلفت، ذلك أن فقدانها أو تلفها كان عن رضا صاحبها،

وصاحب الشيء له مطلق التصرف فيما يملك، فله أن ينزل عنه كله أو بعضه للغير، فلا يوجد إذن أي خداع من قبل الناقل إذا ما اشترط إعفاءه من المسؤولية (الأهواني، 1995).

أما الطرف الأخر المعارض، فيرى أن الاستناد على الحرية التعاقدية لتبرير صحة شرط الإعفاء من المسؤولية إذا كان يصلح بالنسبة لبعض العقود، وهي قليلة من الناحية العملية، فإنه لا يصلح بالنسبة لغالبية العقود، لأن المتعاقدين لا يقفان على قدم المساواة لمناقشة شروط العقد (نصرة، 2006)، فمثلاً في عقد النقل يكون الشاحن الذي يملك بضائع ويريد نقلها مضطراً للخضوع لما تمليه عليه مستندات الشحن المعدة سلفاً من شروط قد تكون مجحفة بحقه، فهو لا يملك مناقشتها، فإما أن يقبلها كما هي وإما أن يمضي إلى حال سبيله، أو أن يبحث عن ناقل أخر، وغالباً ما سيصطدم بذات الشروط، لأن كل شركات النقل تصدر عقوداً معدة ومطبوعة مسبقاً تحتوي على شروط متشابهة، ولا تتميز إلا بالصيغة أو اللغة التي تُكتب بها (جميعي، 1993).

وإذا كان هناك عقود يكون فيها عنصر الإذعان متوفراً بحيث أن الطرف القوي يفرض على الطرف الضعيف شروطاً لا يملك هذا الأخير إلا قبولها، فإن الأمر ليس كذلك بالنسبة لسائر العقود، ذلك لأن هناك عقوداً كثيرة يشترط فيها أحد الأطراف اعفاءه من المسؤولية، ورغم ذلك لا تعتبر عقود اذعان (المحاقري، 1996)، لأن مسألة الإذعان هي مسألة تقديرية متروكة لتقدير القاضي. كما أن جواز الإعفاء من المسؤولية في حالة الغش معناه الضرب بالنظام العام عرض الحائط، ذلك لأنه يؤدي إلى التشجيع على سوء النية. ومادام أن شرط الإعفاء من المسؤولية اتفاق ما بين الدائن والمدين، فإنه ككل اتفاق أخر يتطلب فيه رضا الطرفين عنه، ولكن هذا الأمر ليس بالهين بالنسبة للشرط، فقد أثارت مسألة قبوله عدة تساؤلات، جعلت الفقه يقف متردداً.

أولى هذه التساؤلات، هل يكفي إعلام المدين بالشرط أم أنه يجب أن يكون قد قبله فعلاً؟، والحقيقة أن إبلاغ المدين بالشرط لا يكفي وحده، فلا يستطيع أحد المتعاقدين أن يحتج بشرط الإعفاء من المسؤولية إلا إذا كان على علم به وقد قبله فعلاً وإن إثبات ذلك لابد منه. وهذا أمر منطقي لما في شرط الإعفاء من المسؤولية من ضرر محتمل للمدين (نصرة، 2006)، فمن الممكن أن يحدث ضرر للمدين ولا يحصل على أي تعويض، فحماية له لا بد من التشديد بشأن مدى قبوله لهذا الشرط، فلا ينتج أثره إلا في الحالة التي يكون فيها المدين قد قبله فعلاً.

والتساؤل الثاني، هل يجوز الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية بعد تكوين العقد. وفي ذلك ذهب بعض الفقهاء إلى القول بعدم جواز إبلاغ المدين بالشرط بعد تكوين العقد، بل يجب أن يكون ذلك مصاحباً لتكوينه، وحجيتهم في ذلك أن الشرط يعتبر من بنود العقد وإن إبلاغه للمدين بعد انعقاد العقد يعتبر متأخراً (نصرة، 2006). بينما ذهب البعض الأخر إلى القول بأن إبلاغ المدين بالشرط بعد تكوين العقد كافٍ لوحده لأن يجعل الشرط ينتج أثره، إذا كان هناك رضا بشأنه بين المتعاقدين، ذلك لأنهما دائما أحرار في تعديل شروط العقد تطبيقاً لمبدأ سلطان الإرادة (خوالدة، 2011).

ويؤيد الباحث الرأي القائل بأن إبلاغ المدين بالشـــرط بعد تكوين العقد كافٍ لأن ينتج الشـــرط أثره، لأنه الأصـــوب، فمنشـــأ العقد هو التقاء الإرادتين، ومن ثم فلهما الحرية التامة في تعديل بنوده، ذلك أن وجود العقد من عدمه رهن هاتين الإرادتين.

الفرع الثاني: حالات عدم صحة شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية:

هناك اتفاق في الفقه والقضاء على عدم جواز الاتفاق على شرط الإعفاء من المسؤولية التعاقدية، وبطلان هذا الشرط في حالة وروده في التعاقد، في حالتين وهما: حالة الغش في تنفيذ المدين لالتزامه التعاقدي، وحالة خطأ المدين الجسيم.

يعتبر الغش من بين الحالات المتفق عليها قضـاءً وفقهاً وتشـريعاً على إبطال الشـرط الرامي إلى الإعفاء منه. ويقصـد بالغش أو الخطأ المتعمد ذلك الخطأ الذي يتمثل في انصـراف الإرادة إلى ارتكاب الفعل أو الترك غير المشـروع، فضـلاً عن انصـرافها إلى إحداث الضـرر (جميعي، 1993). فلكي نكون بصـدد غش أو خطأ متعمد يجب أن تكون الإرادة قد انصرفت إلى إحداث الضـرر أو الأذى. ولا يهم بعد ذلك أن يكون مرتكب الفعل قد قصـد جني مصـلحة خاصـة به أم قصـد الأذى لذاته (عرفي، 2021). وعلى ذلك يمكن القول بأنه من أجل أن نكون بصدد غش أو خطأ متعمد يجب أن تتوافر ثلاثة عناصر، وهي:

1. انصـراف الإرادة إلى ارتكاب الخطأ المتعمد أي أن تكون الإرادة واعية ويقظة وعلى علم بما تقدم عليه، أما إذا كان العكس بأن تم الفعل في غفلة منها، كالســهو والنســيان مثلاً فإننا لا نكون بصــدد غش أو خطأ متعمد (الحسيني، 1987).
2. أن يكون الفعل الضار غير مشروع، أو بمعنى آخر أن يتعلق التعويض الجابر للضرر بمصلحة يقرها القانون (محفوظ، 2019، ص 53). ذلك أنه لا يعتبر كل عمل يحدث ضرراً بالغير أو يقصد به فاعله مجرد الضرر غشـــاً، فهناك حالات يكون الفعل فيها مشـــروعاً رغم أنه قد يحدث ضـــــرراً بالغير ومرتكبه على علم بذلك (شريف، 1994). كأن يفتح تاجر محلاً تجاريًّا قصد منافسة تاجر أخر منافسة مشروعة، فيجلب إلى عمله معظم زبائن هذا الأخير، مما يؤدي إلى إلحاق أضرار به وربما إلى إفلاسه.
3. أن يكون الفعل يقصـد به الإضـرار بالغير، فإذا لم يقصـد مرتكب الفعل إلحاق الضـرر بالغير، بمعنى أنه لم يكن ذلك في نيته أصـلاً، فإنه لا يعتبر خطأ عمديًّا (الفار، 2004)، حتى لو تعمّد الشـخص الفعل، كأن يقود شخص سيارة بسرعة كبيرة عن عمد، وأصاب نتيجة ذلك شخصاً أخر، فخطأه ليس متعمداً طالما أنه لم يقصد إصابة ذلك الشخص.

يكاد يكون هناك إجماع فقهي وتشـــريعي على عدم صـــحة شـــرط الإعفاء من المســـؤولية عن الأفعال الشخصية في حالة الخطأ العمد أو الغش. حيث تنص المادة (261/ 2) من قانون المعاملات المدنية العماني رقم 29 لسـنة 2013م على أنه "في جميع الأحوال يبقى المدين مسـؤولاً عما يأتيه من غش أو خطأ جسـيم". وتنص

المادة (211/ 2) من القانون المدني المصري رقم 131 لسنة 1948م على أنه "وفي كل حال يبقى المدين مسئولاً عما يأتيه من غش أو خطأ جسيم". وأيضاً المادة (217/ 2) من القانون المدني المصري تنص على أنه "وكذلك يجوز الاتفاق على إعفاء المدين من أية مسؤولية تترتب على عدم تنفيذ التزامه التعاقدي إلا ما ينشأ عن غشه أو عن خطئه الجسيم، ومع ذلك يجوز للمدين أن يشترط عدم مسئوليته عن الغش أو الخطأ الجسيم الذي يقع من أشخاص يستخدمهم في تنفيذ التزامه". وتنص المادة (220/ 2) من القانون المدني الليبي لسنة 1953م على أنه "وكذلك يجوز الاتفاق على إعفاء المدين من أية مسئولية تترتب على عدم تنفيذ التزامه التعاقدي إلا ما ينشأ عن غشه أو عن خطئه الجسيم، ومع ذلك يجوز للمدين أن يشترط عدم مسؤوليته عن الغش أو الخطأ الجسيم الذي يقع من أشخاص يستخدمهم في تنفيذ التزامه". وقد علّل الفقه ذلك بقوله إن جواز الإعفاء من المسؤولية عن الغش معناه تشجيع المدين على الإخلال بالتزامه دون خشية الجزاء وهذا مخالف للنظام العام (السنهوري، 2022)، أضف إلى ذلك أن الحُكم بصحته معناه ترك المدين حراً في تنفيذ التزامه، فإن شاء نفذه وإن شاء لم ينفذه، وهذا يعني تعليق تنفيذ الالتزام على شرط إرادي محض.

أما فيما يتعلق بمسألة الإعفاء عن الخطأ الجسيم، فقد وضع الفقه الفرنسي أساس يبرر به رفضه لشرط الإعفاء من المسؤولية العقدية عن الأخطاء الشخصية الجسيمة، فقال إن الخطأ الجسيم يساوي الغش ومن ثم يجب أن يُطبّق عليه ما تم تطبيقه على الغش من أحكام، ذلك أن الخطأ الجسيم لا يرتكبه إلا أكثر الناس إهمالاً بصرف النظر عن كونه مقصود أو غير مقصود، عمداً أو غير عمد (الحسيني، 1987)، فقد تبدى في سلوك مرتكبه ولو أنه لم يرد إيقاع الضرر ولا رفض تنفيذ العقد، وكأنه قصد ذلك. فيعتبر الخطأ الجسيم تبعاً لذلك قرينة قابلة لإثبات العكس على قيام الغش، فهو ان لم يشبه العمد لإدعى المدين الذي تعمّد الإخلال بالتزامه بأن إخلاله هذا لم يكن مقصوداً، ومعنى ذلك أن مرتكب الخطأ الجسيم يكون مقتنعاً بما ارتكبه من خطأ جسيم، فهو من ناحية يعترف بجسامة ما ارتكبه من خطأه، ومن ناحية أخرى يدّعي حُسن النية، الأمر الذي يؤدي إلى عدم التطبيق النهائي لأحكام حالة الغش أو الخطأ المتعمد (الفار، 2004).

تجنباً لمثل هذه الادعاءات يجب معاملة الخطأ الجسيم معاملة الغش، واعتبار الأول قرينة قابلة لإثبات العكس على قيام الثاني، ومن ثم يتم الحكم ببطلان الشرط المعفي من المسؤولية العقدية على أساس ذلك.

غير أن هذا الرأي القائل بمساواة الخطأ الجسيم بالغش، قد تعرض للنقد، فاعتبار الخطأ الجسيم يفترض العمد يعني أن سوء النية في تصرف المدين هو الأصل والقاعدة، وحُسن النية هو الاستثناء، وهذا مخالف للمبادئ الأساسية الموجودة في كل القوانين من أن حسن النية هو الذي يفترض وليس العكس. فالخطأ الجسيم مهما بلغت درجة جسامته، فإنه يبقى دائماً خطأ مجرّد من إرادة إحداث الضرر، وبالتالي فإن كل محاولة ترمي إلى المساواة بينه وبين الغش هي محاولة فاشلة (العربي، 2007).

المطلب الثالث: صور شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية

إذا ما تم تحليل الأحكام الخاصة بقواعد المسؤولية العقدية، يتضح أن الأمر يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمقدار العناية المطلوبة من المدين في تنفيذ التزامه العقدي، حيث تتدرج هذه العناية تدرجاً ملحوظاً. وفي نطاق المسؤولية العقدية فإنه يجوز الاتفاق على التشديد من مسؤولية المدين أو التخفيف أو الإعفاء منها. والتشديد من مسؤولية المدين له تطبيقات مختلفة، فهو قد يحول الالتزام بعناية إلى التزام بتحقيق نتيجة. وقد يحول الالتزام بتحقيق نتيجة إلى ضرب من التأمين (السنهوري، 2022). وسيتم تناول ذلك في الفرعين التاليين:

الفرع الأول: الاتفاق على تخفيف تدرج الالتزام من تحقيق نتيجة إلى بذل عناية:

في الالتزام بغاية أو تحقيق نتيجة، حيث يبلغ مقدار العناية المطلوبة الدرجة القصوى، إذ يطلب دائماً تحقيق النتيجة المتعاقد عليها، لا تُرفع مسؤولية المدين إلا في حالة السبب الأجنبي. ويكون المدين مسؤولاً عن الفعل العمد، وعن أي خطأ، جسيماً كان أو يسيراً أو تافهاً، بل وعن الفعل مُجرداً من أي خطأ. ويمكن تبعاً لهذا التدرج أن نتصور الاتفاق على تشديد المسؤولية العقدية حتى تشمل المسؤولية عن السبب الأجنبي، وهذا ضرب من التأمين يلتزم به المدين نحو الدائن (السنهوري، 2022).

فإذا كان نوع الالتزام هو تحقيق نتيجة معينة، فإن الخطأ يتوافر في جانب المدين لمجرد عدم تحقق النتيجة، ولكن المسؤولية تنتفي عن المدين إذا استطاع أن يثبت أن السبب في عدم تنفيذ التزامه مرجعه إلى السبب الأجنبي الذي لا دخل له فيه، فتنقطع علاقة السببية بين الخطأ والضرر. ومع ذلك يجوز الاتفاق على أن المدين يظل مسؤولاً ولو رجع عدم التنفيذ إلى سبب أجنبي (الفرجاني، 2015)، ومثل هذا الاتفاق يجعل الالتزام نوعاً من التأمين، فالمدين لا يلتزم بالوفاء فحسب، ولكنه يُؤمّن الدائن ضد الخطر الناتج عن عدم تنفيذ الالتزام لسبب أجنبي كقوة قاهرة مثلاً.

كذلك يمكن أن نتصور الاتفاق على تخفيف المسؤولية العقدية في أدنى صورة من صوره، فلا يكون المدين مسؤولاً عن فعله المُجرّد من الخطأ. وعن ذلك ينقلب الالتزام بغاية أو تحقيق نتيجة إلى التزام بعناية، ولا يكون المدين مسؤولاً إلا إذا أثبت الدائن أنه ارتكب خطأ ولو تافهاً (البكري والحكيم، 1980). وقد يتدرج المدين في التخفيف من المسؤولية، فيشترط إعفاءه من المسؤولية عن الخطأ التافه، ثم عن الخطأ اليسير، فإذا وصل إلى هذا المدى لا يكون مسؤولاً إلا إذا أثبت الدائن في جانبه العمد أو الخطأ الجسيم. ولكن إلى هنا يستطيع أن يصل في التخفيف من مسؤوليته. ولا يستطيع أن يصل إلى مدى أبعد (الحسيني، 1987). فلا يجوز أن يشترط إعفاءه من المسؤولية عن فعله العمد أو عن خطأه الجسيم، ما لم تكن المسؤولية مترتبة على فعل الغير فيجوز له ذلك. وقد ورد نص في القانون المدني المصري رقم 131 لسنة 1948م في ضمان استحقاق المبيع، وهو التزام بغاية، يعتبر تطبيقاً لهذه الأحكام. إذ نصت الفقرة الأولى من المادة (445) على أنه "يجوز للمتعاقدين باتفاق خاص أن يزيدا ضمان الاستحقاق، أو أن ينقصا منه، أو أن يسقطا هذا الضمان". ثم نصت الفقرة الثالثة من المادة ذاتها على أنه

"يقع باطلاً كل شـرط يسـقط الضـمان أو ينقصـه إذا كان البائع قد تعمد إخفاء حق الأجنبي". وكذلك الأمر في ضمان العيوب الخفية في المبيع، حيث نصت المادة (453) على أنه "يجوز للمتعاقدين باتفاق خاص أن يزيدا في الضمان أو ينقصا منه أو أن يسقطا هذا الضمان، على أن كل شرط يسقط الضمان أو ينقصه يقع باطلاً إذا كان البائع قد تعمد إخفاء العيب في المبيع غشاً منه".

الفرع الثاني: الاتفاق على تخفيف درجة العناية المطلوبة:

كما يجوز الاتفاق على التشديد من المسؤولية العقدية فإنه يجوز الاتفاق على التخفيف أو الإعفاء منها. والتخفيف من المسـؤولية أما أن يحوّل الالتزام بنتيجة إلى التزام ببذل عناية، أو أن يُخفّف من درجة العناية المطلوبة من المدين (سوادي، 2014). فمن الجائز الاتفاق بصدد التزام بتحقيق نتيجة معينة أن المدين يكون قد وفى في التزامه إذا هو بذل عناية الرجل العادي، أو عناية أقل أو أكثر حسـب الاتفاق، فيتحول الالتزام تبعاً لهذا الاتفاق من التزام بتحقيق نتيجة إلى التزام ببذل عناية (خوالدة، 2011).

فإذا كان نوع الالتزام هو بذل عناية معينة فإنه يجوز الاتفاق على أن يكون المدين مسـؤولاً إذا لم تتحقق النتيجة التي يأمل الدائن في الوصول إليها، بحيث لا ينفي المدين المسؤولية عن نفسه بمجرد إثباته أنه بذل العناية المطلوبة في هذا النوع من الالتزام، أو أنه بذل عناية أكثر من العناية المطلوبة، ولكنه ينفي المسؤولية فقط إذا هو أثبت تحقق النتيجة فينتفي الخطأ من جانبه، أو إذا هو أثبت السـبب الأجنبي فتنتفي رابطة السـببية بين الخطأ والضرر (عرفي، 2021).

من الجائز اتفاقاً في عقد يلتزم فيه المدين بحسب الأصل ببذل عناية الرجل العادي، بأن المدين لا يسأل إلا عن الخطأ الجسيم وهو الذي لا يقع فيه إلا الرجل المهمل، ولا يكون مسؤولاً عن الخطأ اليسير، وهو الذي لا يقع فيه الرجل العادي (السـنهوري، 2022). ولكن لا يجوز الاتفاق على إعفاء المدين من المسـؤولية ولو ارتكب خطأ جسيماً أو تعمّد بإرادته ألا يوفي بالالتزام، ويتساوى الخطأ الجسيم مع الفعل العمد، لأن الخطأ الجسيم لا يقع حتى من الشخص المهمل، ويصعب التمييز بينه وبين الخطأ العمد، والسبب في أنه لا يجوز الاتفاق على إعفاء المدين من الخطأ العمد، هو أنه لو تم مثل هذا الاتفاق، فإن المدين يكون من حقه أما تنفيذ العقد أو عدم تنفيذه، أي أن التزامه يكون مُعلّقاً على شـرط إرادي محض (الفار، 2004)، وهو ما لا تسـمح به الطبيعة الفنية لتكوين العقد. لأنه يساوي عدم الالتزام، من غير المقبول أن يكون المدين ملتزماً بإرادته وحدها، فهذا يعني أنه ملتزم وغير ملتزم في نفس الوقت. ولذلك فمن المبادئ المقررة في القانون أن تعليق الالتزام على شـرط إرادي محض غير جائز.

يجوز الاتفاق على إعفاء المدين من المسؤولية الناشئة عن الخطأ الجسيم أو الخطأ العمد الصادر من تابعيه، ذلك أنه إذا كان المتعاقد يسأل عقديًّا عن خطأ تابعيه كالمؤجر يسأل عقديًّا أمام المستأجر عن خطأ حارس العقار، والدائن يسأل عقديًّا أمام الكفيل عن خطأ محامي الدائن، أو وكيله في إضاعة التأمينات الأخرى الضامنة

للدين. فإنه إذا اتفق على أن المتعاقد لا يسأل عن خطأ تابعيه حتى ولو كان غشاً أو خطأ جسيماً، فإن هذا جائز، وهو لا يؤدي إلى جعل التزام هذا العاقد مُعلّقاً على محض إرادته (الفرجاني، 2015).

في الالتزام بعناية تكون درجة العناية المطلوبة، إذا لم يكن هناك نص أو اتفاق خاص، هي عناية الشخص المعتاد، فلا يكون المدين مسؤولاً عن السبب الأجنبي، ولا عن الفعل المجرّد من الخطأ، ولا عن الخطأ التافه، ويكون مسؤولاً عن فعله العمد، وعن خطأه الجسيم، وعن خطأه اليسير، وقد يشدد باتفاق خاص من هذه المسؤولية، فيصبح مسؤولاً عن الخطأ التافه، ثم عن الفعل المجرد من الخطأ. وهنا ينقلب الالتزام بعناية إلى التزام بغاية (المحاقري، 1996)، إذ يصبح المدين مسؤولاً عن تحقيق غاية لا يتخلص من المسؤولية عنها إلا بإثبات السبب الأجنبي. وقد يشدد في مسؤوليته إلى مدى أبعد فيصبح مسؤولاً حتى عن السبب الأجنبي. وقد يتخفف من مسؤوليه، فلا يكون مسؤولاً عن الخطأ اليسير، ويبقى مسؤولاً عن الفعل العمد وعن الخطأ الجسيم (زكي، 1990)، فلا يستطيع أن يعفى نفسه بشرط خاص من المسؤولية عنهما، ما لم تكن المسؤولية مترتبة على فعل الغير.

مما تقدم يظهر أن الالتزام بغاية قد ينقلب إلى التزام بعناية، وأن الالتزام بعناية قد ينقلب إلى التزام بغاية، وأن المهم في كل ذلك هو مقدار العناية المطلوبة من المدين. فمن السبب الأجنبي، إلى الفعل المجرد من الخطأ، إلى الخطأ التافه، إلى الخطأ اليسير، إلى الخطأ الجسيم، إلى الفعل العمد، يتدرج المدين في مسؤوليته العقدية عن نفسه أو عن الغير، وفقاً لما ينص عليه القانون أو يقضي به الاتفاق.

الخاتمة:

خلص هذا البحث إلى أن المسؤولية العقدية، وكما هو معلوم، هي جزاء الإخلال بالتزام عقدي، فإذا كان العقد ذاته يرجع في مصدره إلى إرادة طرفيه، فإن هذه الإرادة المشتركة تملك أيضاً التعديل من أحكام المسؤولية التي تترتب على الإخلال بهذا العقد، فالإرادة تملك التشديد من مسؤولية المدين إلى أقصى حد، وهي تملك أيضاً التخفيف من هذه المسؤولية إلى درجة الإعفاء منها، ولا يحد من الإرادة في هذا الشأن إلا الطبيعة الفنية لتكوين العقد، أو فكرة النظام العام والآداب.

يجوز الاتفاق على إعفاء المدين من أية مسؤولية تترتب على عدم تنفيذ التزامه التعاقدي إلا ما نشأ عن غشه أو عن خطئه الجسيم. ومع ذلك يجوز للمدين أن يشترط عدم مسؤوليته عن الغش أو الخطأ الجسيم الذي يقع من أشخاص يستخدمهم في تنفيذ التزامه، ويقع باطلاً كل شرط يقضي بالإعفاء من المسؤولية المترتبة على العمل غير المشروع. فهناك فارق أساسي بين المسؤولية العقدية، وبين المسؤولية الناشئة عن الفعل الضار أو العمل غير المشروع، فبينما يجوز الاتفاق على تعديل أحكام المسؤولية العقدية، فإنه لا يجوز الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية التقصيرية لتعلقها بالنظام العام.

النتائج:

1. على الرغم من أن قانون المعاملات المدنية العماني لم يتضمن نصاً صريحاً يجيز الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية العقدية، إلا أن ذلك لا يعني عدم جواز هذا الاتفاق فمن خلال قراءة عديد من نصوص قانون المعاملات المدنية وتحليل الأحكام القانونية الواردة بها، يمكن القول بجواز الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية العقدية.
2. يمكن الاستناد إلى نص المادة (120) من قانون المعاملات المدنية العماني التي تنص على أنه "يجوز أن يقترن العقد بشرط يؤكد مقتضاه أو يلائمه أو جرى به العرف، كما يجوز أن يقترن بشرط يكون فيه نفع لأحد المتعاقدين أو غيرهما، ما لم يكن ممنوعاً شرعاً أو قانوناً، ففي هذه الحالة يبطل الشرط ويصح العقد، إلا إذا كان هذا الشرط دافعاً للتعاقد فيبطل العقد". ومضمون هذه المادة أنه يجوز أن يتضمن العقد شرطاً فيه منفعة لأحد المتعاقدين أو للغير، كالشرط الذي يقضي بالإعفاء من المسؤولية العقدية، ما لم يمنعه المشرع أو يكون مخالفاً للنظام العام والآداب. والمقصود بالشرط هنا هو الشرط المقترن بالعقد، أي التزام أحد طرفيه بأمر زائد عن أصل التصرف.
3. إذا اتفق أطراف التعاقد على الإعفاء من المسؤولية العقدية، فإن هذا لا يعني أن إرادة الأطراف مطلقة في ذلك، بل ترد عليها مجموعة من القيود التي يجب مراعاتها عند هذا الاتفاق.
4. يترتب على شرط التخفيف من المسؤولية العقدية أن تنحصر مسؤولية المدين في جزء منها، أما إذا كان الشرط يرمي إلى الإعفاء الكلي، فيعفى المدين كليًّا من المسؤولية المترتبة عن الخطأ العقدي، بالرغم من كونه مسؤولاً طبقاً للقواعد العامة.

التوصيات والمقترحات:

1. نأمل من المشرع العماني ومنعاً لأي خلاف أو التباس حول مدى جواز الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية العقدية، إضافة نص صريح ومباشر في قانون المعاملات المدني يؤكد بما لا يدع مجالاً للشك صحة الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية العقدية، وذلك أسوة بالمشرع المصري، خاصةً وإن أحكام القانون قد أقرت قاعدة جواز الاتفاق على الإعفاء من المسؤولية العقدية.
2. نأمل من المشرع العماني تعديل نص المادة (267/ 2) والخاصة بجواز تعديل التعويض الاتفاقي من قبل المحكمة، على أن يقتضي المشرع العماني في ذلك بما أورده المشرع المصري بالخصوص في الفقرة الأولى من المادة (224) من القانون المدني المصري، والتي تنص على عدم استحقاق التعويض الاتفاقي إذا أثبت المدين أن الدائن لم يلحقه أي ضرر.

المراجع:

1. الأهواني، حسام الدين (1995)، النظرية العامة للالتزام: مصادر الالتزام، دار النهضة العربية، القاهرة.
2. البكري، عبد الباقي والحكيم، عبد المجيد (1980)، الوجيز في نظرية الالتزام في القانون المدني العراقي، وزارة التعليم والبحث العلمي، بغداد.
3. جميعي، حسن عبد الباسط (1993)، شروط التخفيف والإعفاء من ضمان العيوب الخفية، دار النهضة العربية، القاهرة.
4. الحسيني، عبد اللطيف (1987)، المسؤولية المدنية عن الأخطاء المهنية، الشركة العالمية للكتاب، بيروت.
5. خوالدة، احمد مفلح (2011)، شرط الإعفاء من المسؤولية العقدية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان.
6. زكي، محمود جمال الدين (1990)، مشكلات المسؤولية المدنية، مطبعة جامعة القاهرة، القاهرة.
7. السنهوري، عبد الرزاق (2022)، الوسيط في شرح القانون المدني الجديد، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت.
8. سوادي، عبد الباقي محمود (2014)، مسؤولية المحامي المدنية عن أخطائه المهنية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان.
9. شريف، أحمد (1994)، المسؤولية الناشئة عن انهيار البناء في القانون المدني الأردني، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، عمان.
10. العربي، بلحاج (2007)، النظرية العامة للالتزام في القانون المدني الجزائري، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر.
11. عرفي، الحاجة زهرة (2021)، آثار المسؤولية العقدية في التشريع الجزائري، رسالة ماجستير، جامعة عبد الحميد بن باديس، الجزائر.
12. الفار، عبد القادر (2004)، مصادر الحق الشخصي في القانون المدني، دار الثقافة للنشر، عمان.
13. فرج، توفيق حسن (2001)، النظرية العامة للالتزام: مصادر الالتزام، دار الثقافة الجامعية للطبع والنشر والتوزيع، عمان.
14. الفرجاني، سامي عمر (2015)، المسؤولية العقدية عن فعل الغير، مجلة العلوم القانونية والشرعية، جامعة غريان، ليبيا، عدد (6): 37–62.
15. المحاقري، إسماعيل (1996)، فكرة الالتزام في العقد وأثرها على اتفاقات المسؤولية، دار النهضة العربية، القاهرة.
16. محفوظ، محمد (2019)، النظرية العامة للالتزام: المسؤولية المدنية، مجمع الأطرش للكتاب المختص، تونس.
17. مرقص، سليمان (1992)، الوافي في شرح القانون المدني، مكتبة مصر الجديدة، القاهرة
18. نصرة، احمد سليم فريز (2006)، الشرط المعدل للمسؤولية العقدية في القانون المدني المصري، رسالة ماجستير منشورة، جامعة النجاح الوطنية، نابلس.
19. يحي، ياسين محمد (1992)، اتفاقات الإعفاء من المسؤولية المدنية في القانون المصري والفرنسي، دار النهضة العربية، القاهرة.

دعوى الصورية كأحد وسائل الضمان العام في قانون المعاملات المدنية العماني

ماجد بن خالد بن راشد الزيدي
majeed74774@icloud.com
باحث دكتوراة – كلية الحقوق، جامعة المنصورة – مصر

الملخص:

يلجأ المتعاقدان عادة إلى الصورية عندما يريدان إخفاء حقيقة ما تعاقدا عليه لسبب قام عندهما. ومن هنا وجد العقد الظاهر، وهو العقد الصوري. والعقد المستتر، وهو العقد الحقيقي أو ما يعرف فقهاً وقضاءً بورقة الضد. ويعمد المدين في كثير من الأحيان، إذا استشعر قرب تنفيذ الدائنين على أمواله، إلى التصرف في تلك الأموال تصرفاً صوريًّا غير حقيقي، فالأصل ان هذه الأموال تظل ملكاً له بينما تبدو ظاهريًّا أنها مملوكة للغير، وذلك بقصد إخراجها من نطاق الضمان العام للدائنين، لذلك وضع المُشرّع في يد الدائن دعوى الصورية للكشف عن حقيقة تصرفات مدينه، ورد الأموال المتصرف فيها صوريًّا إلى ذمته المالية، حفاظاً على الضمان العام المقرر للدائنين.

الكلمات المفتاحية: دعوى الصورية، الضمان العام، الصورية المطلقة، الصورية النسبية.

Abstract:

Contracting parties usually resort to formality when they want to hide the truth of what they have contracted for a reason they have. Hence, the apparent contract, which is the formal contract, and the hidden contract, which is the real contract or what is known in Islamic jurisprudence and judiciary as the counter-paper. The debtor often resorts, if he senses the imminent execution of creditors on his money, to dispose of that money in a formal, non-real manner. The principle is that this money remains his property while it appears outwardly to be owned by others, with the intention of removing it from the scope of the general guarantee of creditors. Therefore, the legislator has placed in the hands of the creditor a formality suit to reveal the truth of his debtor's actions, and to return the money disposed of in a formal manner to his financial liability, in order to preserve the general guarantee established for creditors.

Keywords: Absolute Fictitiousness, Fictitious Claim, General Guarantee, Relative Fictitiousness.

مقدمة:

ينجم عن تنظيم القانون للعلاقات القانونية حقوق والتزامات يكون بموجبها الشـخص إما دائناً أو مديناً في تلك العلاقات، ولا يتوقف الأمر هنا بل يتعداه إلى ضـــرورة حماية تلك الحقوق الناتجة، فالحق يعتبر مهدداً ما لم تُقرر له حماية خاصـــة عن طريق الدعوى التي تتميز بخصـــائص وشـــروط لا بد منها لتتجســد الحماية القانونية المرجوة، ومن أهم تلك الشـــروط أن يكون هناك علاقة قانونية بين المدعي والمدعى عليه بشـــأن أمر متنازع فيه، كما يجب أن تتوفر لدى المدعي مصلحة يهدف من خلالها حماية حقه محل التنازع.

ومن المبادئ المقررة في قانون المعاملات المدنية العماني أن جميع أموال المدين تمثل الضـــمان العام لدائنيه، أو تعتبر بديلاً عنه. وهذا ما يسمي بالضمان العام للدائنين، أو الوسائل المشروعة لحماية التنفيذ، والدائنون متســـاوون في هذا الضـــمان العام لا يتقدم أحد منهم على الآخرين إلا من كان منهم له حق التقدم طبقاً للقانون بمقتضي حق خاص، كرهن أو امتياز، على مال معين للمدين، وعندئذ لا يتقدم على سائر الدائنين إلا بالنسبة إلى هذا المال وحده.

المســاواة ما بين الدائنين في التنفيذ على أموال المدين إنما هي مســاواة قانونية، لا مســاواة فعلية. فالقانون يجعل لكل دائن الحق في التنفيذ على أموال مدينه، فإذا بادر أحدهم إلى التنفيذ على مال للمدين، كان لســـائر الدائنين الحق في مشـــاركته في هذا التنفيذ ومقاســـمته ما ينتج منه مقاســـمة الغرماء. والدائن، قبل ان، يتخذ الإجراءات التنفيذية، قد يتخذ إجراءات تحفظية يكون الغرض منها المحافظة على أموال المدين حتى يتمكن من التنفيذ عليها.

لا يكفي ان يقرر القانون للدائنين حق الضـــمان العام على أموال المدين، بل لا بد أن يمنحهم القانون وسائل المحافظة على هذا الضمان العام ضد إهمال المدين في المحافظة عليه أو غشه وتواطؤه للإضرار بدائنيه. وبين الإجراءات التحفظية والإجراءات التنفيذية توجد مرحلة وســطى من الإجراءات، يُمهّد بها الدائن إلى التنفيذ ولا يقتصــر على مجرد المحافظة على أموال المدين. ومن بين هذه الإجراءات أو الوســائل التمهيدية هي التي حددها قانون المعاملات المدنية، والتي تُمكّن الدائن من المحافظة على الضمان العام دعوى الصورية.

إشكالية البحث:

تتلخص مشكلة البحث الرئيسية في التساؤل التالي: هل يجوز للغير أن يحتج بالعقد الصوري الذي يبرمه المدين إضراراً بدائنه؟ وتنبثق عن هذه الإشكالية الرئيسية مجموعة من التساؤلات الفرعية، وهي:

1. ما هو موقف المُشرّع العماني من دعوى الصورية كوسيلة من وسائل الضمان العام؟
2. ما هي أحكام وشروط دعوى الصورية وما هي الآثار المترتبة عليها بالنسبة لأطرافها وللغير؟

3. كيف عالج المُشـرّع العماني حالة التعارض في تمسـك بعض ذوي الشـأن بالعقد الصـوري، وتمسـك البعض الآخر بالعقد المستتر؟
4. ما مدى فاعلية دعوى الصورية كآليات حفظ الضمان العام؟

مصطلحات البحث:

1. **دعوى الصـورية:** الصـورية هي سـتر عقد حقيقي بين الطرفين المتعاقدين، العقد المسـتتر حيث يكون قصـد الطرفين التمسك بالعقد المستتر والحقيقي، مع التظاهر بالقصـد إلى العقد الصـوري، وقد تكون هذه الصـورية مطلقة أو نسبية.
2. **المدين:** هو من قبض أو أخذ مبلغ من المال أو سلعة أو خدمة. والمدين المعسر هو الشخص الذي تستغرق ديونه ذمته المالية، ويكون عليه واجب تنفيذ الالتزام المترتب بذمته تجاه دائنيه.
3. **الدائن:** هو صاحب الصفة القانونية في استيفاء حقه من مدينه. أو هو صاحب الدين سواءً كان الدين مالاً أو خدمة أو شيئاً من أملاكه.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى توضيح وإبراز جملة من النقاط الهامة المتعلقة بموضوعه ومن أهم هذه النقاط:

1. التعريف بدعوى الصـــورية والوقوف على طبيعتها، وشـــروطها وأهم تطبيقاتها والآثار المترتبة عليها، وموقف المُشرّع العماني منها.
2. بيان مدى فاعلية دعوى الصورية في حماية حق الدائن لدى مدينه أو مدين مدينه.
3. تحليل النصوص القانونية المنظمة لدعوى الصورية للوصول إلى نتائج يمكن تطبيقها عمليًّا.

أهمية البحث:

تتضح أهمية موضوع البحث من خلال شقين:

1. **الأهمية النظرية:** تتبلور هذه الأهمية النظرية من خلال تبيان أحد الآليات والوســـائل القانونية التي أقرها المُشرّع العماني، للدائن لحمايته من الأضـرار التي قد تصـيبه جراء غش أو تقصـير مدينه، وكذلك التصـرفات التي يقوم بها المدين بقصد إبعاد أمواله أو جزء منها من الضمان العام الذي يكفل حقوق دائنيه.
2. **الأهمية العملية:** تظهر هذه الأهمية العملية من ناحية أن الدور الذي تحققه دعوى الصـــورية في المحافظة على حقوق الدائن وتعود عليه بآثار إيجابية تضمن له الحصول على كافة حقوقه من حقوق مدينه.

منهجية البحث:

1. **المنهج الوصفي:** وهو المنهج الأنسب لموضوع هذا البحث، حيث أنه سيتم استعراض النصوص التشريعية ذات العلاقة والواردة بالقانون العماني.
2. **المنهج التحليلي:** حيث سيتم من خلال هذا المنهج تحليل النصوص القانونية والآراء الفقهية، لبيان مدى ملاءمتها لواقع الحال فيما يتعلق بموضوع البحث.

هيكلية البحث:

قُسّم البحث إلى مطلبين، تناول المطلب الأول تعريف دعوى الصورية، وقُسّم بدوره إلى ثلاثة فروع، تطرق الأول إلى التعريف بالصورية، وشروطها. بينما جاء الثاني لتسليط الضوء على أنواعها، وخُصص الثالث لتوضيح شروط تحققها وكيفية تمييزها عما يشتبه بها. أما المطلب الثاني، فقد استعرض آثار الصورية، وتم تقسيمه إلى فرعين، استعرض الأول آثار الصورية بين المتعاقدين والخلف العام، وبيّن الثاني آثار الصورية بالنسبة للغير.

المطلب الأول: مفهوم دعوى الصورية

تعتبر دعوى الصورية وسيلة من وسائل المحافظة على الضمان العام للدائنين، وعندما يتصرف المدين تصرفاً غير جدي في أحد أمواله، فيخرج هذا المال من ذمته المالية ظاهريًا وليس في الواقع (قاسم، 2010)، وحماية للدائن وضع القانون في يده هذه الدعوى لإثبات صورية تلك التصرفات من أجل التنفيذ على ذلك المال الذي لا يزال ملكاً للمدين. وبناء على ذلك، سوف نتناول في هذا المطلب التعريف بدعوى الصورية وشروطها في الفرع الأول، وتمييز دعوى الصورية عما يشتبه بها في الفرع الثاني، وأخيراً نوضح مجال دعوى الصورية في الفرع الثالث.

الفرع الأول: التعريف بالصورية

نظّم قانون المعاملات المدنية العماني دعوى الصورية في المادتين (270، 271) من قانون المعاملات المدنية، والصورية هي إيجاد مظهر قانوني كاذب مخالف للحقيقة بقصد تحقيق هدف معين، فالصورية تخفي حقيقة تصرف معين خلف مظهر قانوني كاذب (تناغو، 2009). كأن يبيع المدين ماله بيعاً صوريًا كي يبعده عن الضمان العام للدائنين، فالتصرف الصوري أي الظاهر هو البيع والحقيقة أنه لا يوجد بيع أصلاً، ولذلك يأخذ البائع من المشتري ما يفيد صورية البيع وهذا ما يسمى عملاً، ورقة الضد، أي العقد الحقيقي أو المستتر ويذكر في هذه الورقة أن البيع صوري لا وجود له في الحقيقة.

تستخدم الصورية لأهداف متعددة، فقد تهدف إلى تهريب المدين لأمواله بعيداً عن الضمان العام للدائنين، كبيع ماله بيعاً صوريًا، فيخرج بذلك من الضمان العام، أو يبرم عقد قرض صوري فتقل حصة الدائنين عند التنفيذ حيث سيشترك معهم المقرض الصوري في التنفيذ على أموال المدين (راغب، 1984).

كما قد تهدف الصـــورية إلى أمور أخرى لا علاقة لها بالدائنين، فقد يذكر المتعاقدان ثمناً أعلى من الثمن الحقيقي في عقد البيع تحسباً لطلب الشفعة، أو يذكران ثمناً أقل في البيع أو مدة أقل في الإيجار تهرباً من رسوم التسجيل. وقد يستران الوصية في صورة بيع من حيث الظاهر تهرباً من القيود الشرعية للوصية، ولذلك فالوصية تقع لأغراض كثيرة وليست قاصرة على علاقة المديونية.

تُعرّف دعوى الصورية بأنها "وسيلة منحها المشرع للدائن للطعن بصورية تصرفات مدينه مع الغير، في حالة لجوء المدين إلى ابرام تصـــرفات صـــورية بهدف إنقاص حقوقه وزيادة التزاماته، كأن يبيع بعض أمواله بيعاً صـــوريًّا بغرض إخراجها من الضـــمان العام للدائنين، أو يقترض من الغير قرضـــاً صـــوريًّا فيدخل المقترض مع الدائنين في اقتسام أمواله مما يؤدي إلى إنقاص ما يحصل عليه كل منهم عند التنفيذ على أموال المدين" (عبد الله، 2020، ص289). كما تُعرّف بأنها "الوسيلة القانونية التي يصل بها الدائن لكشف حقيقة تصرف مدينه، مطالباً بإعمال الإرادة الحقيقية للمتعاقدين، والحفاظ على حقوقه ببقاء المال محل التصرف الصوري في ذمة المدين، عن طريق اظهار صورية التصرف الكاذب" (العربي، 2015، ص289).

عرفت دعوى الصـــورية أيضـــاً بأنها "الدعوى التي يرفعها الدائن باســـمه ليثبت ان المدين قد تظاهر بأنه تصرف في مال معين مملوك له، سواءً كانت هذه الأموال عقارات أو منقولات ليسهل اخفائها، ويكون هذا التصرف قد أنقص من الضـــمان العام للدائن في الظاهر، أما في الواقع فلا يزال هذا المال في ذمة المدين ويدخل في الضمان العام" (بركان، 2013، ص 27).

أساس دعوى الصورية هو الضرر الذي يصيب الدائن سواءً كانت الصورية مشروعة أم غير مشروعة، أي قصد بها الإضرار بحقوق الدائنين، لأن المدين الذي يلجأ إلى التظاهر بالتصرف في ماله لإبعاده من الضمان العام يكون قد أخل بالتزام تبعي إلى جانب التزامه الأصلي (السعدي، 2010).

الفرع الثاني: أنواع الصورية

الصـورية نوعان: صـورية مطلقة، وصـورية نسـبية (الجبوري، 2011). والصـورية النسـبية إما أن تكون بطريق التستر، وإما أن تكون بطريق المضادة، وإما أن تكون بطريق التسخير.

أولاً: الصورية المطلقة:

تتحقق الصـــورية المطلقة عندما يكون التصـــرف الظاهر لا وجود له في الحقيقة أصـــلاً؛ ولذلك يحصـــل المتعاقد على ورقة تسـمى ورقة الضـد لإثبات أن التصـرف الظاهر لا وجود له، والصـورية المطلقة تتناول وجود العقد ذاته، ولا تتضـمن الورقة المسـتترة عقداً آخر حقيقيًّا يختلف عن العقد الظاهر، بل تقتصـر هذه الورقة على تقرير أن العقد الظاهر إنما هو عقد صوري لا وجود له (السعدي، 2010). ومثال ذلك، إبرام المدين الذي يريد أن يتوقى من دائنيه أن ينفذوا على شـيء يملكه، بيعاً صـوريًّا لإخراج المال من الضـمان العام للدائنين، فيبيع الشـيء بيعاً صـوريًّا إلى شـخص يتفق معه على ذلك، ويكتبان بالبيع عقداً ظاهراً، ويكتبان في الوقت ذاته سـنداً مسـتتراً

يذكران فيه أن البيع لا حقيقة له، ولإثبات حقيقة التصرف بينهما، وهذا السند المستتر هو "ورقة الضد". وفي هذه الصورة نرى اقتراب الصورية من دعوى عدم نفاذ تصرفات المدين، ففي كليهما يحاول المدين بغشه أن يضر بحقوق دائنيه، وفى كليهما يعطى القانون سلاحاً للدائنين يحاربون به غش المدين (الدناصوري والشواربي، 2010).

على أنه قد يكون للصورية المطلقة أغراض أخرى غير الإضرار بحقوق الدائن، فقد يتفق شخص مع آخر على أن يبيعه بيعاً صوريًّا النصاب المالي المطلوب لمركز يرشح نفسه له، كمركز العضوية في مجلس نيابي أو نحو ذلك، أو يبيعه بيعاً صوريًّا مالاً يظهر به في مظهر ذوي اليسار حتى يتسنى له الانخراط في جمعية أو شركة تتطلب هذا المظهر أو مصاهرة أسرة تقتضي هذا اليسار. ويتبين من هذا، ومن الحالات الأخرى، أن الصورية أوسع نطاقاً من دعوى عدم نفاذ تصرفات المدين.

ثانيًا: الصورية النسبية:

تتحقق الصورية النسبية عندما يستر الطرفان التصرف الظاهر بتصرف حقيقي يختلف معه في طبيعة العقد، أو في أحد أركانه أو في شخصية أحد طرفيه (سلطان، 1983)، ومن أنواع الصورية النسبية الآتي:

الصورية بطريق التستر:

الصورية النسبية هنا تتعلق بماهية العقد أي بطبيعته وتسمى الصورية بطريق التستر، وتتناول نوع العقد لا وجوده، كمن يبيع ماله في الظاهر في حين أنه في الحقيقة يبرم هبة (سعد، 2011)، أي كهبة في صورة بيع، ويكون العقد الظاهر هو البيع وهو عقد صوري، والعقد المستتر هو الهبة وهو العقد الحقيقي. ويكون الغرض من الصورية عادةً في مثل هذه الحالة الهرب من رسمية العقد فيما لو ظهرت الهبة في ثوبها الحقيقي، وفي ذلك قضت محكمة النقض المصرية بأنه "إذا دفع بصورية عقد بيع مسجل صادر من والد إلى ولده الصورية المطلقة، فأحالت المحكمة الدعوى إلى التحقيق، ثم استخلصت استخلاصاً سائغاً من أقوال الشهود إثباتاً ونفياً –بعد أن أوردت مجمل هذه الأقوال في حكمها– أن الطاعن في العقد قد عجز عن إثبات دفعه بالصورية، ثم خلصت إلى القول بأن العقد عقد تمليك قطعي منجز انتقلت الملكية بموجبه فوراً حال حياة البائع، وأنه عقد صحيح سواءً باعتباره بيعاً حقيقيًّا أو بيعاً يستر هبة، وأنه حتى مع التسليم أن ثمناً لم يدفع فإنه لا مانع قانوناً من إفراغ الهبة المنجزة في صورة عقد بيع صحيح، فحكمها بذلك صحيح، ولا وجه للطعن فيه بأنه فيما فعل قد خلط بين الصورية النسبية والصورية المطلقة" (بنداري، 2014).

وقد يكون الهدف من ذلك التهرب من الشكل أو من رسوم التسجيل. وقد يكون الغرض ستر السبب الحقيقي للتصرف، كأن يكتب شخص صكاً على نفسه بدين لآخر على أنه ثمن لشيء اشتراه وهو في الحقيقة قرض بربا فاحش، وكأن يصدر من شخص لأحد ورثته عقد بيع وهو وصية.

الصورية بطريق المضادة:

قد تتعلق الصورية النسبية بركن من أركان العقد وتسمى الصورية بطريق المضادة، كأن يذكر في عقد البيع ثمناً أقل من الثمن الحقيقي تهرباً من رسوم التسجيل، أو ثمناً أعلى من الثمن الحقيقي تحسباً لطلب الشفعة. وهذه الصورية لا تتناول وجود العقد أو نوعه، بل ركناً أو شرطاً فيه (غانم، 1988). مثل ذلك عقد بيع يذكر فيه ثمن أقل من الثمن الحقيقي تخففاً من رسوم التسجيل، ويحتفظ المتعاقدان بسند مستتر، هو ورقة الضد، يذكر فيه الثمن على حقيقته.

الصورية بطريق التسخير:

أخيراً قد تتعلق الصورية النسبية بشخص أحد المتعاقدين، أي بأحد طرفي العقد وتسمى الصورية بطريق التسخير كأن يهب شخص لآخر مالاً ويكون الموهوب له المذكور في العقد ليس هو المقصود بالهبة، بل المقصود شخص آخر يغلب أن تكون الهبة غير جائزة له، فيوسط الواهب بينه وبين الموهوب له الحقيقي شخصاً مسخراً، تكون مهمته أن يتلقى الهبة من الواهب ثم ينقلها إلى الموهوب له (العمروسي، 1994). أو كأن يشتري شخص شيئاً باسمه والحقيقة أنه لحساب شخص آخر (سلامة، 1982)، فيكون الغرض من الصورية بطريق التسخير عادةً التغلب على مانع قانوني يحول دون تمام الصفقة لشخص معين.

فالقانون مثلاً يمنع النائب أن يشتري لنفسه مباشرة أو باسم مستعار ولو بطريق المزاد ما نيط به بمقتضى هذه النيابة (أبو السعود، 1994)، وهو ما نصت عليه المادة (438) من قانون المعاملات المدنية من أنه "لا يجوز لمن له النيابة عن غيره بنص في القانون أو باتفاق أو أمر من السلطة المختصة أن يشتري لنفسه مباشرة أو باسم مستعار ولو بطريق المزاد ما نيط به بمقتضى هذه النيابة وذلك مع مراعاة أحكام القوانين الخاصة".

كما لا يجوز للوسطاء أو الخبراء أن يشتروا بأسمائهم أو باسم مستعار الأموال التي عهد إليهم في بيعها أو في تقدير قيمتها (يحيى، 1994)، ما نصت عليه المادة (439) من قانون المعاملات المدنية من لأنه "لا يجوز للوسطاء أو الخبراء أن يشتروا بأسمائهم أو باسم مستعار الأموال التي عهد إليهم في بيعها".

نفس الحكم بالنسبة للقضاة وأعضاء الادعاء العام والمحامين وموظفي المحاكم فهم ممنوعون من شراء الأموال المتنازع فيها، إذا كان النزاع يدخل في اختصاص المحكمة التي يباشرون أعمالهم في دائرتها (الدناصوري والشواربي، 2000)، وهو ما نصت عليه المادة (436) من قانون المعاملات المدنية من أنه "لا يجوز للقضاة ولا لأعضاء الادعاء العام ولا للمحامين ولا لموظفي المحاكم أن يشتروا بأسمائهم ولا باسم مستعار الحق المتنازع فيه كله أو بعضه إذا كان النظر في النزاع يدخل في اختصاص المحكمة التي يباشرون أعمالهم في دائرتها وإلا كان البيع باطلاً".

أيضـا ما نصـت عليه المادة (437) من قانون المعاملات المدنية من أنه "لا يجوز للمحامين أن يتعاملوا مع موكليهم في الحقوق المتنازع فيها إذا كانوا هم الذين يتولون الدفاع عنها سواءً أكان التعامل بأسمائهم أو باسم مستعار وإلا كان العقد باطلاً".

ففي هذه الحالات قد يلجأ المتعاقد إلى إخفاء شخصيته، وإظهار متعاقد آخر صوريًّا يبرم العقد في الظاهر ولكن الحقيقية أنه يبرمه لمصلحة الممنوع من التعاقد (الجبوري، 2011).

لكن لابد من ملاحظة أن التعاقد بطريق التسخير غير الصورية بطريق التسخير، ويدعى المسخر فيه بالاسم المستعار. ففي الصورية بطريق التسخير يتعاقد الشخص مع مسخر يتواطأ معه على تسخيره لمصلحة شخص ثالث يكون هو أيضاً عالماً بهذا التسخير (الفار، 2005). أما في التعاقد بطريق التسخير فإن المسخر يتعاقد مع شخص يغلب ألا يكون عالماً بالتسخير. والمسخر هنا يبرم تصرفات ثلاثة كل منهم تصرف جدي. الأول عقد وكالة يكون المسخر فيه وكيلاً عن آخر في تصرف في عقد الوكالة. والثاني يعقده المسخر في الغير يبرم فيه هذا التصرف المعين لحساب الموكل ولكن باسمه هو فينصرف إليه أثر التصرف. والثالث يعقده مع الموكل مرة أخرى ينقل له فيه أثر هذا التصرف الذي سبق أن عقده لحسابه مع الغير (العمروسي، 1994).

الفرع الثالث: شروط تحقق الصورية وتمييزها عما يشتبه بها

إن الهدف من دعوى الصورية هو كشف حقيقة التصرف القانوني؛ ولذلك فإن القانون لم يشترط فيها سوى شرطين:

- **أولهما:** أن يكون حق الدائن موجوداً، أي ثابتاً وخاليًّا من النزاع. ولذلك يجوز للدائن صاحب الدين المؤجل أو المعلق على شرط أن يطعن في تصرف المدين بدعوى الصورية، دون اشتراط أن يكون حق الدائن سابقاً على التصرف المطعون فيه، كما لا يشترط إثبات أن الهدف من الصورية الإضرار بالدائن، أو أن من شأن التصرف إعسار المدين أو زيادة إعساره؛ وذلك لأن هذه الدعوى تهدف إلى كشف حقيقة التصرف القانوني؛ ولذلك فهي أيسر في شروطها من الدعوى غير المباشرة ودعوى عدم نفاذ تصرفات المدين (البدراوي، 1991).
- **ثانيهما:** أن توجد صورية، ويلزم لوجود الصورية توافر ثلاثة أمور، هي:

1. أن يوجد عقدان أحدهما صوري ظاهر، والآخر حقيقي مستتر.
2. أن يختلفان من حيث الماهية أو الأركان أو الأشخاص.
3. أن يتعاصر العقدان في وقت انعقادهما. ويقصد بذلك المعاصرة الذهنية حتى لو تأخر وقت تحرير ورقة الضد لأن العقدين إذا كانا متعاقبين كان الثاني معدلاً للأول، في ذلك قضت محكمة النقض المصرية بأنه "لا وجود للصورية إذا لم يوجد إلا تصرف واحد جدي أخطأ الطرفان في تكييفه، وعلى المحكمة الاخذ بالتكييف الصحيح ولكن لا تطبق الصورية" (يحيى، 1994، ص477).

تمييز الصورية عما يشتبه بها:

هناك حالات مشابهة للصورية يجب تمييز الصورية عنها، ومن هذه الحالات ما يلي:

1. تختلف الصـــورية عن التغرير التدليس في أنها عمل يتفق عليه المتعاقدان متواطئين معاً، فلا يغش أحداهما الآخر، وإن يريدان معاً غش الغير أو إخفاء أمر معين، فهي موجهة من المتعاقدين ضـد الغير (السـنهوري، 2022). أما التغرير فعمل يقوم به أحد المتعاقدين لتضـليل المتعاقد الآخر. وقد تجتمع الصـورية والتدليس، كما إذا اتفق البائع والمشترى على صورية البيع، ولكن المشترى أعطى البائع "ورقة ضد" بتوقيع مزور، تدليساً منه على البائع.
2. تختلف دعوى الصورية عن الدعوى غير المباشرة في أمر جوهري وهو أن الأخيرة تُرفع باسم المدين ولحسابه، بينما الأولى يرفعها الدائن باسمه طالباً الحكم بصورية التصرف، بالإضافة إلى أن الدعوى غير المباشرة شرط فيها إعسار المدين بخلاف دعوى الصورية فلا يشترط فيها ذلك لأن هدفها إظهار الحقيقة أساساً (البدراوي، 1991).
3. تختلف الصـورية عن التزوير، لأن كلا من المتعاقدين عالم بالصـورية ومتواطئ عليها مع الآخر، فلا يجوز إذن الطعن في العقد الرسمي أو العرفي بالتزوير بسبب صوريته.
4. تختلف الصـــورية عن التحفظ الذهني في أن الأولى نتيجة تدبير واتفاق بين طرفين، أما التحفظ الذهني ففيه يســتقل أحد الطرفين دون أن يتفق في ذلك مع الآخر، بإظهار إرادة وإبطان إرادة أخرى تختلف عن الأولى، فإرادته الظاهرة غير جدية إذ تحفظ ذهنيًا بإرادة باطنة تختلف عنها. فالتحفظ الذهني نوع من الصـــورية في الإرادة الظاهرة، ولكنها صورية غير متفق عليها بين المتعاقدين (عبد الباقي، 1989).
5. لا توجد صـــورية في عقد جدي يتم بين المتعاقدين، ثم بدا لهما بعد ذلك أن يدخلا فيه تعديلاً. فإذا اتفق الطرفان على عقد إيجار مثلاً، ثم عدلا العقد فيما يتعلق بالأجرة فخفضـاها، لم يكن هناك عقد صـوري وعقد حقيقي، بل هناك عقدان حقيقيان الأخير منهما يعدل الأول (غانم، 1988).
6. لا صـورية كذلك في عقد جدي يتم بين المتعاقدين، حتى لو لم يكن ذلك العقد إلا وسيلة للوصـول إلى غرض آخر ليس هو الغرض المباشـر من العقد. فإذا تصـرف المدين في ماله تصـرفاً جديًا حتى يُضـيّع على دائنه فرصـة التنفيذ عليه، فتصـرف المدين في هذه الحالة تصـرف جدي لا صـوري، ويطعن فيه بدعوى عدم نفاذ تصرفات المدين لا بدعوى الصورية. فدعوى النفقة المرفوعة من غير الزوجة لا تكون دعوى صورية، بل هي دعوى حقيقية (نشأت، 1972).
7. لا صـورية في عقد ظاهر نوّه فيه بالعقد المسـتتر، كما في البيع مع التقرير بالشـراء عن الغير، لأن شـرط الصورية أن يكون هناك عقد مستتر لا يُشار إليه في العقد الظاهر، بل يبقى سراً بين الطرفين. ولذلك يصعب تحقق الصـورية إذا كان العمل المسـتتر من شـأنه ألا يكون نافذاً في حق الغير إلا بطريقة من طرق الشـهر، كتسجيل أو قيد أو إعلان، إذ في هذه الحالة يفقد العمل المستتر سريته فلا تتوافر شروط الصورية.

المطلب الثاني: آثار دعوى الصورية

تختلف الصورية في آثارها بالنسبة للمتعاقدين وخلفهما العام عنها بالنسبة للغير (الدناصوري والشواربي، 2000) ولذلك نصت المادة (270) من قانون المعاملات المدنية العماني على أنه "إذا ستر المتعاقدان عقداً حقيقيًّا بعقد صوري فالعقد النافذ بين المتعاقدين والخلف العام هو العقد الحقيقي، فالمحكمة لا تبطل التصرف وانما تقرر صورية التصرف واعتبار العقد الظاهر لا وجود له، مع ترتيب الآثار القانونية للعقد الحقيقي الذي اتجهت إليه نية المتعاقدين" (بنداري، 2014)؛ وتضيف المادة (271) "1. لدائني المتعاقدين والخلف الخاص في العقد الصوري أن يتمسكوا به متى كانوا حسني النية، كما لهم أن يتمسكوا بالعقد المستتر ويثبتوا بجميع الوسائل صورية العقد الذي أضر بهم. 2. إذا تعارضت مصالح ذوي الشأن فتمسك بعضهم بالعقد الظاهر وتمسك الآخرون بالعقد المستتر كانت الأفضلية للأولين".

ويتبين من هذه النصوص أن آثار الصورية بالنسبة إلى المتعاقدين والخلف العام تختلف عن آثارها بالنسبة إلى الغير أي الدائنين والخلف الخاص. وبناء على ذلك، نبين آثار الصورية بالنسبة للمتعاقدين وخلفهما العام في الفرع الأول، ثم آثارها بالنسبة للغير في الفرع الثاني.

الفرع الأول: آثار الصورية بين المتعاقدين والخلف العام

نص القانون صراحةً على أن العقد النافذ بين المتعاقدين وخلفهما العام هو العقد الحقيقي، حتى لو تم تسجيل العقد الظاهر (الجبوري، 2011)؛ لأن التسجيل يكون لإخفاء التصرف الحقيقي ولحبك الصورية. وهذا الحكم يسري على كافة أنواع الصورية أي سواءً كانت صورية مطلقة أم نسبية، فالعقد الظاهر لا أثر له بينهما.

فالعقد الظاهر، فيما بين المتعاقدين والخلف العام، لا وجود له، فلا يعمل به، وهذا ما يقتضيه مبدأ سلطان الإرادة، ذلك أن المتعاقدين إنما أرادا العقد المستتر لا العقد الظاهر، فوجب أن يلتزمان بما أراداه لا بما لم يريداه (السنهوري، 2022).

ولذلك ففي البيع الصوري لا تنتقل الملكية من ذمة البائع إلى ذمة المشتري، وإذا مات البائع آلت الملكية لورثته دون ورثة المشتري. وفي المقابل لا يلتزم المشتري بدفع الثمن، وإذا مات فلا يلتزم ورثته بدفعه من التركة، فالبيع لا وجود له بينهما أصلاً.

من ثم إذا باع شخص عيناً لآخر بيعاً صوريًّا واحتفظ بورقة الضد، ففيما بين البائع والمشترى لا وجود للبيع، ويبقى البائع مالكاً للعين، وله حق التصرف فيها، ويستطيع أن يبيعها بيعاً جديًّا بعد ذلك إلى مشتري ثاني، وهذا المشتري الثاني هو من تنتقل إليه الملكية، وليس للمشتري الصوري الأول أن يحتج بعقد البيع الصوري على المشتري الثاني ولو سجّل البيع الصوري قبل تسجيل البيع الجدي.

كذلك إذا مات البائع، فالعين الباقية في ملكه تنتقل بالميراث إلى وارثه أي الخلف العام، إذ العبرة بالنسبة إلى الخلف العام بالعقد الحقيقي أيضاً لا بالعقد الصوري (مرقص، 1992).

على النقيض من ذلك لا يكون المشتري الصوري مالكاً للعين (سعد، 2011). وكذلك وارثه لا تنتقل إليه ملكية العين بالميراث، إذا مات المشتري الصوري (أبو السعود، 1994). ولكن إذا لم يكن للعقد الصوري وجود كتصرف قانوني فيما بين المتعاقدين والخلف العام، فإن له مع ذلك وجوداً ماديًّا قد يترتب عليه أثر قانوني. فالتصرف الصوري الصادر من الموصي له في العين الموصى بها يعتبر قبولاً ضمنيًّا للوصية.

فالذي يعتد به إذن، فيما بين المتعاقدين والخلف العام، كما يقول صريح النص في المادة (270) من قانون المعاملات المدنية العماني، هو العقد الحقيقي. ويعتد هنا بورقة الضد، وهي التي تُعبّر عن الموقف الحقيقي، فيما بين المتعاقدين والخلف العام فالبائع الصوري يبقى مالكاً للعين وتنتقل منه الملكية إلى وارثه، والمشتري الصوري لا تنتقل إليه ملكية العين ومن ثم لا تنتقل منه هذه الملكية إلى وارثه.

على أنه يجب لذلك إثبات وجود العقد الحقيقي من جانب من يتمسك به والقاعدة أن الإثبات يتم وفقاً للقواعد العامة في الإثبات، ما لم يكن هناك غش أو تحايل على القانون فيجوز الإثبات بكافة الطرق. فإذا عجز من يتمسك بالعقد الحقيقي عن إثبات وجوده، كان العقد الظاهر بمثابة العقد الحقيقي الذي يحكم علاقة المتعاقدين وخلفهما العام (فرج، 2002). وبناء على ذلك، إذا كان البائع أو ورثته هو من يتمسك بالعقد الحقيقي حتى لا تخرج الملكية من ذمته فيجب عليه إثبات ذلك كتابةً إذا كان العقد الظاهر مكتوباً أو إذا كانت قيمة التصرف تزيد عن ألف ريال عماني؛ لأن القاعدة أنه لا يجوز إثبات عكس ما ثبت كتابةً إلا بالكتابة. وهذا لن يحدث إلا عن طريق ورقة الضد التي احتفظ بها البائع؛ لأنها بمثابة العقد الحقيقي.

مع ذلك يجوز إثبات العقد الحقيقي بكافة الطرق إذا كانت الصورية بقصد التحايل على القانون لمصلحة أحد الطرفين، كأن يتفق المتعاقدان على عقد قرض بفائدة فيكون القرض مائة ويكتب في العقد أنه مائة وثلاثون وتكون الثلاثون هي الفائدة. فيجوز هنا للمقترض إثبات ذلك بكافة الطرق؛ إذ لا يُعقل أن يحصل على ورقة ضد بحقيقة الأمر. وكذلك أن يكون سبب الدين لعب الميسر ويدون في العقد أنه قرض، فيجوز إثبات التصرف الحقيقي بكافة الطرق وصولاً إلى بطلانه لعدم مشروعية سببه. كما يجوز للورثة إثبات وجود الصورية بكافة الطرق إذا كان القصد منها التحايل على أحكام الوصية إضراراً بهم، كأن يبرم شخص عقد بيع وهو في حقيقته وصية فيجوز للورثة إثبات صورية البيع بكافة الطرق ويثبتون أن الحقيقة هي وصية.

وأي من الطرفين يريد أن يتمسك بالعقد المستتر في مواجهة العقد الظاهر يجب عليه هو أن يثبت وجود العقد المستتر الذي يريد التمسك به، وفقاً لقواعد الإثبات في هذه الأحوال. أما إذا لم يستطع أن يثبت أن هناك عقداً مستتراً، فالعقد الظاهر هو الذي يعمل به، ويعتبر عقداً جديًّا لا صوريًّا.

فإذا ما ثبت وجود العقد المستتر، وجب أن تتوافر في هذا العقد، حتى يسري فيما بين المتعاقدين، جميع الشروط الموضوعية التي يتطلبها القانون. فعقد الهبة المستتر في صورة البيع مثلاً يجب أن يصدر من ذو أهلية للهبة، وأن تتوافر فيه أركان الهبة الموضوعية وشروط صحتها. ويجب أن يكون العقد المستتر مباحاً، فإذا كان غير مباح كان باطلاً، حتى لو ستره عقد مباح. فإذا توافر كل ذلك، أجريت على العقد أحكام الهبة لا أحكام البيع، فلا يجوز الرجوع فيه إلا لمانع، ويعتبر تبرعاً لا معاوضة من حيث دعوى عدم نفاذ تصرفات المدين (مرقص، 1992).

أما من حيث الشكل، فلا يشترط في العقد المستتر أن تتوافر فيه الشكلية التي قد يتطلبها القانون لو لم تكن هناك صورية. فالهبة، ولو كانت هبة منقول، في صورة بيع لا تشترط فيها ورقة رسمية (أبو السعود، 1994)، ويكفي أن يكون العقد الظاهر بيعاً في شكله وفى موضوعه (سلطان، 1983). وإذا أُفرغ العقد الظاهر في ورقة رسمية، فإنه يجوز مع ذلك أن يحتوي العقد المستتر سند عرفي.

الصورية ليست بذاتها سبباً لبطلان التصرف القانوني إلا إذا أخفت تصرفاً باطلاً لا يقره القانون، أما إذا أخفت تصرفاً صحيحاً كانت سائغة وصح التصرف كما لو تم إخفاء الهمة في صورة بيع (البدراوي، 1991). ولما كانت الصورية كثيراً ما تستعمل لخديعة الغير وللتحايل على القانون، فقد كانت تختلط بالغش، وكان كلا العقدين الظاهر والمستتر يعتبر باطلاً.

الفرع الثاني: آثار الصورية بالنسبة للغير

وضحت المادة (271) من قانون المعاملات المدنية العماني، أنه يجوز للغير أن يتمسك بالعقد الحقيقي، كما يجوز له متى كان حسن النية التمسك بالعقد الصوري، وعند تعارض مصلحة الأغيار تكون الأفضلية لمن يتمسك بالعقد الصوري، وهذه هي القواعد الثلاث التي تحكم آثار الصورية بالنسبة للغير.

أولاً: المقصود بالغير في الصورية:

إن معنى الغير في القانون المدني يختلف بحسب كل حالة يرد فيها الغير فيقصد بالغير في الصورية هو من لم يكن طرفاً في التصرف الصوري ولا خلفاً عاماً، ومع ذلك يستفيد أو يضار من الصورية. ولذلك يشمل الغير هنا الخلف الخاص لأحد المتعاقدين ودائنه والشفيع (سلامة، 1982).

فيجب التمييز في الصورية بين المتعاقدين والغير، والغير في الصورية يحتاج إلى التحديد، فهو يختلف باختلاف الوضع القانوني، فالغير في الصورية يختلف عن الغير في أثر العقد، وعن الغير في التسجيل، وعن الغير في القيد، وعن الغير في التاريخ الثابت، وعن الغير في حجية الحكم.

الوضع القانوني في الصورية الذي يكون أساساً في تحديد معنى "الغير" يتخلص في وجوب حماية كل من اعتمد على العقد الصوري واطمأن إليه، معتقداً بحسن نية أنه عقد حقيقي فبنى عليه تعامله. فاستقرار التعامل

يقضـــى في هذه الحالة، كما تقضـــي قواعد العدالة، أن يعتبر العقد الصـــوري بالنســـبة إليه عقداً قائماً ينتج أثره إذا كانت له مصلحة في ذلك (مرقص، 1992). وهذا الأساس في تحديد معنى الغير في الصورية يقتضـي أن يكون "غيراً" ما يلي:

1. كل من كسب حقاً عينيًّا من أحد المتعاقدين على الشـيء محل التصـرف الصـوري، سـواءً كان هذا الحق سابقاً للتصرف الصوري أو تاليًّا له:

فلو باع شخص داراً لآخر بيعاً صوريًّا، فكل من كسب حقاً عينيًّا على هذه الدار، قبل التصرف الصوري أو بعده، من البائع أو المشـترى، يعتبر من الغير في البيع الصـوري. مثل من يكسـب الحق العيني من البائع قبل التصرف الصوري كدائن مرتهن يرهن له البائع الدار ثم يبيعها بعد ذلك بيعاً صوريًّا، ومثل من يكسب الحق العيني من البائع بعد التصرف الصوري كمشتري ثانٍ يبيع له البائع الدار مرة أخرى بيعاً جديًّا بعد أن باعها بيعاً صوريًّا، فكل من الدائن المرتهن والمشـتري بعقد جدي يعتبر غيراً بالنسـبة إلى البيع الصـوري، ومن حقه أن يطعن في هذا البيع بالصـورية، حتى يُسلّم له حقه الذي كسـبه من البائع (الجبوري، 2011). ومثل من يكسـب الحق العيني من المشتري بعد صدور التصرف الصوري له كمشتري ثانٍ يبيع له المشتري الصوري الدار بيعاً جديًّا بعد أن اشتراها بعقد صوري، أو دائن مرتهن يرهن له المشترى الصوري الدار.

فكل من المشترى بعقد جدي والدائن المرتهن يعتبر غيراً بالنسبة إلى البيع الصوري، ومن حقه أن يتمسك بهذا البيع، حتى يسلم له حقه الذي كسبه من المشتري (يحيى، 1994). ويستوي أن يكون الشيء محل التصرف الصوري عيناً أو ديناً (غانم، 1988).

يكون الغير هنا هو الخلف الخاص لأحد المتعاقدين في البيع الصـوري، سـواءً كان خلفاً خاصـاً للبائع أو خلفاً خاصـاً للمشـترى. ويكسـب الخلف الخاص حقه من البائع أو من المشـتري بسـبب يُغاير التصـرف الصـوري الصادر من البائع إلى المشتري. فالدائن المرتهن من البائع كسب حقه بعقد الرهن وهو غير البيع الصوري، وكذلك الحال بالنسبة إلى كل من المشـتري بعقد جدي من المشـتري الصـوري، والدائن الذي ارتهن من المشـتري الصـوري الدار. ويترتب على ذلك أنه لا يعتبر غيراً من كسب حقه على العين محل التصرف الصوري بموجب هذا التصرف الصوري نفسه. فلو باع شخص داراً لآخر بعقد ذكر فيه ثمن أقل من الثمن الحقيقي بغية تخفيض رسوم التسجيل، فإن الشـــفيع في هذه الدار لا يعتبر غيراً بالنســـبة إلى هذا البيع، ولا يحق له أن يتمســـك بالثمن المذكور في العقد للأخذ بالشـفعة، بل يجب أن يدفع الثمن الحقيقي إذا أثبته أي من البائع أو المشـترى، ذلك أن الشـفيع إنما كسـب حقه بالشفعة، والشفعة سبب يدخل فيه نفس البيع الذي ذكر فيه الثمن الصوري، فيكون قد كسب حقه بموجب العقد الصـوري، فلا يعتبر غيراً في هذا العقد. والشـفيع قد حل محل المشـتري في البيع، فهو ليس بخلف خاص للمشـتري إذ لم يتلق منه الملكية، وهو في الوقت ذاته بعد أن حل محل المشـــتري قد أصـــبح طرفاً مع البائع في نفس العقد الصوري فلا يصح أن يكون خلفاً خاصاً للبائع.

يترتب على ذلك أيضاً أنه إذا كان عقد الاشتراط لمصلحة الغير ما بين المشترط والمتعهد عقداً صوريًّا، فإنه يجوز للمتعهد أن يتمسك قبل المنتفع بالصورية حتى لو كان المنتفع حسن النية لا يعلم بصورية العقد. ذلك أن المنتفع لا يعتبر غيراً في هذه الصورية حتى يستطيع التمسك بالعقد الظاهر، فهو قد استمد حقه من هذا العقد، وشرط الغير في الصورية ألا يكون حقه الذي تراد حمايته من الصورية مصدره العقد الصوري ذاته.

2. الدائنون الشخصيون لكل من المتعاقدين أطراف الصورية:

دائن المشتري في البيع الصوري يعتبر من الغير، إذ أنه قد اطمأن إلى أن الشيء محل التصرف الصوري قد انتقل إلى المشتري، فدخل في ضمانه العام، وله في هذه الحالة أن يتمسك بالعقد الصوري. وكذلك دائن البائع في البيع الصوري يعتبر من الغير، ولكن لسبب آخر هو أن الشيء محل التصرف الصوري لم يخرج في الحقيقة من ملك البائع، أي لم يخرج من الضمان العام للدائن، فللدائن في هذه الحالة أن يتمسك بالعقد الحقيقي (أبو الخير، 2002).

الدائن الشخصي يعتبر من الغير في الصورية سواءً كان حقه مستحق الأداء أو غير مستحق الأداء، ما دام خاليًّا من النزاع، ومركزه في ذلك كمركزه في الدعوى غير المباشرة، بخلاف دعوى عدم نفاذ تصرفات المدين فحقه يجب أن يكون مستحق الأداء (بنداري، 2014).

لا يشترط كذلك في الدائن الشخصي للبائع، حتى يعتبر من الغير في الصورية، أن يكون حقه سابقاً على التصرف الصوري، بل يصح أن يكون تاليًّا لهذا التصرف، إذ تصرف المدين الصوري يبقى صوريًّا حتى بالنسبة إلى الدائنين الذين استجدوا بعد هذا التصرف (أبو الليل، 1995)، ولا يزال الشيء محل التصرف داخلاً في الضمان العام للدائنين، سواءً من كان منهم سابقاً على التصرف الصوري ومن كان منهم لاحقاً له. وينطبق ذات الامر على الدائن الشخصي للمشترى، فهو من الغير سواءً كان حقه تاليًّا للتصرف الصوري أو سابقاً عليه، ففي الحالتين دخل الشيء ظاهراً في الضمان العام للدائنين. وفى هذا أيضاً يتفق مركز الدائن الشخصي في الصورية مع مركزه في الدعوى غير المباشرة ويختلف عن مركزه في دعوى عدم نفاذ تصرفات المدين.

ثانيًّا: جواز تمسك الغير بالعقد الحقيقي

أقرت المادة (271/ 1) من قانون المعاملات المدنية للغير أن يتمسكوا بالعقد الحقيقي المستتر، وهذا الغير هم دائنو المتعاقدين والخلف الخاص.

الأصل هو أن العقد المستتر، وهو العقد الذي له وجود حقيقي والذي أراده المتعاقدان، هو الذي يسري، حتى بالنسبة إلى الغير. أما العقد الظاهر فلا وجود له، فالأصل فيه أنه لا يسري حتى بالنسبة إلى الغير (عبد الباقي، 1989)، إلا إذا كانت له مصلحة في ذلك، فالعقد المستتر هو إذن الذي يسري في الأصل في حق الغير، حتى لو كان الغير لا يعلم بوجود هذا العقد في مبدأ الأمر، واعتقد أن العقد الظاهر هو عقد جدي، حتى لو كان العقد الظاهر قد تأيّد بحكم، فلا يمنع هذا من الطعن فيه بالصورية والتمسك بالعقد المستتر (أبو الليل، 1995).

يترتب على ذلك أن لدائني البائع، إذا كان البيع صـــورياً، أن يتمســكوا بالعقد المســتتر حتى يتمكنوا من التنفيذ على العين المباعة على أساس أنها لم تخرج من ملك البائع، ولهم أيضـاً أن يتمسكوا بأن البيع حقيقته هبة مستترة حتى يسهل عليهم الطعن فيها بدعوى عدم نفاذ تصرفات المدين دون حاجة إلى إثبات الغش.

هذا كله حتى لو لم يثبت حقهم في ذمة البائع إلا بعد صدور البيع الصوري. وإذا أثبت دائن البائع صورية البيع، فإنه لا يستأثر وحده بالتنفيذ على العين المباعة، بل يشترك معه في التنفيذ سائر الدائنين، ذلك لأن الدائن إنما حصل على حكم يقرر أمراً واقعاً هو أن العين لم تخرج من ملكية المدين، وبذلك تبقى في الضمان العام لكل الدائنين، فلا ينفرد الدائن الذي رفع دعوى الصورية بالتنفيذ عليها وحده.

كذلك للخلف الخاص، الذي كسب حقه من البائع على العين المباعة صورياً. أن يتمسك بالعقد المستتر. ومصلحته في ذلك ظاهرة إذا كان قد كسب حقه بعد صدور البيع الصوري، حتى يكون كسبه لهذا الحق صحيحاً. وله مصلحة كذلك في التمسك بالعقد المستتر حتى لو كسب حقه قبل صدور البيع الصوري، إذا كان هذا الحق لم يشهر على الوجه الذي يوجبه القانون قبل تسجيل البيع الصوري، أو حتى إذا كان قد شهر ولكن الخلف الخاص يريد أن يتجنب إجراءات حق التتبع وألا يتحمل حق التطهير.

كأن يبيع الراهن العين المرهونة بيعا صـــورياً ويكون الدائن المرتهن لم يقيد الرهن قبل تســـجيل البيع الصوري، أو يبيع المالك العين مرة ثانية بيعاً صورياً بعد أن يكون قد باعها بيعاً جدياً ويسجل المشتري الثاني عقده الصوري قبل أن يسجل المشتري الأول عقده الجدي، فللدائن المرتهن، وللمشتري الأول في الحالتين السابقتين أن يتمسكا بالعقد المستتر ويطعنا في العقد الظاهر بالصورية (أبو الخير، 2002)؛ كذلك لا يحتج على المشتري الجدي بتسجيل المشتري الصوري، حتى لو كان المشتري الجدي اشترى بعقد ابتدائي وفسخ هذا العقد، لأن المشتري الجدي في هذه الحالة يصبح دائناً للبائع الصوري، وله بهذه الصفة الطعن بالصورية في البيع الصوري المسجل.

في ذلك قضت محكمة النقض المصرية بأنه "متى كان الواقع هو أن الطاعن قد أقام الدعوى يطلب فيها الحكم أولاً بصحة ونفاذ عقد البيع الصادر له من المطعون عليه الثاني، وثانياً ببطلان عقد البيع المسجل الصادر من هذا الأخير إلى المطعون عليه الأول واعتباره كأن لم يكن لصوريته، وكان الحكم المطعون فيه إذ قضى برفض دعوى الطاعن أقام قضاءه على أساس أن الحكم بفسخ العقد الابتدائي المبرم بين الطاعن والمطعون عليه الثاني يترتب عليه تبعاً رفض هذه الدعوى، مع أن الحكم بفســـخ العقد المذكور لا يســـتتبع رفض الدعوى المقامة من الطاعن بطلب إبطال العقد الصـــادر من المطعون عليه الثاني إلى المطعون عليه الأول للصـــورية، ومن ثم فإن الحكم إذ قضى بذلك أخطأ في تطبيق القانون، لأن من حق الطاعن بوصفه دائناً للمطعون عليه الثاني بما عجله له من الثمن أن يطعن في تصـــرفات مدينه الصـــورية، وكان لزاماً على المحكمة أن تتناول بالبحث والتمحيص ما قدمه الطاعن من أدلة على الصورية وتفصل فيها".

ثالثاً: جواز تمسك الغير بالعقد الصوري:

للغير أيضاً أن يتمسك بالعقد الصوري الظاهر إذا كانت له مصلحة في ذلك، فقد تكون مصلحة الغير في التمسك بالعقد الظاهر. وهو ما أقرته المادة (1/271) من قانون المعاملات المدنية العماني من أن لدائني المتعاقدين والخلف الخاص أن يتمسكوا بالعقد الظاهر متى كانوا حسني النية.

تبرز هنا أهم قاعدة من قواعد الصورية، وهي التي تميزها عن غيرها من الأوضاع القانونية. فتمسك الغير بالعقد المستتر ما هو إلا تطبيق للقواعد العامة، فإن العقد المستتر هو الذي يسرى، وهذا هو الاستثناء، ولكنه استثناء يطغى في كثير من الأحوال على القاعدة، ويصبح للغير أن يختار بين العقد المستتر أو العقد الظاهر حسب مصلحته، وهو إذا تمسك بالعقد المستتر، فلأنه العقد الحقيقي الذي أراده المتعاقدان، وإذا تمسك بالعقد الظاهر، فلأن هذا العقد قد خلق مظهراً انخدع به واطمأن إليه، وليس للمتعاقدين أن يستفيدوا من غشهما في علاقتهما بالغير.

فالعقد المستتر يقتضيه مبدأ سلطان الإرادة، والعقد الظاهر يقتضيه مبدأ استقرار التعامل، ومما يدل على أن الاستثناء يطغى في كثير من الأحوال على القاعدة، أنه إذا تعارض الاستثناء مع القاعدة، وتمسك أحد الأغيار بالعقد الظاهر وتمسك "غير" آخر بالعقد المستتر، فإن المتمسك بالعقد الظاهر، وهو الاستثناء هو الذي تُرجّح كفته. فللغير أن يتمسك بالعقد الظاهر إذا تحققت له مصلحة في ذلك ومن ثم يكون لدائن المشتري في البيع الصوري أن يتمسك بالعقد الظاهر، حتى يتمكن من التنفيذ على العين التي اعتبرت بالنسبة إليه داخلة في ملك المشتري بموجب العقد الظاهر، ولو كان حق هذا الدائن ثابتاً في ذمة المشتري قبل صدور البيع الصوري، للدائن أن يطلب إخراج دائن آخر بعقد مستتر من مقاسمته مال المدين، متمسكاً بالظاهر وهو انعدام المديونية، فلا يسري عليه بذلك عقد الدين المستتر (أبو الخير، 2002).

ولا يستأثر دائن المشتري بالتنفيذ على العين، بل يشترك معه في ذلك سائر دائني المشتري، لذات الأسباب التي تنطبق على دائن البائع (بنداري، 2014)، كذلك للخلف الخاص الذي كسب حقه من المشتري أن يتمسك بالعقد الظاهر. ومن ذلك دائن مرتهن من المشتري، أو صاحب حق ارتفاق، أو صاحب حق انتفاع، أو مشترٍ ثانٍ، كل هؤلاء لهم أن يتمسكوا بالعقد الظاهر، فيعتبر الحق العيني قد انتقل إليهم من المالك.

حيث أن أساس تمسك الغير بالعقد الظاهر هو اطمئنانه إلى هذا العقد، فيجب إذن ليتمكن من التمسك بالعقد الظاهر أن يكون حسن النية (الفار، 2005)، أي لا يعلم وقت تعامله مع المالك الظاهر أن العقد الظاهر إنما هو عقد صوري، بل اعتقد أنه عقد جدي واطمأن إليه وبنى عليه تعامله. أما إذا كان عالماً وقت تعامله بصورية العقد الظاهر، فليس ثمة مبرر لحمايته، وكان العقد الذي يسري في حقه هو العقد الحقيقي، شأنه في ذلك شأن المتعاقدين (أبو الخير، 2002). ويكفي أن يكون الغير جاهلاً بصورية العقد وقت تعامله، حتى لو علم بها بعد ذلك. فإذا كان دائناً شخصيًّا للمشتري وكان التصرف الصوري سابقاً على حقه، وجب أن يكون وقت أن أصبح

دائنا للمشـتري قد اعتقد أن التصـرف الصـوري الذي سـبق حقه إنما هو تصـرف جدي، وقد اطمأن إليه على هذا الاعتبار. وكذلك الحال لو انتقل إليه حق عيني من المشـتري بعد صـدور التصـرف الصـوري، فيجب وقت انتقال الحق العيني إليه أن يكون معتقداً جدية التصرف الصوري.

يفترض أن الغير حســن النية لا علم له بالعقد المســتتر، وعلى من يدعي عكس ذلك أن يثبت ما يدعيه (غانم، 1988). وحيث أن العلم بالعقد المســتتر واقعة مادية، فإنه يجوز إثباتها بجميع الطرق، بما في ذلك البينة والقرائن.

يتضح مما سبق أنه يجوز للغير التمسك بالعقد الحقيقي بشرط أن يثبت صورية العقد الظاهر، كما يجوز له أن يتمسك بالعقد الصوري متى كان حسن النية أي لا يعلم شيئاً عن العقد الحقيقي. ولذلك فقد تتعارض مصلحة الأغيار، فقد يتمســـك البعض بالعقد الظاهر، ويتمســـك البعض الآخر بالعقد الحقيقي، وفي هذه الحالة تكون الأفضـلية بنص المادة (2/271) للأولين أي لمن يتمسك بالعقد الظاهر حمايةً لحسن نيته واعتماده على الوضـع الظاهر وفي ذلك اسـتقرار للمعاملات، فالقانون ضــحى بالمنطق القانوني الدقيق لمصــلحة اسـتقرار المعاملات، وحماية اطمئنان الناس إلى ما ظهر من غيرهم وأخذهم له مأخذ الجد (سلامة، 1982).

يترتب على ذلك أن دائن المشـتري في البيع الصـوري يفضـل على دائن البائع، فيقوم هو دون دائن البائع بالتنفيذ على العين المباعة صـوريًا، متمسـكاً بالعقد الظاهر إذ هو في مصـلحته، ويمتنع على دائن البائع أن ينفذ على هذه العين وأن يتمسك بالعقد المستتر. ويترتب على ذلك أيضـاً أن من كسب حقاً عينيًا من المشـتري الظاهر يفضـل على من كسـب حقاً عينيًا من البائع الظاهر فلو أن البائع بعد أن صـدر منه البيع الصـوري باع مرة أخرى بيعاً جديًا لمشتري آخر وسجل هذا المشترى عقده، ثم باع المشترى الظاهر بعد ذلك العقار بيعاً جديًا لمشتري ثانٍ، فإن المشتري من المشتري يفضل على المشتري من البائع.

الخاتمة:

شروط دعوى الصـورية بسـيطة فهي تشـترط فقط أن يكون حق الدائن موجوداً وثابتاً، دون الحاجة إلى أن يكون دينه مسـتحق الأداء أو سـابقاً في تاريخه على التصـرف الصـوري، ولا يلزم أن يكون الهدف من الصـورية الإضرار بالدائن، كما لا يلزم إثبات إعسار المدين؛ ولذلك فهي أسهل في شروطها من الدعوى غير المباشرة؛ لأن دعوى الصــورية تهدف إلى الحقيقة وإثبات كذب التصــرف الصــوري. ولكن للأســف فإن آثار هذه الدعوى قليلة الفائدة بالنســبة للدائن رافع الدعوى؛ لأنه على فرض نجاحه في اثبات الصــورية فإن آثار الدعوى لا يســتفيد منها رافع الدعوى وحده، بل يستفيد منها سائر الدائنين الآخرين الذين لم يشتركوا في رفعها.

النتائج

1. الدائنين الشخصين يعتبرون من الغير في الصورية، حيث تجب حمايتهم من غش المدين أو حيث يحق لهم أن يطمئنوا إلى المركز الظاهر وأن يتعاملوا على مقتضاه، وهم لا يعتبرون من الغير فيما عدا ذلك من الأوضاع القانونية، كنسبية أثر العقد وحجية الحكم وثبوت التاريخ والتسجيل، فيسري في حقهم أثر العقد وحجية الأمر المقضي والتاريخ غير الثابت والعقد غير المسجل.
2. للغير أن يتمسك بالعقد الحقيقي المستتر لأنه العقد الذي اتجهت إليه إرادة المتعاقدين، وهذا ما يتفق مع القواعد العامة في انصراف آثار العقد. ولكن يجب إثبات صورية العقد الظاهر، وله ذلك بكافة الطرق، لأن الصورية بالنسبة لهم مجرد واقعة قانونية حيث لم يكونوا طرفاً فيها، ولذلك يجوز لدائن البائع التمسك بالعقد الحقيقي بشرط أن يثبت أن عقد البيع الظاهر مجرد بيع صوري لم يخرج المبيع من ملكية البائع؛ فيستطيع التنفيذ عليه.
3. يجوز للغير أن يتمسك بالعقد الصوري الظاهر متى كان حسن النية أي لا يعلم بوجود عقد حقيقي مستتر. وفي ذلك خروج على القواعد العامة، لأن العقد الصوري لم تتجه إليه إرادة المتعاقدين أصلاً، ولكن القانون غلب قاعدة حسن النية وحماية الوضع الظاهر الذي اطمأن إليه الغير، والأصل هو حسن نية الغير ومن يدعي غير ذلك يقع عليه عبء الإثبات.

المقترحات والتوصيات: فيما يتعلق بآثار الصورية بالنسبة للغير، فقد قصر المُشرّع العماني مفهوم الغير على ذكر الدائن والخلف الخاص فقط، غير أن مصطلح الغير أشمل من ذلك، وكان من الأفضل استعمال مصطلح الغير لشموليته، بدلاً من الاقتصار على الدائنين والخلف الخاص.

المصادر والمراجع:

1. أبو الخير، عبد السميع (2002). أحكام الالتزام في قانون المعاملات المدنية الإماراتي، مطبوعات جامعة الإمارات العربية المتحدة.
2. أبو السعود، رمضان (1994). أحكام الالتزام، الدار الجامعية للطباعة والنشر، بيروت.
3. أبو الليل، إبراهيم الدسوقي (1995). أحكام الالتزام، دار الشريف للنشر، الكويت.
4. البدراوي، عبد المنعم (1991). أحكام الالتزام، دار النهضة العربية، القاهرة.
5. بركان، سلوى (2013). الصورية في التعاقد، رسالة ماجستير منشورة، جامعة عبد الرحمن ميرة، الجزائر.
6. بنداري، محمد إبراهيم (2014). الوجيز في أحكام الالتزام في قانون المعاملات المدنية العماني، دار النهضة العربية، القاهرة.
7. تناغو، سمير عبد السيد (2009). أحكام الالتزام والإثبات، مكتبة الوفاء القانونية، الإسكندرية.
8. الجبوري، ياسين محمد (2011). الوجيز في شرح القانون المدني الأردني، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان.
9. الدناصوري، عز الدين والشواربي، عبد الحميد (2000). الصورية في الفقه والقضاء، منشاة المعارف، الإسكندرية.

10. راغب، وجدي (1984). النظرية العامة للعمل القضائي – التنفيذ، منشأة المعارف، الإسكندرية.
11. سعد، نبيل إبراهيم (2011). أحكام الالتزام والإثبات، دار الجامعة الجديدة، الإسكندرية.
12. السعدي، محمد صبري (2010). الواضح في شرح القانون المدني، أحكام الالتزام، دار الهدى، الجزائر.
13. سلامة، أحمد (1982). مذكرات في أحكام الالتزام، مطبعة المعرفة، القاهرة.
14. سلطان، أنور (1983). الموجز في نظرية الالتزام: أحكام الالتزام، دار النهضة العربية، القاهرة.
15. السنهوري، عبد الرزاق (1968). الوسيط في شرح القانون المدني، دار احياء التراث العربي، بيروت.
16. عبد الباقي، عبد الفتاح (1989). دروس في أحكام الالتزام، مطبعة جامعة القاهرة، القاهرة.
17. عبد الله، عبد الله عبد الكريم (2020). الضـــمانات القانونية لحماية الدائن في قانون المعاملات المدينة القطري، مجلة الحقوق والعلوم السياسية والإدارية، (27): 284-302.
18. العربي، بلحاج (2015). أحكام الالتزام في القانون المدني الجزائري، دار هومة للطباعة، الجزائر.
19. العمروسي، أنور (1994). الصورية وورقة الضد في القانون المدني، دار المطبوعات الجامعية، الإسكندرية.
20. غانم، إسماعيل (1956). في النظرية العامة للالتزام: أحكام الالتزام، مكتبة سيد عبد الله وهبة، القاهرة.
21. الفار، عبد القادر (2005). أحكام الالتزام: آثار الحق في القانون المدني، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان.
22. فرج، توفيق حسن (2002). أحكام الالتزام، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت.
23. قاسم، محمد حسن (2010). المدخل إلى القانون والالتزامات، دار المطبوعات الجامعية، الإسكندرية.
24. مرقص، سليمان (1992). الوافي في شرح القانون المدني في الالتزامات: أحكام الالتزام، دار الكتب القانونية، القاهرة.
25. نشأت، أحمد (1972). رسالة الإثبات، دار الفكر العربي، القاهرة.
26. يحيى، عبد الودود (1994). الموجز في النظرية العامة للالتزامات، دار النهضة العربية، القاهرة.

تنفيذ العقوبة في قانون الجزاء العماني
مفهومه – شروطه - وآثاره

منصور بن سيف بن محمد بن الكعبي
mansoor.alkaabi962@gmail.com
دكتوراة القانون العام – جامعة المنصورة – مصر

الملخص:

يعتبر مبدأ إيقاف تنفيذ العقوبة، أحد أهم الموضـوعات في التشـريعات الجنائية الحديثة، إذ لا غنى عنه في أي نظام تشـريعي أو قضـائي عادل، يهدف إلى إعادة إصـلاح وتأهيل بعض مرتكبي الجرائم ممن لم تكن جرائمهم ذات خطورة جسـيمة، أو أنهم بارتكابهم لهذه الجرائم البسـيطة لا يُشـكّلون خطورة على القانون والمجتمع على حد سواء. ويهدف نظام وقف التنفيذ إلى تهديد الجاني بالحكم الصـادر ضـده بالعقوبة، وذلك بأن يُخوّل القاضـي سلطة الأمر بوقف تنفيذ العقوبة التي يصـدر بها حكمه لمدة محددة من الزمن نص عليها القانون، وتكون هذه المدة بمثابة فترة للتجربة، يكون المحكوم عليه خلالها مطالباً بعدم ارتكاب جريمة جديدة إذا أراد التخلص من العقوبة المحكوم بها عليه واعتبار الحكم الصـادر بها كأن لم يكن، وإلا نفذت عليه العقوبة، فضـلاً عما يحكم به عليه نتيجة لارتكابه جريمة أخرى.

الكلمات المفتاحية: آثار وقف التنفيذ، سـلطة القاضـي الجنائي، شـروط وقف التنفيذ، العقوبة، وقف التنفيذ.

Abstract:

The principle of suspending the execution of the penalty is one of the most important topics in modern criminal legislation, as it is indispensable in any just legislative or judicial system, which aims to reform and rehabilitate some perpetrators of crimes whose crimes were not of grave danger, or who, by committing these minor crimes, do not constitute Dangerous to law and society alike. The legal system for suspending execution aims to threaten the offender with the sentence issued against him, by authorizing the judge to order the suspension of the execution of the penalty for which his judgment is issued for a specific period of time stipulated by law, and this period shall serve as a period of probation, during which the convict is required not to commit a new crime If he wants to get rid of the sentence imposed on him, and consider the ruling issued by it as if it had not been, otherwise the penalty will be carried out on him, in addition to what he is sentenced to, as a result of committing another crime.

Keywords: Conditions of Suspension of Sentence, Effects of Suspension of Sentence, Suspension of Sentence, Powers of Criminal Judge, Punishment.

مقدمة:

وقف تنفيذ العقوبة، أو ما يُعرف في بعض التشـريعات بتعليق تنفيذ الأحكام على شـرط، هو أحد أنظمة التفريد العقابي، وهو من الأنظمة التي اقترحتها المدرسة القانونية الوضعية الإيطالية لما يُعرف بمجرمي الصدفة، وهم أقل الجناة خطراً على المجتمع لأن تنفيذ العقوبة عليهم قد يكون سبباً لإفسادهم لا تقويمهم وإصلاحهم وتأهيلهم للانخراط في المجتمع من جديد، وقد يخلق تنفيذ العقوبة منهم تدريجيًّا مجرمين يعتادون الإجرام بسـبب اختلاطهم في السجون بغيرهم من معتادي الإجرام.

وكما يحاول المُشرّع الجزائي مكافحة العود إلى الجريمة بطريق التهديد، فيهدد المجرم بتشديد العقاب عليه إذا عاد إلى ارتكاب الجريمة، كذلك فإن المُشـرّع، يُرغِب من أقدم على الإجرام لأول مرة في عدم العود إلى الإجرام بأن يمنع تنفيذ العقاب عليه عند ارتكابه الجريمة للمرة الأولى، بشـرط أن يمضـي مدة لا يرتكب خلالها جرماً، فإذا أخل بهذا الشرط نُفّذ عليه الحكم المعلق، فمن يخشى توقيع الجزاء المعلق يمتنع عن الإجرام.

فنظام إيقاف تنفيذ العقوبة قصد به مواجهة شخص يتورط في ارتكاب جريمة ويتضح من ظروفه وسنه، وأخلاقه أنه لن يعود إلى ارتكاب الجريمة مرة ثانية، ولذا فإن تنفيذ العقوبة فيه سـوف لن يفيد المحكوم عليه، ولن يفيد المجتمع، لأن دخوله السجن سوف يتيح له فرصة تعلم الإجرام من المساجين، ومن أجل ذلك فإنه يصدر الحكم بالعقوبة السالبة للحرية ثم يُوقف تنفيذها، وذلك لتجنب مساوئ تنفيذ العقوبة السالبة للحرية ذات المدة القصيرة الصادرة عليه. وهذا الإيقاف يجعله يسلك السلوك السوي في المجتمع حتى لا يُلغى الإيقاف ويدخل السجن، ومن هنا تتحقق أحد أهداف العقوبة وهي الردع الخاص، كما يتحقق الردع العام وتحقيق العدالة من خلال النطق بالحكم بالإدانة.

ولا تختلف قواعد إيقاف التنفيذ كثيراً في بعض التشريعات عن بعضها الآخر، فإن مبناه إن بعض الأحكام المعتدلة الشدة وهي الصادرة بالحبس لمدة لا تزيد عن سنة وفي بعض التشريعات الأخرى ثلاث سنوات، وهو ما أقره المُشرّع العماني، يمكن إيقاف تنفيذها لمدة معينة، بشروط معينة على المجرم الذي يرتكب جرماً للمرة الأولى، ولا يجد القاضي في جريمته الشدة ولا في شخصيته ميلاً إلى الإجرام، بل يعتبره من المجرمين صدفةً الذين يُرجى إصلاح حالهم، فإذا عاد المحكوم عليه مع إيقاف التنفيذ لارتكاب أخرى أثناء هذه المدة، نُفّذ عليه الحكم السابق إيقافه، وان لم يرتكب أثناء هذه المدة جريمة ثانية، سقط عنه العقاب المعلق واعتبر الحكم به كأن لم يكن.

وإيقاف التنفيذ لا يكون عادةً في العقوبات الشديدة، فلا يُوقف تنفيذ السجن إن زاد عن المدة المقررة قانوناً وهي سنة في معظم التشريعات، لأن هذه العقوبات إنما في جرائم شديدة لا يصح فيها إيقاف التنفيذ خشية أن يؤدي أمل المجرم في إيقاف التنفيذ إلى ارتكابها مرة ثانية، فبذلك يختل ميزان العدل، ولأن فكرة العدل والعقاب تتعارض مع مبدأ إيقاف التنفيذ في أمثال هذه الجرائم.

كما لا يكون إيقاف التنفيذ في الجرائم البسيطة، كالمخالفات لأن العقاب فيها يكون بسيط ولا يؤثر على نفس الإنسان بنفس تأثير الحبس الطويل، والحكم بإيقاف التنفيذ من اختصاص محكمة الموضوع، ويرجع للسلطة التقديرية للقاضي الجزائي في جميع التشريعات، فيجوز أن يحكم به أو لا يحكم.

تعرض نظام إيقاف تنفيذ العقوبة إلى النقد من عدة زوايا، منها أنه يُفرق بين مرتكبي جريمة واحدة أو جرائم تتقارب من حيث جسامتها، وبذلك يخل هذا بمبدأ المساواة، حيث يحكم على البعض بالإدانة وتنفيذ العقوبة في حقهم، بينما يوقف تنفيذ العقوبة للبعض الأخر. بيد أن هذا النقد يرد عليه، لأن نظام إيقاف التنفيذ يتطلب الاختلاف في المعاملة بين المحكوم عليه طبقاً للظروف والاحتياطات للتأهيل لهم، وهذا تطبيق لمبدأ التفريد العقابي الذي لا يتفق مع المساواة المجردة.

كما أُخذ على هذا النظام أنه يهدر بعض أغراض العقوبة وهي الردع العام وتحقيق العدالة، فعدم تنفيذ العقوبة على المحكوم عليه يعصف بالشعور العام بالعدالة لدى الكافة ويقلل من الردع العام، غير أن هذا النقد يُرد عليه بأن إيقاف التنفيذ لا يهدر هذين الغرضين لأن المحكوم عليه مهدد بإلغاء إيقاف التنفيذ إذا أخل بالشروط المحددة قانوناً في خلال الفترة المحددة، وهذا يرضي العدالة ويحقق الردع العام، هذا بالإضافة إلى أن إيقاف التنفيذ متروك للسلطة التقديرية للقاضي فمتى ثار لديه شك في أن أحد أغراض العقوبة سوف يُهدر فأنه لا ينطق بإيقاف التنفيذ، كما أُخذ على هذا النظام خلّوه من الإشراف على سلوك المحكوم عليه خلال فترة إيقاف التنفيذ للعقوبة على الرغم من حاجة هذا الشخص إلى المساعدة في القضاء على العوامل التي دفعته إلى ارتكاب جريمته. ولا يكفي القول بأن تهديده خلال فترة الإيقاف بتطبيق العقوبة عليه إذا أخل بالشروط خلال المدة المحددة قانوناً، وذلك لأن التهديد غير كافٍ لخلق إرادة التأهيل لديه، وإنما يحتاج إلى توجيه ورقابة ومساعدة له على القضاء على العوامل الإجرامية، وهذا النقد الجدّي هو الذي أدى إلى تفضيل نظام الاختبار القضائي لاشتماله على التوجيه والمساعدة لمن يخضع له.

أهمية البحث:

أ. **الأهمية العلمية:** إن نظام وقف تنفيذ العقوبة هو أحد أساليب تفريد العقاب، فهو يهدف إلى معاملة كل مرتكب للجريمة على الوجه الذي يتلاءم مع شخصيته وظروفه والحيلولة دون الحكم عليه بعقوبة سالبة للحرية، نتيجة لارتكابه جريمة صدرت منه لأول مرة ولم تكن على درجة من الخطورة، ومن ثم تفادي إيداعه للمؤسسة العقابية وهي السجن، واختلاطه مع أرباب السوابق والمجرمين الذين هم على درجة عالية من الخطورة الإجرامية.

ب. **الأهمية العملية والتطبيقية:** يرجع السبب في اختيار موضوع البحث في كونه من الموضوعات ذات الأهمية في القانون الجنائي، لاسيما وأنه يتقاطع مع حريات الأفراد وحقوقهم، فيسعى للمحافظة على تلك الحريات وترسيخها بالقدر اللازم. وتتعدى أهمية موضوع وقف تنفيذ العقوبة للنواحي القانونية، حيث أنه يُرتب أثار اجتماعية هامة تتمثل في إبعاد الجاني عما قد يدفعه إلى الخوض في التعود على الإجرام لمعرفته بأساليب

ارتكاب الجرائم نتيجة لمخالطته لأنواع المجرمين في حال ما نُفذّت عليه عقوبة السجن، مما يؤدي إلى المحافظة على هذا المتهم، كشخص يُساهم في بناء مجتمعه بالطرق السوية بعد التأكد من غلق كافة سبل عودته إلى طريق الجريمة.

إشكالية البحث:

تتلخص الإشكالية الرئيسية للبحث في مسألة مدة وقف تنفيذ العقوبة، والأفعال المنهية لوقف التنفيذ التي قد يأتي بها المتهم، فهل تؤثر الجرائم التي يكون المحكوم عليه قد اقترفها في السابق، وقبل الحكم عليه في الجريمة الجديدة، وما هو الوضع في حال ارتكاب المحكوم عليه لجريمة أخرى خلال فترة إيقاف التنفيذ.

تساؤلات البحث:

يُجيب البحث عن التساؤلات التالية:

1. ما هو مفهوم وقف تنفيذ العقوبة؟ وما هي مبرراته القانونية والاجتماعية؟ وما هي شروطه؟
2. ما هي مدة وقف التنفيذ وأثر انقضائها؟
3. ما هي الأسباب المؤدية لإلغاء وقف تنفيذ العقوبة؟
4. ما هي الآثار المترتبة على وقف تنفيذ العقوبة؟
5. ما هو موقف المُشرّع العماني من نظام وقف تنفيذ العقوبة طبقاً لقانون الجزاء العماني النافذ الصادر بالمرسوم السلطاني رقم (7) لسنة 2018م؟

أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف، وهي:

1. بيان مفهوم مبدأ وقف تنفيذ العقوبة، في الفقه والقضاء والقانون.
2. توضيح الشروط اللازم توافرها لإعمال مبدأ وقف تنفيذ العقوبة، سواءً المتعلقة بالمجرم، أو الجريمة أو العقوبة.
3. توضيح حدود سلطة القاضي الجنائي في الأخذ بمبدأ وقف تنفيذ العقوبة.
4. بيان الآثار المترتبة على إعمال مبدأ وقف تنفيذ العقوبة على المتهم.

هيكلية البحث:

قسّم البحث إلى مطلبين، يستعرض المطلب الأول مفهوم وقف تنفيذ العقوبة وشروطه، وينقسم بدوره إلى فرعين، يتناول الفرع الأول تعريف وقف تنفيذ العقوبة، بينما يتناول الفرع الثاني شروط وقف تنفيذ العقوبة. أما

المطلب الثاني فخصص لبيان آثار وقف التنفيذ وسلطة القاضي في الحكم بوقف التنفيذ، وقسّم أيضاً إلى فرعين، يتناول الفرع الأول آثار وقف التنفيذ، بينما يوضح الفرع الثاني سلطة القاضي في الحكم بوقف التنفيذ.

المطلب الأول: مفهوم وقف تنفيذ العقوبة وشروطه:

للحد من مساوئ العقوبة السالبة للحرية قصيرة المدة اتجهت السياسة الجزائية إلى أنه يمكن إصلاح المحكوم عليهم خارج السجن لتجنب فئة من الجناة الآثار السلبية التي قد تترتب على تلك العقوبة نتيجة الاختلاط داخل السجون مع المجرمين الخطرين ومعتادي الإجرام (خضر، 1984)، حيث لجأت التشريعات الجنائية إلى إيجاد بدائل متعددة لتلك العقوبة، ومن أهمها وقف تنفيذ العقوبة، وعدم النطق بها، وتأجيل العقوبة، والوضع تحت الاختبار. إذ أن المُشرّع يهدف من النص على هذه البدائل إلى جانب الحد من توقيع عقوبة الحبس قصير المدة إلى إعطاء القاضي سلطة تقديرية تُمكّنه من تحقيق تفريد العقاب، على النحو الذي يتفق مع مقتضيات تأهيل كل محكوم عليه على حدة بما يتلاءم مع شخصيته، ودون تعارض مع اعتبارات الردع العام وقواعد العدالة. ولعل من اهم أسباب اللجوء إلى مثل هذا النظام وغيره من بدائل العقاب، ما حدث نتيجة للتوسع في تطبيق نظام الظروف القضائية المخففة، حيث أدى ذلك إلى الحكم في كثير من الأحيان بعقوبات حبس دنيا وتافهة، الأمر الذي أفقد الحبس أهميته وأثره، وأدى إلى زيادة العود إلى الجريمة والاعتياد على الإجرام.

تختلف قواعد الإيقاف في بعض التشريعات عن بعضها الأخر، ويظهر هذا الاختلاف في مبدأين، الأول، خاص بما يوقف، والثاني خاص بمدة الإيقاف. فبالنسبة للمبدأ الأول، تجعل بعض التشريعات الإيقاف لتنفيذ العقاب فينطق القاضي بالإدانة ويُقدر العقوبة ويُعلق تنفيذها على شرط، وهذا هو المتبع في التشريع العماني والتشريع المصري، وسائر التشريعات اللاتينية. وتذهب بعض التشريعات الأخرى التي تعتنق المذهب الانجلوسكسوني إلى الأخذ بمبدأ تعليق النطق بالحكم فلا يصدر القاضي حكماً بالإدانة ولا ينطق بالعقاب. وفي ذلك فائدة أدبية يشعر بها المجرم كأنه لم يرتكب جريمة، وكأنه لم يحاكم ولم يعاقب، ومن عيوب هذا النظام صعوبة الرجوع إلى الدعوى السابقة المعلقة بعد مرور مدة من الزمن عليها لإصدار حكم بالعقاب فيها إذا عاد المتهم للإجرام (الشاذلي، 2001).

بالنسبة للمبدأ الثاني، والخاص بمدة الإيقاف فقد اختلفت أيضاً التشريعات في تحديدها، فبينما ذهب بعضها إلى تحديدها بمدة معينة كثلاث أو خمس سنوات، ذهبت بعض التشريعات الأخرى إلى ترك ذلك للقاضي، حيث جعلت له حرية تقدير المدة التي يراها مناسبة بالنسبة للمجرم ولنوع الجريمة بشرط ألا تزيد عن حد أعلى معين. غير أن تحديد مدة من قبل المُشرّع أقرب إلى نشر العدل والمساواة بين الناس. وهو ما اعتنقه المُشرّع العماني بتحديد مدة الإيقاف بثلاث سنوات وفقاً للمادة (73) من قانون الجزاء العماني الصادر بالمرسوم السلطاني رقم 2018/7م.

الفرع الأول: تعريف وقف تنفيذ العقوبة:

وقف تنفيذ العقوبة هو تعليق تنفيذ العقوبة خلال فترة يحددها القانون، فإذا لم يرتكب المحكوم عليه أية جريمة خلال تلك الفترة سقط الحكم بالعقوبة، واعتبر كأن لم يكن، أما إذا عاد إلى ارتكاب الجريمة خلال تلك المدة أو أخل بشرط من شروط وقف التنفيذ، فيلغى وقف التنفيذ بحيث تنفذ به العقوبة المحكوم بها (الحسيني، 1998، ص344).

ويقصد بنظام وقف تنفيذ العقوبة تعليق تنفيذها، فور صدور حُكم بها، على شرط موقف خلال فترة اختبار يحددها القانون (السعيد، 1974، ص764). ويتضح من هذا التعريف أن وقف التنفيذ يفترض أولاً، إدانة المتهم وصدور حكم بعقوبة عليه، وثانيًا عدم اتخاذ الإجراءات اللازمة لتنفيذ العقوبة المحكوم بها (حسني، 1998). فإذا كان الحكم صادراً لعقوبة سالبة للحرية، يترك المتهم حراً، وإذا كان محبوساً احتياطيًا يُفرج عنه، وفي حالة صدور الحكم بالغرامة لا يُطالب بأدائها، وثالثاً، إن تحقق الشرط الموقف خلال مدة الاختبار، يترتب عليه تنفيذ العقوبة، أما إذا لم يتحقق، فلا تُنفذ العقوبة بل إن الحكم الصادر بها يعتبر كأن لم يكن (عبد الملك، 1996، ص198).

كما يعني وقف تنفيذ العقوبة، صدور حكم بالإدانة على المتهم وتعليق تنفيذ العقوبة على شرط خلال فترة يحددها القانون، فإن أخل المحكوم عليه بشروط الإيقاف خلال المدة المحددة ألغي هذا الإيقاف وتنفيذ العقوبة، أما إذا انتهت المدة دون إخلال بالشروط فإن حكم الإدانة الصادر ضده بالعقوبة يعد كأن لم يكن (جاد، 2005، ص512).

وهو تعليق تنفيذ العقوبة التي قُضي بها على المتهم على شرط موقف خلال مدة يحددها القانون، فإذا حُكم على شخص بعقوبة سالبة للحرية، وقضت المحكمة بإيقاف تنفيذ هذه العقوبة، يظل المحكوم عليه متمتعاً بحريته أو يفرج عنه إذا كان محبوساً حبساً احتياطيًا، ويكون ذلك لفترة معينة، فإذا تحقق الشرط الموقف قبل انتهاء هذه الفترة، فإن إيقاف التنفيذ يُلغى، وتُنفّذ العقوبة في المحكوم عليه، أما إذا انقضت المدة دون تحقق هذا الشرط، فإن الحكم بالإدانة يعتبر كأن لم يكن (عبد الستار، 1987، ص70).

وعلى تقرير هذا النظام، الذي يعد صورة لتطبيق العقوبة في إطار السلطة التقديرية للقاضي، هي منع المحكوم عليه بعقوبة سالبة للحرية لمدة قصيرة من الاختلاط بغيره من المجرمين الأكثر خطورة لتفادي ما يترتب على ذلك من مساوئ. كما أن هذا النظام ينطوي على تهديد للمحكوم عليه بتنفيذ العقوبة خلال مدة الاختبار إذا صدر منه ما يخالف أحكامه مما يدفعه إلى إصلاح شأنه.

يعتبر نظام وقف تنفيذ العقوبة أحد أساليب المعاملة العقابية التي قررها المُشرّع لفئة معينة من المحكوم عليهم، وهو ما يسمى في السياسة الجزائية بالمعاملة الجزائية التي تتم في وسط حر أي بعيداً عن السجون، فهو يُشكّل قطعة غالية من التفريد القضائي (حبتور، 2015). ويعد هذا النظام أحد ثمار تقدم الأبحاث الجزائية في مجال علمي الإجرام والعقاب، فقد أدت هذه الأبحاث إلى تأكيد السياسة الجزائية الحديثة على أنه يمكن إصلاح

الجاني وتأهيله دون سلب حرياته وحرمانه من بعض الحقوق والمزايا، وذلك من خلال الالتزامات التي يقترن بها الحكم بوقف التنفيذ، فهو يعد إنذاراً للمحكوم عليه، وذلك بتهديده بتنفيذ العقوبة الموقوفة إذا خل بتلك الالتزامات، فهي تهدف إلى منع الجاني من العود إلى ارتكاب الجريمة في المستقبل، وذلك متى ما اقتنع القاضي بظروف الجريمة وأخلاق الجاني وماضيه بأنه لن يعود إلى ارتكاب جريمة أخرى (حسني، 1998).

يؤكد جانب من الفقه أنه إذا كان الهدف النهائي للعقوبة هو حماية المجتمع من مخاطر وأضرار الظاهرة الإجرامية فإن سلب الحرية أو الإيلام المقصود أحداثه بالجاني أو حرمانه من بعض الحقوق والمزايا مقابل ارتكاب الجريمة، لم يعد كل ذلك يمثل الآن الغاية الأساسية للعقوبة باعتبارها إحدى وسائل المجتمع لتحقيق هذا الهدف، وإنما أصبحت العقوبة تسعى أساساً إلى تحقيق غاية معينة هي الحيلولة دون عودة الجاني إلى طريق الإجرام، ولن يتأتى تحقيق هذه الغاية إلا بواسطة تأهيل وإصلاح الجاني والعمل على إعادة تكيّفه مع المجتمع، ولعل ما يُفسر أن المُشرّع يُعلق الأمر بوقف تنفيذ العقوبة المحكوم بها على اقتناع المحكمة المستمد من أخلاق المحكوم عليه أو ماضيه أو سنه أو الظروف التي ارتكبت فيها الجريمة بأن هذا الجاني لن يعود إلى مخالفة القانون بارتكاب جريمة جديدة (الجوهري، 2002).

بينما يرى جانب أخر من الفقه أن نظام تعليق تنفيذ العقوبة على شرط يهدف أساساً إلى تفادي مساوئ العقوبات السالبة للحرية قصيرة المدة، تلك المساوئ التي تترتب على اختلاط المحكوم عليه بغيره من المجرمين داخل السجن، لذلك يرى أن هذا النظام ينطوي على معاملة عقابية حقيقية بالرغم من أنه لا يقوم على سلب الحرية (سرور، 2014)، ذلك أن تهديد المحكوم عليه خلال الفترة التي حددها المُشرّع لوقف التنفيذ، بتنفيذ العقوبة المحكوم بها عليه، إذا ما ارتكب جريمة أخرى خلال هذه المدة أو لم يفي بالالتزامات التي تُفرض عليه، يعد في حد ذاته نظاماً عقابيًا قائماً على تفريد العقاب بحسب ظروف كل محكوم عليه ومقتضيات تأهيله (السعيد، 1974)، ولا يتعارض مع ذلك اعتبار نظام وقف تنفيذ العقوبة نظاماً قضائيًا مُخوّل للقضاء وملحق بسلطته التقديرية في تحديد العقاب المناسب للجاني وجريمته، ذلك أن وطأة العقوبة على المحكوم عليه لا يتوقف فقط على نوعها أو مقدارها، بل ترتبط أيضاً بما إذا كانت تُنفّذ فيه أم لا تُنفّذ، أي يُعلق تنفيذها (حسني، 1998).

يُعد وقف تنفيذ العقوبة مجرد إجراء يوقف التنفيذ ولا يمس أصل الحكم أو قوته الملزمة، فهو ليس تدبيراً من تدابير الأمن ولا يغير من طبيعة العقوبة المحكوم بها. كما يتم وقف تنفيذ العقوبة عند صدور الحكم وقبل بدء التنفيذ ويختص بالعقوبات القصيرة، وهو بذلك يختلف عن وقف الحكم النافذ أو الإفراج المشروط، والذي يتم بعد بدء التنفيذ وبعد قضاء جزء من المدة، ويشمل العقوبات الطويلة، وهو ما نظمت أحكامه المواد (309، 310) من قانون الإجراءات الجزائية العماني الصادر بالمرسوم السلطاني رقم (97) لسنة 1999م، والمادة (52) من قانون السجون العماني الصادر بالمرسوم السلطاني رقم (48) لسنة 1998م.

وأخيراً، فإن وقف تنفيذ العقوبة يُعلّق التنفيذ فقط ويبقى الحكم قائماً، وهو في ذلك يختلف عن العفو بنوعيه، العام والخاص، حيث يزيل العفو الصفة الجرمية عن الفعل، أو يُسقط العقوبة.

الفرع الثاني: شروط وقف تنفيذ العقوبة:

بيّنت المادة رقم (71) من قانون الجزاء العماني، شـــروط وقف تنفيذ العقوبة بقولها "للمحكمة عند الحكم بعقوبة الغرامة أو الســـجن مدة تقل عن (3) ثلاث ســـنوات، أن تأمر في الحكم بوقف التنفيذ إذا رأت من أخلاق المحكوم عليه، أو ماضيه أو سنه، أو الظروف التي ارتكبت فيها الجريمة ما يبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى ارتكاب جريمة، متى كان له محل إقامة معلوم، وللمحكمة أن تجعل وقف التنفيذ شـــاملاً الآثار الجزائية المترتبة على الحكم، أو أي عقوبة تبعية أو تكميلية عدا المصادرة".

يتضح من نص المادة السابق أن المُشرّع تطلب لكي يستخدم القاضي سلطته التقديرية في منح المحكوم عليه ميزة إيقاف تنفيذ العقوبة المحكوم بها عليه، ضرورة توافر عدة شروط منها ما يتعلق بالمجرم، ومنها ما يتعلق بالجريمة، ومنها ما يتعلق بالعقوبة المحكوم بها، ويمكن توضيح ذلك على النحو التالي:

أولاً: الشروط المتعلقة بالجريمة:

أجاز المُشـرّع العماني إيقاف التنفيذ بالنسـبة لجرائم الجنايات والجنح فقط، أما المخالفات فلا يجوز إيقاف تنفيذ العقوبات الصـادرة بشـأنها. والواقع أن عدم خضـوع الجرائم التي تعد من قبيل المخالفات لوقف التنفيذ هو أمر محل نقد لأنه يجعل مرتكب المخالفة في وضـع أسوء من وضـع مرتكب جريمة من قبيل الجنح، ولأن وطأة العقوبة لا تُفرّق بين متهم بجنحة وآخر بمخالفة، كما أن وقف تنفيذ العقوبة يحقق أهدافه ســـواءً كانت الجريمة جناية أو جنحة أو مخالفة، فالذي يحكم عليه بالغرامة ويعجز عن دفعها فأنه يخضـــع لنظام الإكراه البدني. ولهذا يكون من الأفضـل مراعاة المُشـرّع لهذا التناقض وإخضـاع جرائم المخالفات هي الأخرى لنظام إيقاف التنفيذ وجعل نظام وقف التنفيذ جائزاً بالنسبة لجميع الجرائم دون تفرقة بحسب جسامة الجريمة المرتكبة (عبيد، 2015).

الأصـل أن يسـري نظام وقف التنفيذ بالنسـبة لجميع الجنايات والجنح (حسـني، 1998)، إلا أن المُشـرّع يستبعد بعضها من الخضوع لهذا النظام، ومن أمثلة ذلك قانون مكافحة المخدرات والمؤثرات العقلية رقم (17) لسنة 1999م، وتعديلاته، حيث نصـــت الفقرة الأولى من المادة رقم (71) على أنه "لا يجوز الحكم بوقف تنفيذ العقوبة الصادرة على من سبق الحكم عليه في إحدى الجرائم المنصوص عليها في هذا القانون". وهو ذات الأمر الذي أقره المُشرّع المصري في قانون مكافحة المخدرات رقم (182) لسنة 1960م، حيث لا يُجيز وقف تنفيذ عقوبة الجنحة على من سبق الحكم عليه في إحدى الجرائم المنصوص عليها في هذا القانون. ومن أمثلة ذلك أيضاً القوانين ذات العلاقة بالرقابة على عمليات النقد وقوانين التســـعير وقوانين توجيه وتنظيم أعمال البناء (جاد، 2005). وســـبب اســـتبعاد مثل هذه الجرائم، هو محل نظر؛ لأن تحديد المعاملة العقابية للمتهم لا يتوقف على الجســـامة المجردة للجريمة فحسـب، وإنما أيضـاً على الظروف الواقعية المحيطة بها، ومن ثم كان من الملائم ومن حسـن السـياسـة الجنائية ترك الأمر للقاضي لكي يُقدّر العقوبة وفقاً لظروف كل دعوى.

ثانيًا: الشروط المتعلقة بالعقوبة:

لا يشـمل نظام وقف التنفيذ جميع العقوبات، وفي هذا الصـدد يجب التمييز بين العقوبات الأصـلية من ناحية والعقوبات التبعية والتكميلية والآثار الجنائية الأخرى المترتبة على الحكم من ناحية أخرى (عبد السـتار، 1987). وحيث أن نظام إيقاف التنفيذ هو أداة مهمة بيد القاضـي فأن القانون قد حدد نطاق تطبيق هذا النظام، وذلك فيما يتعلق بالعقوبات التي أجاز للقاضـي أن يشـملها وقف التنفيذ، حيث أن جميع التشـريعات الجزائية تتفق على عدم شـمولية وقف تنفيذ جميع العقوبات، فقد جعلت سـلطة القاضـي في إيقاف التنفيذ تنحصـر في عقوبات محددة دون سواها، وبالتالي لا يجوز أن يوقف عقوبة لم يصرح له القانون بإيقافها، فتتفق معظم التشريعات المقارنة على جواز إيقاف تنفيذ العقوبة السالبة للحرية وعقوبة الغرامة الجزائية، وتختلف بشأن إيقاف العقوبات الفرعية التي تشمل العقوبات التبعية والعقوبات التكميلية (السعيد، 1974).

فقد نص قانون الجزاء العماني في المادة رقم (71) من قانون الجزاء العماني على أنه "للمحكمة عند الحكم بعقوبة الغرامة أو السـجن مدة تقل عن (3) ثلاث سـنوات، أن تأمر في الحكم بوقف التنفيذ إذا رأت من أخلاق المحكوم عليه، أو ماضـيه أو سـنه، أو الظروف التي ارتكبت فيها الجريمة ما يبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى ارتكاب جريمة، متى كان له محل إقامة معلوم. وللمحكمة أن تجعل وقف التنفيذ شـاملاً الآثار الجزائية المترتبة على الحكم، أو أي عقوبة تبعية أو تكميلية عدا المصادرة".

كما نص قانون العقوبات المصـري على نظام إيقاف التنفيذ أو تعليق تنفيذ الأحكام على شـرط كما سماه في المادة رقم (55) من قانون العقوبات المصـري، حيث أجاز إيقاف تنفيذ عقوبة الحبس التي لا تزيد عن سـنة، كما أجاز إيقاف تنفيذ عقوبة الغرامة في الجنايات والجنح. حيث ينص على أنه "يجوز للمحكمة عند الحكم في جناية أو جنحة بالغرامة أو بالحبس مدة لا تزيد عن سنة أن تأمر في نفس الحكم بإيقاف تنفيذ العقوبة إذا رأت من أخلاق المحكوم عليه أو ماضيه أو سنه أو الظروف التي ارتكب فيها الجريمة ما يبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى مخالفة القانون. ويجب أن تبين في الحكم أسـباب إيقاف التنفيذ. ويجوز أن يجعل الإيقاف شـاملاً لأية عقوبة تبعية ولجميع الآثار الجنائية المترتبة على الحكم".

يلاحظ أن القانونين العماني والمصـري قد أجازا إيقاف تنفيذ عقوبة الغرامة مهما بلغ مقدارها، وبالتالي يجوز للقاضـي إيقاف تنفيذ عقوبة الغرامة ولو نطق بحدها الأقصى سواء المقرر للجريمة أو المقرر لها في القانون كحد عام، حيث أنه لا يجوز للقاضـي تجزئة العقوبة الموقوفة، كأن يوقف جزء من عقوبة الغرامة أو جزء من عقوبة الحبس (الجوهري، 2002)، لأن الغاية من نظام إيقاف التنفيذ تجنب الجانب إيلام العقوبة والاكتفاء بالتهديد بها كإنذار له خلال فترة الاختبار، أي أن وقف التنفيذ هو نظام عقابي يظل يهدد المحكوم عليه خلال تلك الفترة، وهو تعليق تنفيذ العقوبة على شـرط، غير أنه يجوز للقاضـي إذا ما حُكم معاً بعقوبتي الحبس والغرامة أن يوقف إحداهما دون الأخرى ويجوز له أيضاً إيقافهما معاً (الشاذلي، 2001).

يختلف القانون العماني عن القانون المصـري فيما يتعلق بمدة الحبس المسـموح التي يجوز إيقاف التنفيذ لها، ففي حين نص المُشـرّع العماني على أن مدة السـجن التي يجوز إيقاف تنفيذها لا تزيد عن 3 ثلاث سـنوات، فقد حددها المُشرّع المصري بأن لا تزيد عن سنة واحدة فقط.

لا يثير وقف تنفيذ عقوبة الحبس أية اعتراضـات من جانب الفقه، وذلك على أسـاس أن إيقاف التنفيذ هو في حقيقته أحد أساليب المعاملة الجزائية التي تهدف إلى تفادي مساوئ تنفيذ العقوبة السالبة للحرية قصيرة المدة، تلك المسـاوئ التي تترتب على اختلاط المحكوم عليه بغيره من المجرمين الخطيرين أو المعتادين على الإجرام، داخل السـجن، وهو أسـلوب مخصـص لنوع معين أو فئة معينة من المحكوم عليهم الذين ترى المحكمة أن عملية تأهيلهم وإصـلاح حالهم يمكن أن يتحقق دون تنفيذ العقوبة عليهم، لذلك فإن المحكمة تأمر في حُكمها بوقف تنفيذ العقوبة السالبة للحرية قصيرة المدة التي تحكم بها لانعدام الفائدة من تنفيذها، وقد اقتضت هذه الطبيعة الجزائية أو الوظيفة التأهيلية لإيقاف التنفيذ ضـرورة تحديد حد أقصـى للعقوبة السـالبة للحرية قصـيرة المدة التي يمكن الأمر بتعليق تنفيذها على شـرط، وهذا ما فعله كلا من المُشـرّع العماني في المادة رقم (71) من قانون الجزاء، والمُشـرّع المصـري في المادة رقم (55) من قانون العقوبات، من أن إيقاف التنفيذ لا يجوز إلا إذا كانت العقوبة المحكوم بها هي الحبس ولمدة لا تزيد عن ثلاث سـنوات فيما يخص القانون العماني، ومدة لا تتجاوز سـنة واحدة في القانون المصري (علي، 2000، ص85؛ الجوهري، 2002).

أما بالنسـبة لعقوبة الغرامة، فإن جانباً من الفقه يرى أن تطبيق نظام إيقاف التنفيذ عليها يبدو غريباً، لأنه لا يحقق في هذا المجال أهدافه المتمثلة في تفادي أضـرار سـلب الحرية ذات المدة القصـيرة، ذلك بأنه إذا كان القاضي قد قرر ملائمة الحكم على المتهم بالغرامة، فهو بذلك يكون قد رأى أن هذا المتهم في حاجة إلى إنذار عن طريق إلزامه بأداء مبلغ الغرامة، وهذا القصد يناقضه الأمر بإيقاف تنفيذها بعد الحكم بها عليه (حسني، 1998).

بينما يرى جانب من الفقه أن وقف تنفيذ عقوبة الغرامة عند توافر الظروف التي تقتضـيها لا يعتبر إفراطاً في إضـعاف العقوبة، وإنما يكون عاملاً في تقوية العنصـر المعنوي لعقوبة الغرامة وهو الأهم مقابل تجريدها من عنصـرها المادي الأقل أهمية، كذلك ليس من بين الأغراض الأسـاسـية لعقوبة الغرامة جباية الأموال لخزانة الدولة (إبراهيم، 1998، ص223).

حيث أن التشريعات قد اختلفت بخصوص الحد الأقصى لعقوبة الحبس التي يجوز إيقاف التنفيذ لها، فإن هناك خلافاً في الفقه بشأن تحديد تلك المدة التي يعتقد في كفايتها لتحقيق أغراض العقوبة وغاية السياسة الجزائية من نظام إيقاف التنفيذ. أي في ضوء مدى كفاية العقوبة لتحقيق الأغراض المستهدفة منها بصفة عامة، ومن أهم هذه الأغراض إصـلاح المحكوم عليه وتأهيله اجتماعيًا (كامل، 1999). فعقوبة الحبس تكون قصـيرة المدة إذا كانت غير كافية لتطبيق أسـاليب المعاملة العقابية التي تكفل إصـلاح المحكوم عليه (حسـني، 1998)، حيث تعددت الآراء في تعريف عقوبة الحبس قصـيرة المدة، فذهب البعض إلى القول بأنها تلك التي لا يتجاوز حدها

الأقصى ثلاثة أشهر، واتجه رأي أخر إلى أنها لا تزيد على ستة أشهر (عثمان، 1987)، بينما ذهب رأي ثالث إلى أنها تلك العقوبة التي لا تزيد عن سنة (عبد الستار، 1985، ص134؛ عبيد، 1991، ص213).

إن تحديد مدة عقوبة الحبس قصيرة المدة على هذا النحو هو تحديد نسبي وليس تحديد مطلق، أي أنه إذا كانت مدة الحبس الأقل من ستة أشهر لا تكفي لتحقيق غرض العقوبة في إصلاح المحكوم عليه وتأهيله اجتماعيًّا، فأنه قد يتبين للقاضي بعد دراسة الظروف الشخصية للجاني أن هذه العقوبة القصيرة كافية لتحقيق أغراضها، ومن ثم يرى ملائمة الحكم بها (كامل، 1999).

ذهبت الاتجاهات الفقهية بشأن ما إذا كانت مدة العقوبة السالبة للحرية قصيرة المدة التي يتم تحديدها تشريعيًّا مرتبطة بالحد الأقصى المقرر للجريمة أم مرتبطة بمنطوق الحكم القضائي مع التحديد التشريعي للحد الأقصى للعقوبة التي ينطق بها القاضي محل إيقاف التنفيذ. فبعض التشريعات جعلت معيار تطبيق نظام إيقاف التنفيذ مرتبطاً بالحد الأقصى المقرر للجريمة وهو تحديد تشريعي، مثال ذلك ما سار عليه سابقاً في هذا الشأن قانون الجزاء العماني، أما معظم التشريعات الجزائية المقارنة فقد سلكت اتجاها واحداً في وضع ضوابط عامة للحكم بوقف التنفيذ تتعلق بتحديد الحد الأقصى للعقوبة السالبة للحرية المسموح بإيقاف تنفيذها كحد أقصى للعقوبة التي ينطق بها القاضي الجائز إيقافها، بغض النظر عما إذا كان الحد الأقصى للعقوبة المقرر للجريمة يزيد عن الحد الأقصى لنظام وقف التنفيذ أم لا. وتتجه التشريعات الجزائية إلى هذا النهج لاعتناقها فكرة التفريد العقابي، وذلك في إعطاء سلطة تقديرية للقاضي في تخفيف العقوبة إلى حدها الأدنى لوجود ظروف قضائية تستدعي ذلك، ومن ثم يجوز للقاضي إيقاف تنفيذ تلك العقوبة المقترنة بظروف التخفيف إذا كانت أقل من الحد الأقصى الذي يشترطه القانون. وبذلك تكون الظروف المخففة هي المنفذ للعقوبات السالبة للحرية قصيرة المدة (الزيني، 2002).

فبالنسبة للعقوبات الأصلية، يقتصر وقف التنفيذ على عقوبتي الحبس الذي لا تزيد مدته على 3 سنوات والغرامة. ويعني ذلك أنه فيما عدا هاتين العقوبتين، لا يجوز للقاضي وقف تنفيذ العقوبة التي يحكم بها، فعقوبات الحبس الذي تزيد مدته على ثلاث سنوات والسجن والأشغال الشاقة المؤقتة والمؤبدة، والإعدام لا يجوز وقف تنفيذها. وإذا تعددت عقوبات الحبس المحكوم بها على متهم واحد وكان مجموعها يزيد على ثلاث سنوات، فالعبرة بمدة كل عقوبة على حدة، فإذا كانت ثلاث سنوات فأقل جاز وقف التنفيذ. أما الغرامة فيجوز إيقاف تنفيذها بالغاً ما بلغ مقدراها، فليس هناك حد أقصى يحول دون الأمر بوقف تنفيذها (حسني، 1998).

بالنسبة للعقوبات التبعية والتكميلية، فيجوز أن يشملها وقف التنفيذ شريطة أن ينص القاضي في حكمه صراحة على ذلك. فإذا قضي بوقف تنفيذ العقوبة الأصلية وحدها، ولم ينص في الحكم على الوقف بالنسبة للعقوبات التبعية والتكميلية، فأنه لا يجوز وقف تنفيذها. إذاً الأصل في العقوبات تنفيذها ما لم يقرر القاضي في حدود السلطة التقديرية المخولة له خلاف ذلك.

مع ذلك، فإن القضـــاء مســـتقر على اســـتبعاد المصـــادرة من عداد العقوبات التي يجوز وقف تنفيذها (الجوهري، 2002)، ذلك لأن المصادرة بحكم طبيعتها وبحسب الشروط الموضوعة لها لا يجوز أن يتناولها وقف التنفيذ، إذ هي عقوبة لا يقضي بها، طبقاً لنص المادة (59) من قانون الجزاء العماني إلا إذا كان الشيء المصادر قد سبق ضبطه. والقول بوقف تنفيذ المصادرة يقتضي القول برد الشيء المضبوط بناءً على الأمر بوقف التنفيذ إلى المحكوم عليه، فيكون له أن يتصرف فيه. فإذا ألغي وقف التنفيذ عند مخالفة شروطه، فقد يستحيل ضبط الشيء مرة أخرى تمهيداً لمصادرته، وهذا مما لا يمكن التسليم به ويجب تنزيه المُشرّع عنه (جاد، 2005).

يتضح من الاستعراض السابق أن وقف التنفيذ قاصر على العقوبات والآثار الجنائية التي تترتب على الحكم. وينبني على ذلك أنه لا مجال لوقف التنفيذ بالنسبة للآثار غير الجنائية للفعل الإجرامي، سواءً كانت مدنية أو إدارية. فلا يجوز وقف تنفيذ الرد أو التعويض، ولا يجوز وقف تنفيذ الحكم الصادر بإزالة مبانٍ أقيمت على وجه مخالف للقانون (إسماعيل، 2000)

ثالثاً: الشروط المتعلقة بالمحكوم عليه:

يجوز وقف تنفيذ العقوبة بالنسبة للمحكوم عليه بغض النظر عن سوابقه، ومهما كانت جسامة العقوبة التي سبق الحكم بها عليه، وكل ما تشترطه المادة (71) من قانون الجزاء العماني، وأيضاً المادة رقم (55) من قانون العقوبات المصري، فيما يتعلق بالمحكوم عليه أن يكون له من أخلاقه أو ماضيه أو سنه أو الظروف التي ارتكب فيها الجريمة ما يبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى مخالفة القانون.

ويعد هذا الشرط أهم شروط وقف التنفيذ لتعلقه بمبررات هذا النظام، وما يرتبط به من تفريد العقوبات تبعاً لظروف كل متهم. فالقاضي يأمر بوقف تنفيذ العقوبة إذا توسم في المحكوم عليه عدم عودته إلى الإجرام مرة ثانية (سرور، 2014). وبعبارة أخرى، إذا كان هناك من الظروف ما يجعل القاضي يعتقد أن المحكوم عليه قد زالت خطورته الإجرامية أو هي في طريقها إلى الزوال، بحيث يكتفي بتهديده بتنفيذ العقوبة عليه إذا ارتكب جريمة جديدة (عبد الحميد، 1997).

يستقل كل تشريع بوضع الشروط التي يجب أن تتوافر في حق المجرم كي يستفيد من نظام إيقاف تنفيذ العقوبة، ففي التشريع العماني منحت المادة رقم (71) من قانون الجزاء العماني القاضي سلطة تقديرية واسعة في النطق بالحكم وإيقاف تنفيذه متى تبين له من سلوك المحكوم عليه أو ماضيه أو سنه أو ظروفه ما يبعث على الاعتقاد بعدم عودته إلى ارتكاب السلوك الإجرامي، وذلك بنص المادة على أنه "للمحكمة عند الحكم بعقوبة الغرامة أو السجن مدة تقل عن ثلاث سنوات، أن تأمر في الحكم بوقف التنفيذ إذا رأت من أخلاق المحكوم عليه، أو ماضيه أو سنه، أو الظروف التي ارتكبت فيها الجريمة ما يبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى ارتكاب جريمة، متى كان له محل إقامة معلوم. وللمحكمة أن تجعل وقف التنفيذ شاملاً الآثار الجزائية المترتبة على الحكم، أو أي عقوبة تبعية أو تكميلية عدا المصادرة".

ويترك أمر إيقاف تنفيذ العقوبة لفطنة القاضي وحسن تقديره، فصار له الحق في أن يأمر بوقف التنفيذ حتى مع وجود سوابق للمحكوم عليه، ما دام يرى من ظروفه ما يبعث على الاعتقاد بأنه سوف يقلع عن ارتكاب الجرائم (الشاذلي، 2001).

يلاحظ من نص المادة رقم (71) من قانون الجزاء العماني أن المُشرّع العماني قد أورد أمثلة لبعض الظروف التي يمكن أن تكون مبرراً لوقف تنفيذ العقوبة، منها، أخلاق المحكوم عليه، أو ماضيه، أو سنه، أو الظروف التي ارتكب فيها الجريمة، إذا كان من شأنها أن تبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى مخالفة القانون. وما ذكره المُشرّع من ظروف في المادة المذكورة ما هو إلا على سبيل المثال وليس الحصر، بحيث يمكن للقاضي أن يستهدي بغيرها إذا كانت تحمل على الاعتقاد بعدم عودة الجاني إلى الإجرام مرة أخرى. ومن أمثلة ذلك رد المحكوم عليه للمسروقات أو تصالحه مع المجني عليه، أو التبليغ عن الجريمة أو الاعتراف بارتكابه الجريمة (الشاذلي، 2001).

لا يتطلب القانون في المتهم أن يكون مجرماً مبتدئاً. فللقاضي أن يأمر بوقف تنفيذ العقوبة حتى مع وجود سوابق للمتهم، ما دام يرى من الظروف المتقدم ذكرها ما يبعث على الاعتقاد بأنه لن يعود إلى طريق الإجرام، أي أنه لا يشترط في المجرم أن يكون مبتدئاً بل أنه يستفيد من نظام إيقاف تنفيذ العقوبة من سبق الحكم عليه بعقوبة (حسني، 1998)، كما أن للقاضي إلا يحكم بوقف التنفيذ حتى مع خلو صحيفة المتهم من السوابق، إذا رأى من الظروف المحيطة بالمتهم أنه لا أمل في إصلاحه.

رابعاً: أثر توافر شروط وقف التنفيذ:

إذا ما توافرت الشروط المتطلبة في الجريمة والجاني والعقوبة، ورأى القاضي بوقف التنفيذ أصدر هذا الأمر نصاً في الحكم محدداً نطاقه، والقاضي له مطلق التقدير في ذلك، وله أن يأمر بالإيقاف من تلقاء نفسه أو بناءً على طلب المتهم، وإذا تعدد المتهمون فيمكن أن يأمر بإيقاف التنفيذ بالنسبة لأحدهم دون الباقيين. وكل ما ألزم به القانون القاضي في الأمر بإيقاف التنفيذ وجوب بيان الأسباب التي دعته إلى ذلك. وإلا جاء الحكم قاصراً في أسبابه مستوجباً نقضه، وقد يصدر الحكم متضمناً الأمر بإيقاف التنفيذ من محكمة أول درجة، كما يمكن أن يصدر من محكمة ثاني درجة باعتبارها هي أيضاً محكمة موضوع، ولكن لا يجوز أن يصدر حكم محكمة النقض متضمناً الأمر بإيقاف التنفيذ باعتبارها محكمة قانون وليست محكمة موضوع إلا في الأحوال الاستثنائية، التي تختص فيها بالحكم في الموضوع كما في حالة نقض الحكم للمرة الثانية وبالشروط المقررة قانوناً (سلامة، 1991).

المطلب الثاني: آثار وقف التنفيذ وسلطة القاضي في الحكم بوقف التنفيذ:

يترتب على الحكم بوقف تنفيذ العقوبة آثار قانونية مهمة خلال فترة الاختبار وبعد انتهائها، كما أن قرار الوقف نفسه يخضع للسلطة التقديرية للقاضي الجنائي. فمتى توافرت الشروط السابق بيانها، فإن للقاضي وقف

تنفيذ العقوبة المحكوم بها وتكون مدة الإيقاف ثلاث سنوات تبدأ من تاريخ صيرورة الحكم باتاً طبقاً لنص المادة رقم (73) من قانون الجزاء العماني والتي تنص على أنه "تكون مدة وقف تنفيذ العقوبة المحكوم بها (3) ثلاث سنوات، تبدأ من اليوم الذي يصبح فيه الحكم نهائيًا، فإذا انقضت مدة الوقف دون أن يصدر خلالها أمر بإلغائه، عد الحكم كأن لم يكن". ويجوز أن يستفيد من نظام إيقاف التنفيذ المجرم الواحد أكثر من مرة، متى توافرت الشروط ومتى انتهت مدة الثلاث سنوات دون إلغاء إيقاف التنفيذ اعتبر الحكم كأن لم يكن، ومن ثم فلا تُطبّق على المحكوم عليه العقوبة الأصلية ولا العقوبات التبعية أو التكميلية، ولا الآثار الجزائية للحكم، ولا يعد سابقة في العود (حسني، 1998؛ عبيد، 2015).

الفرع الأول: أثار وقف تنفيذ العقوبة:

يرتب الأمر بوقف التنفيذ آثاراً بعد الحكم به مباشرةً. ولكن هذه الآثار لا تكون مستقرة خلال مدة التوقف، ويتوقف استقرارها إما على صدور حكم بإلغاء وقف التنفيذ أثناء هذه المدة، أو عدم صدور حكم يقرر إلغاء وقف التنفيذ خلالها (سرور، 2014، ص878).

أولاً: الأثر المؤقت والأثر النهائي لوقف تنفيذ العقوبة:

تنقسم آثار وقف التنفيذ إلى آثار مؤقتة خلال فترة الوقف، وآثار نهائية بعد انقضاء هذه الفترة، بالإضافة إلى أثر الإلغاء. ويتمثل الأثر المؤقت أو الأثر الفوري لوقف التنفيذ من خلال تعليق تنفيذ العقوبة المحكوم بها، وتكون مدة الوقف ثلاث سنوات، تبدأ من اليوم الذي يصبح فيه الحكم نهائيًا، وفقاً للمادة (73) من قانون الجزاء العماني. فإذا انقضت مدة الوقف دون أن يصدر خلالها أمر بإلغائه، عُد الحكم كأن لم يكن، وهذا هو الأثر النهائي لوقف تنفيذ العقوبة، وهذا الأثر يمحو الآثار الجزائية للحكم، فوقف التنفيذ يمتد ليشمل بالإضافة إلى العقوبات الأصلية والتبعية والتكميلية، جميع الآثار الجزائية المترتبة على الحكم، بما في ذلك تسجيله كسابقة جنائية تؤدي إلى تطبيق أحكام العود، فإذا قضى الحكم بوقف تنفيذ هذا الأثر، فأنه يترتب على ذلك ألا يكون الحكم الصادر سابقة في العود، إذا ما ارتكب المحكوم عليه جريمة جديدة خلال مدة الوقف.

أما إذا ارتكب جريمته التالية بعد انتهاء هذه المدة دون إلغاء الإيقاف، فلا يعتبر عائداً لأن حكم الإدانة قد اعتبر بذلك كأن لم يكن. ومع ذلك، يبقى الحكم قائماً كواقعة تاريخية وكحكم قضائي فيما يتعلق بالآثار المدنية كالمبالغ المحكوم بها بالرد والتعويض. ولا يتم اتخاذ أي إجراء من إجراءات تنفيذ العقوبة التي شملها الوقف طيلة مدة الوقف. ويعني ذلك أنه إذا شمل وقف التنفيذ عقوبة الحبس يترك المحكوم عليه حراً أثناء مدة الوقف، وإذا كان محبوساً احتياطيًا يفرج عنه (الجوهري، 2002).

إن عدم اتخاذ أي إجراء من إجراءات التنفيذ أثناء مدة الوقف قاصر على العقوبات التي أوقف تنفيذها، دون تلك التي لم يشملها وقف التنفيذ. فإذا اقتصر وقف التنفيذ على العقوبات الأصلية دون شموله للعقوبات التبعية والتكميلية، تعين تنفيذ هذه الأخيرة. وإذا قضي بالحبس والغرامة وشمل وقف التنفيذ الحبس فقط، فإن الغرامة

تكون متعينة الأداء. وإذا ارتكب المحكوم عليه جريمة تالية خلال فترة الإيقاف اعتبر عائداً، أما إذا كان وقف التنفيذ شـــاملاً لجميع الآثار الجزائية المترتبة على الحكم، فإن ذلك يحول دون تنفيذ العقوبات بكافة أنواعها، ولا يعتبر المحكوم عليه عائداً إذا ارتكب جريمة تالية خلال هذه المدة (السعيد، 1974).

لقد حدد المُشرّع مدة وقف التنفيذ بثلاث سنوات، تبدأ من اليوم الذي يصبح فيه الحكم نهائيًّا. وهذا التحديد التشريعي يلغي السلطة التقديرية للقاضي، فليس للقاضي أن يجعل مدة وقف التنفيذ أقل أو أكثر من ثلاث سنوات. كما لا يجوز له أن يُغيّر من تاريخ ابتدائها، فهي تبدأ منذ صـــيرورة الحكم باتاً، أي منذ أن يكون غير قابل للطعن فيه بأي طريق من طرق الطعن العادية أو غير العادية.

ثانيًّا: إلغاء وقف تنفيذ العقوبة:

يُعد إلغاء وقف تنفيذ الجزاء القانوني المترتب على إخلال المحكوم عليه بشرط عدم ارتكاب جريمة جديدة، فحيث أن إيقاف التنفيذ قد بُني في الأصـــل على تقدير حالة المحكوم عليه وظروف الجريمة، ولما كانت ســـوابق المحكوم عليه من الأمور الهامة التي تدل على أخلاقه وسيره في المجتمع، لذلك رأى المُشرّع تخويل القاضي إعادة النظر في حكمه إذا ظهر خلال السنوات الثلاث المحددة لفترة إيقاف التنفيذ إن المحكوم عليه قد صدر ضده قبل الإيقاف حكم بالإدانة لم تكن المحكمة على علم به، أو لم يكن داخلاً في تقديرها، أو أن يكون الجاني قد ارتكب قبل الإيقاف جريمة لم يصدر عنها حكم بالإدانة إلا بعد إيقاف التنفيذ، وبالتالي لم يدخل في تقدير المحكمة، لذلك رأى المُشرّع أن يجيز للقاضي في مثل هذه الحالات إعادة النظر في قراره الصادر بوقف التنفيذ ما دام وقف التنفيذ لا يعتبر حقاً مكتسباً للمحكوم له به، بمجرد أن يصبح الحكم نهائيًّا، بل يجوز إلغاءه خلال فترة التجربة (الحسيني، 1998، ص349).

وقد حدد المشـــرع العماني حالتين للإلغاء وفقاً للمادة (74) من قانون الجزاء العماني، يمكن توضـــيحها على النحو التالي:

1. إذا ارتكب خلال مدة الإيقاف جناية أو جنحة عمدية حكم عليه من أجلها بعقوبة ســالبة للحرية تزيد عن ثلاثة أشهر، سواء صدر الحكم بالإدانة أثناء فترة الإيقاف أو صدر بعد انقضائها. وهذا الشرط يخرج الجرائم غير العمدية، كجريمة القتل الخطأ، من حالات إلغاء وقف التنفيذ.
2. إذا ظهر خلال مدة الإيقاف أن المحكوم عليه كان قد صدر ضده حكم نهائي في جناية أو جنحة عمدية، ولم تكن المحكمة قد علمت بها، حين أمرت بإيقاف التنفيذ.

والحكم بالإلغاء يقرره القاضـي بناء على طلب من الادعاء العام، يوجّه إلى المحكمة التي أصـدرت الحكم بالعقوبة التي ترتب عليها إيقاف التنفيذ، أو التي ثبت أمامها سبب الإلغاء وذلك وفق المادة (75) من قانون الجزاء العماني. على ألا يخل ذلك بحق الطعن ولا في درجات التقاضـــي. فإذا توافرت الشـروط الســابقة فإن إلغاء إيقاف التنفيذ لا يتم بقوة القانون، وإنما يجب أن يصدر به حكم قضائي وذلك لأنه اختياري للقاضي، فله أن يأمر برفضه

ويرد طلب الادعاء العام، رغم توافر شروط الإلغاء. أما إذا قرر القاضي الحكم بالإلغاء فأنه يترتب على ذلك إلغاء إيقاف التنفيذ، وتنفيذ العقوبة الأصلية والعقوبات التابعة لها من تبعية وتكميلية، أو تدابير احترازية مما كان قد أوقف تنفيذها الحكم، ويجوز الحكم بمبلغ الكفالة التي أديت كلاً أو جزء تنفيذاً للتعهد الذي ألزم المحكوم عليه به لحسن السلوك (بلال، 1995).

الفرع الثاني: سلطة القاضي في الحكم بوقف التنفيذ:

تُعد سلطة القاضي في تقرير وقف التنفيذ من أهم مظاهر السلطة التقديرية في القضاء الجنائي، وهي سلطة جوازية وليست وجوبية. فالمادة رقم (71) من قانون الجزاء العماني تنص على عبارة "للمحكمة أن تأمر"، مما يؤكد أن وقف التنفيذ هو رخصة جوازية للمحكمة وليس حقاً للمحكوم عليه، حتى لو تحققت الشروط الشكلية والموضوعية، يظل للقاضي سلطة الرفض إذا رأى أن ظروف القضية لا تبرر الوقف، أو إذا كان يرى أن الردع العام يتطلب التنفيذ.

ويتمتع القاضي الجنائي بسلطة تقديرية في الحكم بإيقاف تنفيذ العقوبة، وذلك عند توافر شروطه القانونية، حيث يضع القانون شروطاً يتعين على القاضي الالتزام بها عند تقرير الحكم بإيقاف التنفيذ، من هذه الشروط ما يتعلق بالجريمة وما يتعلق بالجاني وأخيراً ما يتعلق بالعقوبة، وسارت القوانين الجنائية إلى وضع ضوابط أخرى على القاضي مراعاتها والالتزام بها وإلا كان حكمه معرضاً للنقض، منها ما نصت عليه بعض القوانين من وجوب تسبيب الأحكام، وتوجيه إنذار للمحكوم عليه عند الأمر بإيقاف التنفيذ، وما تضمنته التشريعات من رقابة المحكمة العليا على منح إيقاف التنفيذ، وأخيراً ما نصت عليه بعض التشريعات من إجراء فحص لشخصية المتهم في الحالات التي يحتمل فيها الإيقاف (سلامة، 1991).

لذا فإن سلطة القاضي قد تتسع أو تضيق في الحكم بإيقاف التنفيذ تبعاً للشروط والضوابط القانونية المقررة لإيقاف التنفيذ، ومع ذلك فإن للقاضي سلطة تقديرية في الأمر بإيقاف التنفيذ عند توافر شروطه وضوابطه المنصوص عليها في التشريعات الجنائية المتباينة (عبد الحميد، 1997، ص66).

ففي قانون الجزاء العماني، وقانون العقوبات المصري، فإن أمر وقف التنفيذ متروك لسلطة القاضي التقديرية عند توافر شروطه القانونية، فله استخلاص مبررات إيقاف التنفيذ من أية ظروف تتعلق بالجريمة أو المجرم، تبعث لديه الاعتقاد بأن الجاني قد تورط في ارتكاب الجريمة، وإنه لن يعود إليها.

ويلاحظ أن المُشرّع العماني لم يشترط وجوب تسبيب الحكم بوقف التنفيذ. وفي ذلك نصت المحكمة العليا العمانية في الطعن رقم (353) لسنة 2006م، جزائي عليا، جلسة 2006/11/07 على أن "وقف تنفيذ العقوبة سلطة مطلقة لقاضي الموضوع. مؤداه عدم التزامه بالإفصاح عن أسباب ومبررات وقف التنفيذ".

بينما اشترط المُشرّع المصري على وجوب تسبيب الحكم بوقف التنفيذ، وذلك من خلال الظروف أو المعايير التي أوردها أو من أية ظروف أخرى يستظهرها القاضي كالباعث على ارتكاب الجريمة أو استفزاز

المجني عليه للجاني أو الظروف العائلية للجاني. وقد قضت محكمة النقض المصرية في ذلك في حكم النقض رقم (29853)، السنة (63) قضائية، جلسة 1999/01/10م بأنه "أن الأمر بوقف تنفيذ العقوبة هو كتقدير نوعها ومقدراها من صميم عمل قاضي الموضوع، ومن حقه أن يأمر أو لا يأمر بوقف تنفيذ العقوبة التي يحكم بها على المتهم، وأن المُشرّع لم يجعل للمتهم شأناً في هذا الحق، بل خص به قاضي الموضوع، ولم يلزمه باستعماله بل رخص له في ذلك، وتركه لمشيئته وما يصير إليه رأيه".

فالقاضي يستظهر مبررات وقف التنفيذ من أي ظروف تتعلق بالجاني وبالجريمة التي اقترفها، فهو جوازي متروك لتقديره، إذ أن الإيقاف ليس واجباً محتماً على القاضي، كما أنه ليس حقاً قرره القانون للمتهم يجب التمسك به، وإنما حق خص به قاضي الموضوع، ولم يلزمه باستعماله بل رخّص له في ذلك وتركه لمشيئته. والأمر بوقف التنفيذ من المسائل الموضوعية التي يترك أمرها لتقدير قاضي الموضوع يمنحه لمن يراه مستحقاً له من المتهمين، بحسب ظروف الدعوى وحالة كل منهم شخصيًّا على حدا، ذلك أن إحدى السلطات المخولة للقاضي لتحديد العقوبة هو تقرير أن العقوبة التي ينطق بها لا تنفذ فوراً، ولكن يتم وقف تنفيذها (عبد الستار، 1987)، أي أن وقف التنفيذ هو صورة لتطبيق العقوبة، وهو على هذا النحو نظام ملحق باستعمال القضاء سلطته التقديرية في تحديد العقوبة، فوقف التنفيذ رخصة للقاضي، وليس حقاً للمتهم وبناءً على ذلك فلا يجوز النعي على المحكمة بأنها أغفلت طلب وقف التنفيذ المقدم من المتهم، ولم ترد عليه.

ليس للمحكمة العليا أن تراقب محكمة الموضوع فيما يتعلق بإيقاف التنفيذ سواءً من حيث الأمر به أو رفضه، وذلك لأن هذا أو ذاك يعد من المسائل الموضوعية التي تستقل بالفصل فيها محكمة الموضوع (الجوهري، 2002). وفي ذلك قضت المحكمة العليا العمانية في الطعن رقم (209) لسنة 2007م، جزائي عليا، جلسة 2007/11/06م بأن "إيقاف تنفيذ العقوبة في الحدود التي رسمها القانون. تترخص فيه محكمة الموضوع". وسلطة القاضي التقديرية في وقف التنفيذ مهما اتسعت فإنها بوجه عام ليست تحكمية ولا مخلة بمبدأ قانونية العقوبة، إنما هي في الواقع سلطة تقديرية لمدى ملائمة تطبيق إجراء معين كوسيلة تفريد ضمن النطاق القانوني المقرر له، فبعد بحث وافي لظروف وحالة المجرم فلا يقضي بوقف التنفيذ دون مبرر، ولا يرفضه جزافاً باطراد (إبراهيم، 1998).

الخاتمة:

يعد نظام وقف تنفيذ العقوبة أحد إسهامات السياسة الجنائية العلمية التي نادت بها المدرسة الوضعية الإيطالية كأحد بدائل رد الفعل العقابي في مواجهة فئة معينة من المجرمين، كالمجرم بالصدفة والمجرم المبتدئ، وهو يعد من أبرز مظاهر تفريد العقوبة، أي معاملة كل مجرم بما يلائمه على نحو يكفل عدم عودته للجريمة مرة ثانية.

وقد أقر التشريع العماني كغيره من سائر التشريعات المقارنة، ضمن نصوص قانون الجزاء العماني نظام وقف تنفيذ العقوبة، وذلك لما لهذا النظام من مميزات والتي من بينها أنه أحد أساليب السياسة الجنائية التي تهدف

إلى مكافحة العود، بالإضـــافة إلى ما يتضـــمنه هذا النظام من قيمة وقائية بما يخلقه لدى الشـــخص من بواعث مضادة للإجرام، عن طريق تشجيع الجاني على أن يسلك سلوكاً حسناً لكي يفلت نهائيًا من تنفيذ العقوبة الصادرة ضده والمشمولة بالإيقاف.

وقد تم التوصـــل من خلال هذا البحث إلى مجموعة من النتائج، بالإضـــافة إلى عدد من التوصـــيات والمقترحات والتي نستعرضها على النحو التالي:

أولاً: النتائج:

1. يتبنى قانون الجزاء العماني نظام وقف التنفيذ كتدبير إصلاحي وقائي يستهدف العقوبات قصيرة المدة (السجن أقل من ثلاث سنوات والغرامة)، مما يعكس التزام المُشرّع العماني بالاتجاهات العقابية الحديثة.
2. حصر المُشرّع العماني نطاق الوقف في العقوبات البسيطة، واستثنى صراحة عقوبة المصادرة من الوقف، مما يحافظ على مقتضيات الردع العام في الجرائم الخطيرة أو التي تتضمن مصادرة.
3. جعل المُشـرّع العماني أسـاس الحكم بوقف التنفيذ هو التقدير الذاتي لشـخصـية المحكوم عليه، والمتمثلة في أخلاقه، وماضيه، وسنه، وما يوحي بعدم عودته للجريمة، مما يضفي على قرار وقف تنفيذ العقوبة طابعاً فرديًا بحتاً.
4. حدد المُشـرّع العماني مدة وقف التنفيذ، وميعاد ابتدائها، وعلة هذا التحديد تكمن في إرادة المُشـرّع تحديد مدة الإيقاف وعدم جعلها مفتوحة، وهو ما يعني عدم امتلاك القاضـي أي سـلطة بشـأن الفترة الزمنية التي حددها المُشرّع، فلا يجوز له التعديل فيها أو في بداية سريانها.
5. أهم الآثار المترتبة على وقف التنفيذ هو اعتبار الحكم كأن لم يكن بعد انقضاء مدة الثلاث سنوات دون إلغاء، وهو ما يمنح المحكوم عليه فرصة حقيقية لبدء صفحة جديدة في حياته دون وصمة الحكم القضائي.
6. يصـدر الأمر بإلغاء وقف التنفيذ بواسـطة حكم قضـائي وليس بقوة القانون، وتختص المحكمة التي أصـدرت الحكم بوقف التنفيذ، بإصـــدار الحكم بإلغاء وقف التنفيذ بناء على طلب الادعاء العام. ويترتب على الحكم بإلغاء وقف التنفيذ توقيع العقوبة على المحكوم عليه المقررة على الجريمة الموقوف عقابها بالإضافة إلى توقيع العقوبة على الجريمة اللاحقة عليها.
7. تخضـع قرارات المحاكم بشـأن وقف تنفيذ العقوبة، سـواءً بالإيجاب أو الرفض، لرقابة المحاكم الأعلى درجة، ولكن هذه الرقابة تقتصـر عادة على التحقق من أن القاضـي قد التزم بالحدود القانونية للعقوبة الموقوفة، وأن التسبيب كان سائغاً ومنطقيًا، دون التعمق في التقدير الذاتي لأخلاق وسلوك المحكوم عليه، فهذا يندرج ضمن صميم سلطة محكمة الموضوع.

ثانيًا: المقترحات والتوصيات:

1. نقترح على المُشـرّع العماني دراسـة إدخال تدابير بديلة أخرى للعقوبات السـالبة للحرية قصـيرة المدة، كخدمة المجتمع، لزيادة خيارات القاضي وتقليل الاعتماد على عقوبة السجن.
2. نوصـي بتعزيز دور الإشراف والمتابعة على المحكوم عليهم الموقوف تنفيذ عقوبتهم، إما من قبل الادعاء العام أو هيئة أخرى متخصـصـة، لضـمان التزامهم بالشـروط الاحتياطية، وأن يكون مقترناً بمتابعة سـلوك الجاني خلال مدة وقف تنفيذ العقوبة، للتأكد من سـلوك الجاني ونجاح إعادة تأهيله، ومن الممكن أن يتأتى هذا الأمر عن طريق إشـراك الجاني في أعمال المنفعة العامة، ليكون قادراً على خدمة المجتمع بعد انقضـاء فترة وقف التنفيذ، ولتحقيق أقصى استفادة من فترة وقف التنفيذ.
3. نوصـي بأن تُصـدر المحكمة العليا مبادئ توجيهية توضـح ضـوابط تطبيق السـلطة التقديرية في الحكم بوقف التنفيذ لضمان اتساق التطبيق القضائي في محاكم الدرجة الأولى والاستئناف، خصوصاً فيما يتعلق بالمعايير التي تبعث على الاعتقاد بعدم العودة للجريمة.
4. العمل على زيادة الوعي القانوني العام بآثار وقف التنفيذ، لاسـيما أثره في حالة انقضـاء المدة على الحقوق المدنية والوظيفية للمحكوم عليه.

المراجع:

1. إبراهيم، أكرم نشأت، (1998)، الحدود القانونية لسلطة القاضي الجنائي في تقدير العقوبة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان.
2. إسماعيل، محمود إبراهيم، (2000)، شرح الأحكام العامة في قانون العقوبات، دار الفكر العربي، القاهرة.
3. بلال، أحمد عوض، (1995)، علم العقاب، الطبعة الأولى، دار النهضة العربية، القاهرة.
4. جاد، سامح السيد، (2005)، شرح قانون العقوبات – القسم العام، دار النهضة العربية، القاهرة.
5. الجوهري، مصطفى، (2002)، تفريد العقوبة في القانون الجنائي، دار النهضة العربية، القاهرة.
6. حبتور، فهد هادي، (2015)، التفريد القضائي للعقوبة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان.
7. حسني، محمود نجيب، (1998)، شرح قانون العقوبات – القسم العام، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت.
8. الحسيني، عباس، (1998)، شرح قانون العقوبات العراقي الجديد – القسم العام، مطبعة المعارف، بغداد.
9. خضـر، عبد الفتاح، (1984)، وقف تنفيذ العقوبة في المملكة العربية السـعودية، بحث منشـور في مجلة معهد الإدارة العامة، الرياض، العدد 42.
10. الزيني، أيمن رمضان، (2002)، العقوبات السالبة للحرية قصيرة المدة وبدائلها، دار النهضة العربية، القاهرة.
11. سرور، أحمد فتحي، (2014)، الوسيط في شرح قانون العقوبات، القسم العام، دار النهضة العربية، القاهرة.
12. السعيد، السعيد مصطفى، (1974)، الأحكام العامة في قانون العقوبات، الطبعة الرابعة، دار المعارف، القاهرة.
13. سلامة، مأمون، (1991)، قانون العقوبات – القسم العام، مطبعة جامعة القاهرة.
14. الشاذلي، فتوح عبد الله، (2001)، المسؤولية الجنائية، دار المطبوعات الجامعية، الإسكندرية.

15. عبد الحميد، محمد، (1997)، وقف التنفيذ في القانون الجنائي المقارن، رسالة دكتوراة، جامعة عين شمس، القاهرة.
16. عبد الستار، فوزية، (1985)، مبادئ علم العقاب، دار النهضة العربية، القاهرة.
17. عبد الستار، فوزية، (1987)، شرح قانون العقوبات – القسم العام، دار النهضة العربية، القاهرة.
18. عبد الملك، جندي، (1996)، الموسوعة الجنائية – الجزء الخامس، دار العلم للجميع، بيروت.
19. عبيد، حسنين، (1991)، الوجيز في علم الإجرام والعقاب، دار النهضة العربية، القاهرة.
20. عبيد، رؤوف، (2015)، مبادئ القسم العام من التشريع العقابي، مكتبة الوفاء القانونية، الإسكندرية.
21. عثمان، أمال عبد الرحيم، (1987)، أصول علم العقاب، دار النهضة العربية، القاهرة.
22. علي، إيهاب أيسر أنور، (2000)، البدائل العقابية في السياسة الجنائية المعاصرة، دار النهضة العربية، القاهرة.
23. كامل، شريف سيد، (1999)، الحبس قصير المدة في التشريع الجنائي الحديث، دار النهضة العربية، القاهرة.

الحوسبة السحابية والتخزين السحابي ودورهما في تطوير تكنولوجيا المعلومات دراسة مقارنة

عبد المجيد عبد الله محمد شيته
Abdelmajed.sheta@gmail.com
المعهد العالي للعلوم والتقنية – الأصابعة – ليبيا

الملخص:

هدفت هذه الدراسة المقارنة إلى معالجة الخلط الشائع بين مفهومي الحوسبة السحابية والتخزين السحابي، وعدم إدراك الدور الشامل للحوسبة السحابية في تمكين التقنيات المتقدمة كالذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة، مقارنة بالدور المحدود للتخزين السحابي الذي يقتصر على حفظ البيانات ومشاركتها، وتبرز أهمية الدراسة في تعميق الفهم النظري للبنية التحتية للحوسبة السحابية والتفريق الجوهري بين معالجة البيانات وتخزينها، مما يساعد المؤسسات عمليًا على اتخاذ قرارات استثمارية مدروسة واختيار الخدمات الأكثر ملاءمة لخفض التكاليف وزيادة الإنتاجية، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج المقارن لتفسير وتحليل البيانات المتعلقة بالحوسبة السحابية ودورها في تطوير التكنولوجيا من خلال المقارنة بين المفهومين وتحديد المزايا والعيوب والتحديات لكل منهما، وقد توصلت الدراسة إلى عدة نتائج، أبرزها: أن الحوسبة السحابية تمثل العصب الرئيسي للثورة التكنولوجية المعاصرة، وتوفر قدرة أكبر على التوسع التلقائي والاستجابة السريعة، بينما يلعب التخزين السحابي دوراً حيويًا ومكملاً لها بتوفير الأساس البياني الذي تقوم عليه الابتكارات، وأوصت الدراسة بضرورة اختيار المؤسسات لحلول سحابية متكاملة تجمع بين الحوسبة السحابية والتخزين السحابي لضمان بيئة رقمية متطورة وفعالة.

الكلمات المفتاحية: البنية التحتية، التخزين السحابي، التكنولوجيا الحديثة، الحوسبة السحابية.

Abstract:

This comparative study aims to address the common confusion between the concepts of cloud computing and cloud storage, and the lack of awareness regarding the comprehensive role of cloud computing in enabling advanced technologies such as Artificial Intelligence and Big Data, compared to the limited role of cloud storage, which is restricted to storing and sharing data. The study highlights the importance of deepening the theoretical understanding of the underlying infrastructure of cloud computing and the essential distinction between data processing and data storage, which practically assists institutions in making informed investment decisions and selecting the most appropriate services to increase productivity and reduce costs. The study relied on a comparative methodology for analyzing and interpreting data related to cloud computing and its role in technological development, through a comparison between the two concepts, identifying the advantages, disadvantages, and challenges for each. The study concluded that cloud computing represents the main nerve of the contemporary technological revolution, providing a greater capacity for rapid response and automatic scaling, while cloud storage plays a vital and complementary role by providing the data foundation upon which innovations are built. The study recommends that institutions choose integrated cloud solutions that combine both cloud computing and cloud storage to ensure an effective and advanced digital environment.

Keywords: Cloud Computing, Cloud Storage, Infrastructure, Modern Technology.

مقدمة:

الحوسبة السحابية هي تقنية مبتكرة وغيرت جذريًا الطريقة التي تتم بها معالجة البيانات وتخزينها واستخدامها، حيث تقوم فكرة الحوسبة السحابية على توفير الموارد التكنولوجية عبر الانترنت بدلاً من الاعتماد على الأجهزة المحلية أو الخوادم الخاصة، حيث من خلالها يمكن للمستخدمين الوصول إلى الخوادم والتطبيقات وقواعد البيانات والخدمات الأخرى عبر الإنترنت من أي مكان، وفي أي وقت، دون الحاجة إلى امتلاك أو صيانة بنية تحتية معقدة.

وفي ظل التطور المتسارع للتكنولوجيا الرقمية برزت الحاجة إلى حلول أكثر فعالية لحفظ البيانات والوصول إليها بسرعة وأمان، ومن بين هذه الحلول جاء التخزين السحابي كواحد من أبرز الابتكارات التقنية التي أحدثت تحولاً جذريًا في كيفية التعامل مع المعلومات. ويعد التخزين السحابي وسيلة حديثة لحفظ الملفات والبيانات على الخوادم ويتيح للمستفيدين الوصول إليها من أي مكان، وفي أي وقت. وقد ساهمت هذه التقنية في تسهيل العمل عن بُعد وتحسين الإنتاجية وتعزيز الأمان الرقمي.

وفي العصر الرقمي الحديث أصبحت الحوسبة السحابية أساساً للتحول الرقمي في مختلف المجالات الصناعية والتجارية، فقد مكّنت المؤسسات من تخفيف التكاليف التشغيلية، وتحسين كفاءة الأعمال، وتوسيع القدرة على الابتكار. علاوة على ذلك، سهّلت العديد من التقنيات الناشئة، مثل: الذكاء الاصطناعي، والبيانات الضخمة، وذلك من خلال توفير بيئة مرنة وقابلة للتوسع لتخزين ومعالجة وتحليل كميات ضخمة من البيانات.

ويشهد العالم اليوم ثورة رقمية غير مسبوقة أثرت على جميع مجالات الحياة ورافقتها تحديات تتعلق بإدارة البيانات وتخزينها بشكلٍ أمن وفعّال، حيث ظهر مفهوم التخزين السحابي كحل مبتكر وضروري لتجاوز قيود التخزين التقليدي.

مشكلة الدراسة:

مع التطور السريع للتكنولوجيا الحديثة، برزت الحوسبة السحابية كأحد أهم الركائز الداعمة لهذا التطور ولكن يُخلط غالباً بينها وبين التخزين السحابي رغم اختلافهما الجوهري في الوظائف والأهداف، وتكمن المشكلة في عدم إدراك الكثيرين للدور الشامل للحوسبة السحابية في تمكين تقنيات متقدمة مثل الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة مقارنةً بدور التخزين السحابي المحدود في تخزين البيانات ومشاركتها، حيث تُسهم الحوسبة السحابية في دفع عجلة التطوير التكنولوجي. عليه، تتمحور مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس التالي: **ما هو دور الحوسبة السحابية والتخزين السحابي في تطوير التكنولوجيا الحديثة؟ وما الفروق الجوهرية بينهما التي تحدد دور كلا منهما؟**

أهمية الدراسة:

إن الحوسبة السحابية تمثل إحدى الركائز الأساسية في التحول الرقمي والتطور التكنولوجي الحديث، حيث توفر بنية تحتية مرنة وقابلة للتوسع وتتيح للمؤسسات والأفراد الوصول إلى موارد حاسوبية متقدمة عن بُعد دون الحاجة إلى امتلاكها فعليًا، أما التخزين السحابي فيوفر مساحة مرنة لحفظ البيانات والوصول إليها من أي مكان وفي أي وقت، وتُسهم هذه التقنيات في تقليل التكاليف التشغيلية وزيادة الإنتاجية، كما تتيح التعاون الفوري بين الفرق عبر الانترنت وتوفر مستوى عالٍ من الأمان والنسخ الاحتياطية للبيانات، وتعد أساساً للتحول الرقمي في المؤسسات الحديثة. وتتمثل الأهمية من دراسة هذا الموضوع في الآتي:

أ- **الأهمية العلمية للدراسة:** تتمثل الأهمية العلمية لهذه الدراسة في تعميق الفهم النظري للبنى التحتية السحابية وآليات عملها، مما يُسهم في تطوير نماذج حوسبة أكثر كفاءة وقابلية للتوسع، كما تساعد المقارنة بين الحوسبة السحابية والتخزين السحابي في تحديد الفروقات الجوهرية بين معالجة البيانات "الحوسبة السحابية" وحفظها "التخزين السحابي" مما يثري الأبحاث في مجال تكنولوجيا المعلومات، وتساهم الدراسة في تطوير معايير تقييم الأداء.

ب- **الأهمية العملية للدراسة:** إن فهم الفروق بين الحوسبة والتخزين يساعد المؤسسات على اتخاذ قرارات استثمارية مدروسة سواءً في تبني حلول البرمجة أو الاعتماد على منصات التخزين السحابي، كما تُمكّن الدراسة المؤسسات من تحسين تكاليفها التشغيلية عبر اختيار الخدمات الأكثر ملائمة لاحتياجاتها سواءً كانت معالجة بيانات ضخمة أو مجرد تخزين ملفات مشتركة.

أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة إلى تحقيق عدة أهداف، يمكن توضيحها على النحو التالي:

1. التعرف على مفهوم الحوسبة السحابية وأنواعها.
2. التعرف على التخزين السحابي وأنواعه.
3. توضيح دور الحوسبة السحابية في تطوير التكنولوجيا الحديثة.
4. توضيح دور التخزين السحابي في تطوير التكنولوجيا الحديثة.
5. معرفة الفروق بين الحوسبة السحابية والتخزين السحابي ودور كل منهما في تطوير التكنولوجيا الحديثة.

فروض الدراسة:

1. تُسهم الحوسبة السحابية في تحسين كفاءة الأداء التقني للمؤسسات.
2. يعد التخزين السحابي بديلاً فعالاً وآمناً مقارنة بوسائل التخزين التقليدية.
3. تعزز الحوسبة السحابية من الابتكار التكنولوجي من خلال تسهيل الوصول إلى الموارد الحاسوبية المتقدمة.
4. تساهم خدمات التخزين السحابي في دعم التحول الرقمي للمؤسسات.

منهج الدراسة:

إن المنهج المستخدم في هذه الدراسة هو المنهج المقارن الذي يهدف إلى المقارنة بين شيئين إلا وهما المقارنة بين الحوسبة السحابية والتخزين السحابي مبيناً أهم المميزات والعيوب لكل منهما، وكذلك الأهمية لكليهما والتحديات والصعوبات التي تواجههما.

أسباب اختيار الدراسة:

1. الأهمية المتزايدة للحوسبة السحابية في دعم التحول الرقمي للمؤسسات.
2. الاستخدام الواسع للتخزين السحابي في حفظ البيانات والوصول إليها بسرعة.
3. توفير الوقت والجهد والتكاليف مقارنة بالأساليب التقليدية.
4. تأثير الحوسبة السحابية في تطوير التكنولوجيا الحديثة.

الدراسات السابقة:

1. **دراسة (رحاب فايز أحمد، 2011) بعنوان "نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر"**: تناولت هذه الدراسة مفهوم الحوسبة السحابية وتطبيقاتها، كما تناولت إيجابياتها وسلبياتها وأهم نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر. ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن Eucalyptus يوفر منصة برامج سحب واسعة الانتشار لمنظمات تكنولوجيا المعلومات، وأوصت الدراسة بتكثيف الجهود البحثية بين المجتمعات البحثية لتطوير النظم السحابية الفعالة واختيار كفاءتها.
2. **دراسة (السليماني، 2022) بعنوان "تحديات ومخاطر التخزين السحابي في إدارة الوثائق الأرشيفية: دراسة حالة الارشيفات الرقمية"**: استهدفت هذه الدراسة تحديد معايير اختيار موفري الخدمة السحابية المناسبة للقطاع الأرشيفي، وتقييم المخاطر الأمنية، مثل: اختراق البيانات وفقدان السيطرة على الوثائق. وتوصلت الدراسة إلى نقص خبرة الموظفين في التعامل مع المنصات السحابية وتعارض بعض التشريعات المحلية مع سياسات التخزين السحابي العالمية، وأوصت الدراسة باعتماد تشفير متقدم لحماية الوثائق الحساسة، وبتدريب العاملين على أدوات الأرشفة السحابية.
3. **دراسة (حماد، 2019) بعنوان "أمن البيانات في بيئات التخزين السحابي: التحديات والحلول"**: سعت هذه الدراسة إلى تحليل التحديات الأمنية المتعلقة بتخزين البيانات في السحابة، وتقديم حلول فعالة لحماية البيانات وحمايتها من الهجمات الإلكترونية، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك عدة تهديدات أمنية تواجه البيانات المخزنة في السحابة، واقترحت الدراسة حلول مثل التشفير والتوثيق متعدد العوامل لحماية البيانات.
4. **دراسة (يونس، 2022) بعنوان "التخزين السحابي وتحدياته في المؤسسات الحكومية في العالم العربي"**: هدفت الدراسة إلى توضيح دور عملية التخزين السحابي في تنظيم البيانات الحكومية، وأكدت على وجود قلق بشأن خصوصية البيانات الحكومية، وتناولت الحاجة إلى تحديث السياسات الحكومية لتبني حلول التخزين.

- الحوسبة السحابية تقدم بنية تحتية متكاملة تشمل معالجة البيانات وتشغيل التطبيقات وتحليل البيانات الضخمة، أما ما يخص التخزين السحابي فهو يقتصر على تخزين البيانات ومشاركتها عبر الانترنت، إن الحوسبة السحابية تسمح بتشغيل برامج معقدة وتوسيع قدرة معالجة ديناميكية، التخزين السحابي لا يتضمن معالجة بيانات بل يقوم بحفظها واسترجاعها ويعتمد على مساحة التخزين المطلوبة فقط.
- تمثل الحوسبة السحابية العصب الرئيسي للثورة التكنولوجية المعاصرة، حيث توفر المنصة الأساسية التي تُمكّن من ظهور وتطور التقنيات التحويلية، بينما يلعب التخزين السحابي دوراً حيويًّا ولكنه مكمل في هذه البيئة التكنولوجية.
- إن الحوسبة السحابية والتخزين السحابي وجهان لعملة التحول الرقمي، حيث يتكاملان لخلق بيئة متطورة، بينما تقدم الحوسبة السحابية قوة المعالجة والمرونة اللازمة للابتكار، ويوفر التخزين السحابي الأساس البياناتي الذي تقوم عليه الابتكارات.

المبحث الأول: مفهوم الحوسبة السحابية وأنواعها:

المطلب الأول: تعريف الحوسبة السحابية:

- التعريف الأول "هي تكنولوجيا تعتمد على نقل المعالجة ومساحة التخزين الخاصة بالحاسوب إلى ما يسمى السحابة، وهي جهاز خادم يتم الوصول إليه عن طريق الانترنت. وبهذا تتحول برامج تكنولوجيا المعلومات من منتجات إلى خدمات، وتعتمد البنية التحتية للحوسبة السحابية على مراكز البيانات المتطورة والتي تقدم مساحات تخزين بيرة للمستخدمين" (رزق، 2013).
- التعريف الثاني "هي تكنولوجيا حديثة تعتمد على شبكة الانترنت والخوادم العملاقة وتوفر العديد من الخدمات والتطبيقات التي يديرها مزود الخدمات وتُمكّن مؤسسات المعلومات من تقديم خدمات أكثر وأسرع وأفضل عبر الإنترنت دون تحمل أعباء امتلاك المواد أو إدارتها" (الخرينج والمزين، 2020).

المطلب الثاني: كيفية الاستفادة من الحوسبة السحابية:

الحوسبة السحابية هي توفير خدمات الحوسبة مثل الخوادم والتخزين وقواعد البيانات والشبكات والبرمجيات عبر الانترنت بدلاً من استخدام الأجهزة المحلية أو الخوادم الداخلية. ويمكن للمؤسسات توفير التكاليف المرتبطة بالاستثمار في المعدات والتراخيص البرمجية من خلال الاعتماد على الحوسبة السحابية التي تعتمد على الدفع حسب الاستخدام، ويمكن للمؤسسات زيادة أو تقليل الموارد بسهولة ومرونة حسب الحاجة، دون الحاجة لتحديث البنية التحتية الداخلية، ويمكن للمستخدمين الوصول إلى بياناتهم والتفاعل مع التطبيقات من أي مكان في العالم باستخدام الانترنت. والكثير من مزودي الحوسبة السحابية يقدمون ميزات أمان متقدمة مثل التشفير والنسخ الاحتياطي والتعافي من الكوارث، وهذا يساعد في الحفاظ على سرية البيانات وحمايتها، وكذلك تقدم الحوسبة

السحابية قدرة على معالجة وتحليل البيانات، وتوفر بيانات السحابة الأدوات المناسبة لتطوير التطبيقات، وتجربة أفكار جديدة بسرعة ودون الحاجة للاستثمار في أجهزة مكلفة.

أشكال الحوسبة السحابية:

للحوسبة السحابية مجموعة من الأشكال، يمكن توضيحها على النحو التالي (رجم، 2018، ص75):

1. **الحوسبة اللاإرادية:** هي عبارة عن أنظمة الحاسوب القادرة على الإدارة الذاتية.
2. **نموذج زبون – خادم:** هي عبارة عن موزع يقوم بالتمييز بين موفري الخدمة وطالبي الخدمة.
3. **الحوسبة الشبكية:** هي صورة من صور الحوسبة الموزعة والحوسبة المتوازية، حيث يتكون كمبيوتر افتراضي من عنقود محوسب من أجهزة الحاسوب المتشابكة معاً والمتزاوجة بحرية فضفاضة والتي تعمل في تناغم معاً للقيام بمهام ضخمة وكبيرة.
4. **الحاسوبات الكبيرة:** هي عبارة عن أجهزة حاسوب كبيرة قوية تستخدم أساساً من قبل المؤسسات العملاقة بهدف القيام بالتطبيقات الحرجة، والتي عادةً ما تكون عبارة عن معالجة البيانات الضخمة.
5. **الحوسبة الأداتية:** تشير إلى عملية تعبئة الموارد الحاسوبية والتي منها الحوسبة والتخزين كخدمة مقاسة.
6. **الند للند:** تشير إلى بنية توزيعية بدون الحاجة إلى تنسيق مركزي مع كون المشاركين يمثلون في الوقت ذاته أدوار موفري ومستهلكي المصادر.
7. **حوسبة خدمية التوجه:** توفر الحوسبة السحابية خدمات مرتبطة بالحوسبة في حين وبصورة متبادلة، فإن الحوسبة خدمية التوجه تتكون من الأساليب التي تعمل على البرمجيات المثيلة بالخدمة.

أنواع الحوسبة السحابية:

توجد مجموعة من الأنواع للحوسبة السحابية، يمكن توضيحها على النحو التالي (المطيري، 2018):

1. **السحابة العامة:** هي خدمات سحابية متاحة للجمهور وتمتلكها المؤسسة لتوفير الخدمات السحابية، وتتميز بأنها ذات بنية تحتية ضخمة، وهي وسيلة لتوفير الوقت والجهد.
2. **السحابة الخاصة:** يكون هذا النوع من السحابات متاح داخل مؤسسة محددة، بحيث يمكن الوصول إليها عن طريق الشبكة الداخلية للمؤسسة، وتكون المؤسسة هي المسؤولة عن تنظيم وادارة الأنظمة المستخدمة لتوفير الخدمة.
3. **السحابة الهجين:** يدمج هذا النوع بين خصائص السحابة الخاصة والعامة، حيث يمكن للمؤسسة تشغيل بعض الخدمات على البنية التحتية الداخلية، وتشغيل البعض الآخر على السحابة العامة. ويتميز هذا النوع بأنه يوفر مرونة أكثر من السحابة العامة والخاصة.

4. **السحابة المجتمعية:** يتم فيها مشاركة البنية التحتية أو البيئة السحابية من قبل مجتمع من عدة مؤسسات، بحيث يكون لهذه المؤسسات هدف مشترك، ويتم إدارة سحابة المجتمع من قبل هذه المؤسسات أو من قبل طرف آخر.

المبحث الثاني: مكونات الحوسبة السحابية وأنواعها:

المطلب الأول: مكونات الحوسبة السحابية:

تتكون الحوسبة السحابية من المكونات التالية:

1. واجهة المستخدم الخاصة بالعملاء.
2. التطبيق أو المنصة.
3. الخدمات السحابية.
4. مساحة التخزين.
5. البنية التحتية.
6. الإدارة.
7. الأمان.
8. شبكة الانترنت.

المطلب الثاني: أهداف الحوسبة السحابية:

تحقق الحوسبة السحابية مجموعة من الأهداف، يمكن تلخيصها في النقاط التالية (عيد، 2013):

1. توفير مساحة تخزينية للمعلومات عالية الجودة.
2. إتاحة الوصول إلى المعلومات وسهولة استرجاعها.
3. إتاحة معظم البرمجيات التشغيلية والتطبيقية وبصورة مجانية.
4. توفر عملية المشاركة بالمعلومات بين المستفيدين.
5. توفر للمستفيد إمكانية معالجة معلوماته عن بُعد.
6. تجعل من جهاز الحاسب مجرد محطة عبور للوصول إلى الخادم.

المبحث الثالث: مزايا وتحديات الحوسبة السحابية:

المطلب الأول: مميزات وفوائد الحوسبة السحابية:

تتسم الحوسبة السحابية بمجموعة من الخصائص التي تُشكّل مميزات وفوائد للمؤسسات، يمكن سردها في النقاط الآتية:

1. **تخفيض التكلفة:** باستخدام الحوسبة السحابية لم يعد من الضروري اقتناء الأجهزة ذات الحجم والذاكرة الكبيرة والسرعات العالية، وذلك لأنه بإمكان أي جهاز الوصول إلى الشبكة والاستفادة من خدمات وتطبيقات السحابة، كما وفرت السحابة على المؤسسات ثمن الخوادم والوحدات التخزينية الضخمة بإتاحتها المساحات التخزينية التي تواكب الاحتياجات التخزينية الكبيرة والمتغيرة بالمؤسسات (الفقي، 2013).
2. **ضمان استمرارية الخدمة:** لأن الحوسبة السحابية تستند إلى الإنترنت، فالتطبيقات المستخدمة تكون متاحة على الدوام داخل المؤسسة وخارجها مما يُسهّل العمل عن بُعد والاستفادة من الخدمات دون توقف (Kapil, 2017).
3. **تكسب العمل مرونة أكبر:** فالمرونة من أفضل المميزات في الحوسبة السحابية، حيث يمكن تحديث الخدمات وتطويرها وتعديل الأجهزة والموارد وفق الاحتياجات الخاصة بالمؤسسة بشكل سريع (Srivastava, 2018).
4. **تأثير أقل على البيئة:** تساهم الحوسبة السحابية في المحافظة على البيئة، وذلك بتقليصها عدد الأجهزة والوحدات التخزينية التي تستخدمها المؤسسات (Nath, 2019).

فوائد الحوسبة السحابية:

للحوسبة السحابية مجموعة من الفوائد يمكن توضيحها على النحو التالي:

1. الدخول على البيانات والتطبيقات من أي مكان تتوافر فيه خدمة الانترنت.
2. قلة التكلفة في تجهيز المعدات المادية.
3. استغناء الشركات والأفراد عن شراء تراخيص البرمجيات.
4. عدم حاجة المؤسسات إلى تخصيص مكان للأجهزة التي تدير العمل.
5. عدم الحاجة للدعم الفني داخل المؤسسة.
6. توفير الوقت.
7. الحفظ والنسخ الاحتياطي يخدم المستخدم.
8. تخفيض المساحة التخزينية.
9. ربط التكلفة بالاستخدام.

المطلب الثاني: تحديات الحوسبة السحابية:

تتمثل أهم التحديات التي تواجه الحوسبة السحابية فيما يلي (ليث، 2012، ص146):

1. **الأمن:** إن الحوسبة السحابية تستند إلى مجهز الخدمة بشكلٍ تام، وما يوفره من مستوى أمني، مثل: تشفير المعلومات، ووضع السياسات والإجراءات للوصول إلى السحابة.

2. **السيطرة:** تعني بأنه عندما تعتمد المؤسسة الحوسبة السحابية للمجهز فأنها تصبح تحت رحمة مجهز الخدمة الذي يمكن أن يتسبب للمؤسسة بجملة من المشاكل حالما يتم تشغيل الملفات والبيانات والعمليات في البنية التحتية الخاصة به مع احتمال توقف الخدمة لسبب أو لآخر مما يضطرها للبحث عن بديل.
3. **اتفاقيات مستوى الخدمة:** تتضمن اتفاقيات مستوى الخدمة التفاهم المشترك حول الخدمات والأولويات والمسؤوليات والضمانات بين مقدم الخدمة والمستفيد، وقد لا يوفر الكثير من مقدمي الخدمات السحابية مستويات جيدة من هذه الاتفاقيات، وهو ما يتعارض مع المتطلبات الأساسية لتحول المؤسسات الكبيرة إلى خدمات الحوسبة السحابية.

عيوب الحوسبة السحابية:

من أكبر المشاكل التي تواجه الحوسبة السحابية مشكلة أمن وخصوصية المعلومات، حيث نجد أن بعض المستخدمين يتخوفون من احتمالية اطلاع أفراد آخرين على معلوماتهم، وكذلك تعد مشكلة حماية حقوق الملكية الفكرية وهي أحد المشاكل التي تثير مخاوف مستخدمي تلك الخدمات فلا يوجد ضمانات بعدم انتهاك حقوق الملكية الفكرية للمستخدمين، وكذلك توافر الانترنت من المشاكل الرئيسية وخاصة في الدول النامية حيث تتطلب الخدمة توفر الاتصال بشبكة الانترنت بشكل دائم أثناء استخدام تلك الخدمة. ومن خلال ما تم سرده تبين أن أهم عيوب الحوسبة السحابية: هي الأمان، الخصوصية وملكية البيانات، ضمان مستوى الخدمة.

العلاقة بين البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والحوسبة السحابية:

إن البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات تزداد تعقيداً، وذلك بسبب التغيرات الهائلة الموجودة في السوق، مثل: ارتفاع عدد الأجهزة وزيادة استهلاك الطاقة، والحاجة إلى تبني التكنولوجيا الخضراء أو إلى بناء بيئات عمل مترابطة ومتصلة تساهم في تحسين الانتاجية وخفض التكاليف، فمساعدة المؤسسات في بناء البنية التحتية الأساسية للحوسبة السحابية يكون من خلال دراسة احتياجاتهم، وتشجيع الموظفين على تنمية مهاراتهم للتعامل مع هذه التكنولوجيا الحديثة.

التخزين السحابي والدور المقارن في تطوير التكنولوجيا الحديثة:

إن التخزين السحابي يمثل نقطة تحول كبيرة في كيفية التعامل مع البيانات وتخزينها، إذ أصبح جزءاً أساسيًا من الحياة اليومية للمستخدمين والمؤسسات على حد سواء، وتستمر هذه التقنية في النمو والتطور مما يجعلها إحدى الركائز الأساسية للابتكار في العصر الرقمي. إن التخزين السحابي يمثل خدمة تتيح للمستخدمين تخزين البيانات والملفات عبر الأنترنت بدلاً من تخزينها على أجهزة الكمبيوتر أو الأقراص الصلبة التقليدية، ويعتمد التخزين السحابي على استخدام الخوادم الموزعة عبر شبكة الانترنت لتخزين المعلومات، مما يوفر للمستخدمين الوصول إلى بياناتهم من أي مكان وفي أي وقت، وتعد هذه التقنية من أبرز الابتكارات في مجال تكنولوجيا المعلومات حيث توفر حلول فعالة من حيث التكلفة وتضمن سهولة الوصول والمرونة في التعامل مع البيانات.

المبحث الأول: مفهوم التخزين السحابي ومكوناته:

المطلب الأول: تعريف التخزين السحابي وأهميته وأنواعه:

- **التعريف الأول** "التخزين السحابي هو نوع من أنواع التخزين الرقمي للبيانات حيث يتم تخزين الملفات والبيانات عبر الانترنت بدلاً من تخزينها على جهاز الحاسوب المحلي أو على خوادم خاصة" (الزهراني، 2020، ص45).
- **التعريف الثاني** "التخزين السحابي هو تقديم خدمات تخزين البيانات عبر الانترنت حيث يتم توفير المساحة على خوادم بعيداً عن جهاز المستخدم مما يوفر سهولة الوصول والتخزين الأمن للبيانات من أي مكان وفي أي وقت" (الفرج، 2021، ص92).

أهمية التخزين السحابي:

يعد التخزين السحابي أداة حيوية في العصر الرقمي الحالي نظراً للعديد من الفوائد التي يقدمها. ويلعب التخزين السحابي يلعب دوراً محوريًّا في تمكين المؤسسات والأفراد من الاستفادة من مرونة الوصول إلى البيانات في أي وقت ومن أي مكان، ويمكن للتخزين السحابي دعم النمو السريع للمؤسسات من خلال توفير مساحة تخزين قابلة للتوسع بسهولة، مما يلغي الحاجة إلى استثمار كبير في البنية التحتية لتخزين البيانات، كما يوفر مزايا التكامل بين الأجهزة المختلفة مما يجعل من السهل على الافراد والمؤسسات الوصول إلى البيانات.

ويسمح التخزين السحابي للأفراد والمؤسسات بتخزين البيانات بشكلٍ أمن، وسهّل الوصول إليها من أي مكان، ومن خلال توفير حلول مرنة للاحتفاظ بالبيانات. ويساعد التخزين السحابي في تقليل التكاليف المرتبطة بتخزين البيانات على الخوادم المحلية أو الأجهزة الفردية، كما يتيح إمكانية مشاركة الملفات والتعاون بين الفرق بسهولة وسرعة، ويقدم التخزين السحابي حلولاً للأمن والنسخ الاحتياطي للبيانات مما يعزز من حماية المعلومات من الفقدان أو التلف.

أنواع التخزين السحابي:

1. التخزين السحابي العام: يتم توفير هذا النوع من التخزين من قبل مؤسسات متخصصة حيث تكون البنية التحتية مشتركة.
2. التخزين السحابي الخاص: يخصص هذا النوع لمؤسسة أو شركة واحدة مما يوفر مستوى أعلى من الأمان والتحكم.
3. التخزين السحابي الهجين: هو مزيج من التخزين السحابي العام والخاص ويستخدم من قبل مؤسسات كبيرة.
4. التخزين السحابي المجتمعي: يتم مشاركة البنية التحتية بين عدة مؤسسات ذات اهتمامات مشتركة مما يتيح توزيع التكلفة والموارد.

المطلب الثاني: مميزات وعيوب التخزين السحابي والتحديات التي تواجهه:

إن التخزين السحابي يُمكّن المستخدمين زيادة أو تقليص سعة التخزين حسب الحاجة دون الحاجة لاستثمارات إضافية في الأجهزة، ويتيح الوصول إلى البيانات من أي جهاز متصل بالانترنت، وكذلك يمكن للمستخدمين مشاركة الملفات والعمل معاً في الوقت الفعلي مما يعزز التعاون بين الفرق والافراد، ويقدم التخزين السحابي حلولاً قوية للنسخ الاحتياطي للبيانات وحمايتها ضد الفقدان أو الأضرار، وكذلك يعفي المستخدمين من الحاجة إلى الاستثمار في بنية تحتية لتخزين البيانات مما يقلل من التكاليف التشغيلية، ومن أبرز هذه المزايا ما يلي (القحطاني، 2021، ص113):

1. المرونة والتوسع.
2. الوصول السهل من أي مكان.
3. التعاون السهل.
4. النسخ الاحتياطي والأمان.
5. التوفير في التكاليف.

أما من عيوب التخزين السحابي فهي اعتماده بشكلٍ كامل على الاتصال بالإنترنت مما يعني أنه لا يمكن الوصول إلى البيانات في حال كان الاتصال ضعيفاً، ورغم أن مزودي الخدمة يوفرون تشفيراً لحماية البيانات لكنهم يشعرون بالقلق حيال اختراق البيانات أو الوصول غير المصرح. وعلى الرغم من أن التخزين السحابي يبدو اقتصاديًا في البداية إلا أن التكاليف قد تزيد بشكل كبير مع زيادة التخزين، ويفقد المستخدمين الوصول إلى بياناتهم لفترات طويلة في حالة واجه المزود مشاكل أو أعطال، ومن خلال ما سبق ذكره نستنتج بعض العيوب للتخزين السحابي، وهي كما يلي (الحربي، 2022، ص89):

1. الاعتماد على الانترنت.
2. مشكلات الأمان والخصوصية.
3. التكلفة العالية.
4. الاعتماد على مزودي الخدمة.

التحديات التي تواجه التخزين السحابي:

على الرغم من الفوائد والمزايا التي يوفرها التخزين السحابي إلا أنه يواجه مجموعة من التحديات والصعوبات التي تقف حجرة عثر أمامه، ومن بين هذه التحديات ما يلي (القريشي، 2023، ص102):

1. مشاكل الأمان وحماية البيانات.
2. القضايا القانونية والتنظيمية.
3. التوافق مع الأنظمة القديمة.

4. التكاليف المتزايدة.
5. قضايا الأداء.

إن قضية الأمان تعتبر أهم التحديات الرئيسية التي تواجه التخزين السحابي فقد تتعرض البيانات المخزنة للسرقة أو الاختراق مما يتطلب حماية قوية مثل التشفير، وقد يواجه المستخدمون مشاكل قانونية تتعلق بحماية البيانات خصوصاً إذا كانت البيانات مخزنة في دول ذات قوانين حماية مختلفة، وكذلك مواجهة المؤسسات الصعوبة في دمج التخزين السحابي مع الأنظمة التقليدية أو القديمة التي لا تدعم التقنيات الحديثة، وبالرغم من أن التخزين السحابي يقدم حلولاً تمتاز بالمرونة إلا أن تكاليف التخزين للبيانات في تزايد بشكل غير متوقع، وذلك مع الاستخدام المستمر، وكذلك ضعف الاتصال بالإنترنت يؤثر على الوصول إلى البيانات والتفاعل معها.

مستقبل التخزين السحابي:

مع استخدام تقنيات مثل التشفير المتقدم والحوسبة الكمية والمتمثل في تحسين الأمان، وزيادة التكامل مع الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات وإدارتها بشكل أكثر كفاءة، وتقنيات التخزين اللامركزية والتي تتيح تخزين البيانات بشكل أكثر توزيعاً وخصوصية، وكذلك التخزين الأخضر الذي يركز على استخدام طاقة متجددة لتقليل البصمة الكربونية للخوادم.

المطلب الثالث: الدور المقارن لكل منهما في تطوير التكنولوجيا الحديثة والنتائج والتوصيات:

الفرق بين التخزين السحابي والتخزين التقليدي:

إن التخزين السحابي والتخزين التقليدي هما طريقتان مختلفتان لتخزين البيانات، وكل منهما له مزايا وعيوب تتناسب مع احتياجات مختلفة، فبالنسبة لمميزات التخزين السحابي تتمثل في المرونة للوصول، وتكاليف أولية منخفضة، ونسخ احتياطي تلقائي، أما العيوب فتتمثل في الاعتماد على الانترنت ومخاوف الخصوصية وتكاليف اشتراك مستمرة. أما التخزين التقليدي فمن مميزاته تحكم كامل بالبيانات ولا يتطلب اتصالاً بالإنترنت، أما العيوب فهي متمثلة في التكاليف الأولية العالية والعرضة للفقدان المادي بسبب الأعطال أو السرقة.

الفرق بين الحوسبة السحابية والتخزين السحابي:

إن التخزين السحابي والحوسبة السحابية مصطلحان أصبحا شائعين في الآونة الأخيرة نتيجة التطور التكنولوجي المتسارع، فخلال فترة زمنية قصيرة أصبحت السحابة الإلكترونية الدعامة الأساسية لمعظم التطبيقات والخدمات الرقمية التي يستخدمها معظم الأفراد والمؤسسات، وقد زاد الاعتماد عليها من قبلها لإدارة البيانات وتخزينها نتيجة سهولة استخدامها والخدمات التي تقدمها لهم. وفيما يلي نبرز مجموعة من الفروق:

- **الفرق من حيث المفهوم:** التخزين السحابي هو شكل من أشكال الحوسبة السحابية، والتي تتعلق بتخزين الملفات أو البيانات في الخوادم التي توفرها مراكز متخصصة بالتخزين السحابي. بينما تمثل الحوسبة

السحابية وصفاً لأي نوع من الخدمات الموجودة على السحابة الإلكترونية عبر الاتصال بالإنترنت. إن الحوسبة السحابية لا تتضمن دائماً تخزيناً للبيانات.

- **الفرق من حيث الاستخدام**، التخزين السحابي يستخدم في استضافة مواقع الويب ومشاركة الملفات والنسخ الاحتياطي التلقائي للبيانات واستضافة سطح المكتب الافتراضي. بينما تستخدم الحوسبة السحابية في الاتصالات القائمة على السحابة وتحليل البيانات عن بُعد ومنصات الاتصالات والبرمجيات.
- **الفرق من حيث الأهمية**، تتمثل الأهمية في التخزين السحابي في حماية البيانات من الأخطار وتأمين البيانات الحساسة وإضافة مساحة التخزين وقدرته على التوسيع، أما في الحوسبة السحابية فتتمثل الأهمية في تسهيل عملية التعاون والعمل عن بُعد.
- إن الحوسبة السحابية تعتمد على تشغيل البرامج عبر الانترنت، أما التخزين السحابي فهو تخزين البيانات على الخوادم حتى تصبح متاحة على الانترنت.
- **من حيث مساحة التخزين**، يمتلك التخزين السحابي مساحة تخزين كبيرة، أما الحوسبة السحابية فتمتلك مساحة تخزين أقل.
- **من حيث قوة المعالجة والغرض منها**، يمتلك التخزين السحابي قوة معالجة أعلى من الحوسبة السحابية. وبالنسبة للغرض من التخزين فإن التخزين السحابي له القدرة على تخزين البيانات واستخدامها للأعمال التجارية والاستخدام العام، أما الحوسبة السحابية فإن الغرض منها العمل عن بُعد مثل برمجة التطبيقات عن بُعد وهي مثالية للمؤسسات.

وتجدر الإشارة إلى أن كل من التخزين السحابي والحوسبة السحابية مرتبط بالأخر، بحيث أن وجود أحدهما دون الآخر مستحيل من الناحية الفنية، إذ تتيح خدمات الحوسبة السحابية إمكانية الوصول إلى البيانات التي خزنها المستخدم في السحابة واستخدامها في أي مكان وزمان، بينما توفر خدمات التخزين السحابي للمستخدمين مكاناً للاحتفاظ ببياناتهم إلى حين يحتاجونها، ومع ذلك فإن معظم مقدمي الخدمات السحابية يتخصصون في التخزين السحابي أو الحوسبة السحابية.

النتائج:

1. الحوسبة السحابية تُسهم في تسريع الابتكار التكنولوجي من خلال منصة مرنة وفعالة للتطوير.
2. مكّن التخزين السحابي من الوصول إلى بنية تحتية مرنة وقابلة للتوسع.
3. الحوسبة السحابية تساعد المؤسسات على تقليل التكاليف التشغيلية.
4. وفر التخزين السحابي مساحات هائلة لتخزين البيانات الضخمة.
5. الحوسبة السحابية تقدم قدرة أكبر على التوسع التلقائي.
6. سهّل التخزين السحابي الوصول إلى أدوات معالجة البيانات وتحليلها.

7. الحوسبة السحابية تتيح أدوات تحليلية متقدمة يمكنها معالجة كميات ضخمة من البيانات بعكس التخزين الذي يقتصر على عملية التخزين.
8. قلل التخزين السحابي من الاعتماد على الأجهزة المادية مما وفر تكاليف الصيانة والطاقة.
9. الحوسبة السحابية توفر بيئات عمل مرنة بينما التخزين السحابي يقتصر عادة على تخزين البيانات دون معالجتها.
10. يدعم التحزين السحابي الابتكار في مجالات متعددة ويوفر حلول فعالة للعصر الرقمي.
11. الحوسبة السحابية تقدم حلول أمان متكاملة بينما يقتصر التخزين السحابي على حماية البيانات المخزنة فقط.

التوصيات:

1. ينبغي تعزيز التدريب والمهارات التقنية على تقنيات الحوسبة السحابية واستخدامها بشكل فعال.
2. ينبغي وضع أطر تنظيمية وتشريعات واضحة لاستخدام التخزين السحابي.
3. ينبغي على المؤسسات اختيار حلول سحابية متكاملة تجمع بين الحوسبة السحابية والتخزين السحابي.
4. التركيز على اختيار منصات سحابية مرنة تدعم قابلية التوسع بسهولة لتلبية الاحتياجات للمؤسسات.
5. العمل على تكامل التخزين السحابي مع تقنيات أخرى لتحقيق أقصى استفادة من البيانات المخزنة.
6. يجب مراقبة استخدام الحوسبة السحابية بشكل مستمر لضمان الكفاءة.
7. التركيز على تطوير البنية التحتية الرقمية لضمان فعالية وكفاءة خدمات التخزين السحابي.
8. يجب على الشركات تعزيز الأمان وضمان حماية البيانات.

الخاتمة:

إن الحوسبة السحابية قد أصبحت حجر الزاوية في تطوير التكنولوجيا الحديثة، حيث وفرت حلول مبتكرة ومرنة للأفراد والمؤسسات على حد سواء، ومن خلال الحوسبة السحابية أصبح بإمكان المستخدمين الوصول إلى الموارد والخدمات التكنولوجية من أي مكان وفي أي وقت؛ مما يُسهم في تسريع الابتكار وزيادة الانتاجية، كما أن الحوسبة السحابية قد أوجدت بيئة ديناميكية تتسم بالكفاءة والتوسع مع تقليل التكاليف وتحسين الأمان.

أما بالنسبة للتخزين السحابي فأنه يعد أحد التطبيقات الرئيسية للحوسبة السحابية حيث يوفر إمكانية تخزين البيانات والملفات بشكلٍ أمن عبر الانترنت؛ مما يسهل الوصول إليها ومشاركتها دون الحاجة إلى أدوات تخزين مادية.

تُسهم الحوسبة السحابية في تسريع التحول الرقمي في عدة قطاعات وتساعد الحوسبة في تحليل وتخزين البيانات.

وبالنظر الى المستقبل يبدو أن الحوسبة السحابية ستكون أساساً للعديد من التطورات التقنية، مما يعني أن دورها في المستقبل سيكون أكثر أهمية وتعقيداً.

إن الحوسبة السحابية لا تقتصر على توفير حلول تقنية فحسب بل أنها تساهم في إعادة تشكيل العديد من الصناعات وتحقيق تحول رقمي شامل يُسهم في تسريع التطور التكنولوجي.

المراجع:

باللغة العربية:

1. الحربي، نورا صـــالح، (2022)، التخزين الســـحابي: المزايا والعيوب في التطبيقات الرقمية، دار الكتاب الأكاديمي.
2. الخرينج، ناصـــر متعب والمزين، أحمد محمد، (2020)، دور الحوســـبة الســـحابية في تطوير خدمات المعلومات في المكتبات الأكاديمية: دراسة مقارنة، المجلة العلمية للمكتبات والمعلومات.
3. رجم، خالد، (2018)، نظام المعلومات، جامعة ورقلة.
4. رزق، مروة، (2013)، الحوسبة السحابية والتقنيات المتحركة: أبرز الاستراتيجيات الأمنية.
5. الزهراني، إبراهيم سعيد، (2020)، التخزين السحابي وتطبيقاته في الحوسبة، دار النشر للكتب الجامعية.
6. عيد، نبيل، (2013)، الحوسبة السحابية: معناها واستخداماتها والإيجابيات والسلبيات.
7. فرج، أحمد عبد الله، (2021)، التكنولوجيا الحديثة في إدارة البيانات، مكتبة التقنية الحديثة.
8. القحطاني، خالد محمد، (2021)، مزايا وفوائد التخزين السحابي في العصر الحديث.
9. القرشي، محمد جاسم، (2023)، التحديات والمخاطر في استخدام التخزين السحابي، دار النشر العربية.
10. ليث، حســين والصــميدعي، (2012)، تطبيقات الحوســبة الســحابية العامة في المنظمات، مجلة تنمية الرافدين، 34(110): 141–156.
11. المطيري، أسماء بندر صقر، (2018)، الحوسبة السحابية: المفهوم والتطبيقات والإفادة منها، مجلة كلية الآداب، العدد 47(2): 379–398

باللغة الإنجليزية:

1. Kapil ,dinya , tyagi, parshant, kumar,sonu, & tamta vinay Prasad . cloud computing ; international conference on green information (ICGI).
2. Nath mahendra Prasad ,sridharan ,roopa, bhargava, amit, & mohammed, tharig, cloud computing ; an overvieu, benefits, issues & research challenges, ijrsi 2019
3. SRIVASTava ,priyanshu ,& khan , rizwan, areview paper on cloud computing international journational journals of advanced research in computer science and software engineering

Python Language: applications, challenges, and Future Directions

Ahmed Nuri Dkhel
Assistant Professor
Advanced Canter of Technology, Tripoli

Fatah Mohamed Shakrum
Lecturer
High Institute of Medical, Tripoli

Abstract:

Python has become one of the most widely used programming languages worldwide, valued for its simplicity, readability, and versatility. As a high-level, open-source language, Python supports multiple programming paradigms and provides an extensive range of libraries that enable its use across numerous domains, including web development, data analytics, artificial intelligence, cybersecurity, and the Internet of Things (IoT). This paper examines the factors driving the widespread adoption of Python and its evolution as a general-purpose programming language. It explores its principal areas of application, the innovations contributing to its growth, and the key challenges, such as performance limitations, dependency management, and security concerns that must be addressed to sustain its efficiency and relevance in the face of emerging computational demands. By analysing these trends and challenges, this study offers insights into how Python can continue to adapt and prosper within an ever-evolving technological landscape.

Keywords: Application, Challenges, High-Level Language, Open Source, Programming, Python.

الملخص:

أصبحت بايثون واحدة من أكثر لغات البرمجة استخدامًا على مستوى العالم، نظرًا لبساطتها وقابليتها للقراءة وتعدد استخداماتها، وبصفتها لغة عالية المستوى ومفتوحة المصدر، تدعم بايثون أنماط برمجة متعددة وتوفر مجموعة واسعة من المكتبات التي تتيح استخداماتها عبر مجالات عديدة، بما في ذلك تطوير الويب، وتحليل البيانات، والذكاء الاصطناعي، والأمن السيبراني، وإنترنت الأشياء. تتناول هذه الدراسة العوامل التي تقف وراء الانتشار الواسع لبايثون وتطورها كلغة برمجة عامة الأغراض، وتستكشف مجالات تطبيقاتها الرئيسية، والابتكارات التي ساهمت في نموها، والتحديات الرئيسية مثل قيود الأداء، وإدارة التبعيات، والمخاوف الأمنية التي يجب معالجتها للحفاظ على كفاءتها وأهميتها في ظل المتطلبات الحاسوبية الناشئة، ومن خلال تحليل هذه الاتجاهات والتحديات، تقدم الدراسة رؤى حول كيفية استمرار بايثون في التكيف والازدهار ضمن بيئة تكنولوجية دائمة التطور.

الكلمات المفتاحية: بايثون، البرمجة، التحديات، التطبيقات، لغة البرمجة عالية المستوى، المصادر المفتوحة.

1. Introduction

Python stands today as one of the most influential and widely adopted programming languages in the world. It was originally conceived in the late 1980s by Guido van Rossum at the Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) in the Netherlands as an advancement of the ABC programming language, which itself had been inspired by the concepts of SETL. Van Rossum began implementing Python in 1989 to create a high-level, interpreted language that prioritised readability, simplicity, and flexibility (Zelle and van Rossum, 2004). Over time, Python has evolved from an academic experiment into a cornerstone of modern software engineering, renowned for its clarity, accessibility, and community-driven development model (Hashmi, 2025). Since its early versions, Python has evolved into a versatile, general-purpose programming language used in software engineering, web development, artificial intelligence, scientific computing, and automation. Its interpreted nature, dynamic typing, and flexible semantics make it ideal for rapid prototyping and iterative development (Thaker and Shukla, 2020). Python's clear and intuitive syntax reduces programmers' cognitive effort, improving code readability and maintenance. This focus on simplicity has encouraged widespread use in academia and industry, particularly for teaching, research, and practical applications (Guo, 2021). One of Python's greatest strengths is its vast ecosystem. The language features a comprehensive range of built-in data structures and an extensive standard library that covers networking, file handling, numerical computation, and system integration (Sanner, 1999). According to Jaison and NM, Abdalkareem *et al.* (2020), third-party libraries available via the Python Package Index (PyPI) have further expanded their versatility. Libraries such as Django, Flask, NumPy, Pandas, TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, and Boto3 enable efficient development across multiple domains, allowing Python to serve both lightweight scripting and large-scale enterprise applications with equal effectiveness and flexibility. Python demonstrates remarkable portability and cross-platform compatibility, running seamlessly on Windows, Linux, macOS, and various embedded systems, including the Raspberry Pi. Its flexibility and open-source nature make it a unifying tool across diverse technological environments. Supporting procedural, object-oriented, and functional paradigms, Python adapts easily to various problem domains. Moreover, its modular design and package management encourage reusability, collaboration, and long-term maintenance, promoting sustainable software engineering practices (Srinath, 2017; Bansal and Srivastava, 2018). Python's success stems from its growth into new technological areas and the community's efforts to overcome its limitations. Despite its dominance in data science, machine learning, and automation, challenges in speed, concurrency, and scalability persist. To stay competitive, improvements focus on interpreter performance through Just-In-Time compilation, enhanced type checking, and runtime optimization while preserving Python's hallmark readability and usability (McKinney, 2012; Chai *et al.*, 2022).

This paper examines Python's evolution as a modern general-purpose language, analysing the factors behind its widespread adoption and lasting relevance. It discusses key application areas, including web development, data science, artificial intelligence, cloud

computing, and the Internet of Things (IoT). Recent surveys and programming indices rank Python as the world's most used language, with the 2025 TIOBE Index placing it first at over 26% market share (Đurđev (Đurđev, 2024; Chaudhary *et al.*, 2025).

The paper is structured as follows: Section 2 reviews Python's main application domains, Section 3 outlines challenges in performance, scalability, and security, Section 4 explores future directions, Section 5 and 6 compare Python's advantages with other languages, and Sections 7–9 cover discussion, recommendations, and conclusions.

According to Most Popular Programming Languages (Worldwide Oct 2025), Python ranked as the number one programming language "Fig. 1,"

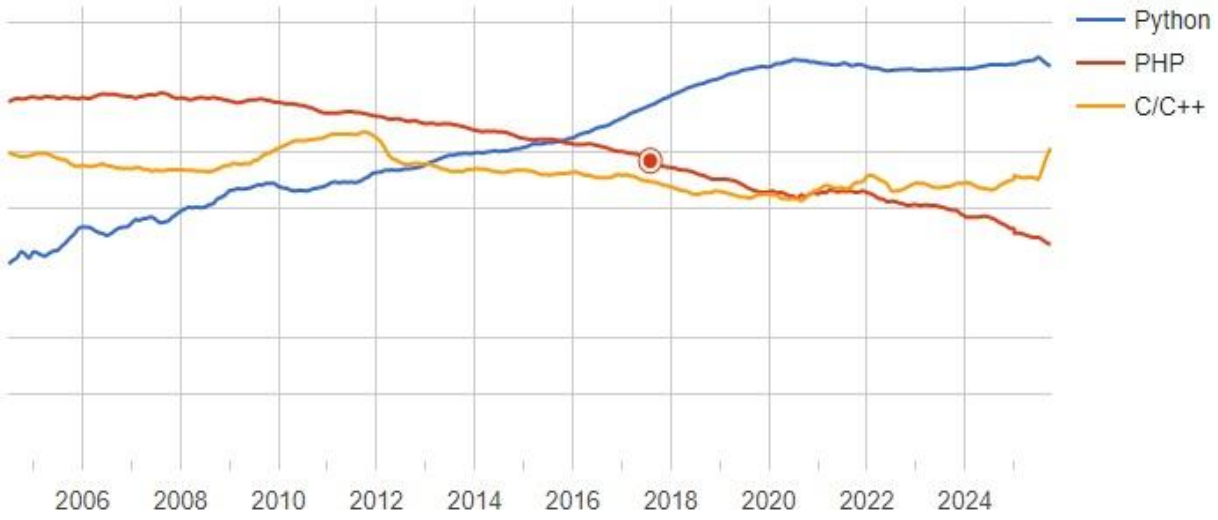


Fig. (1): Programming Language Popularity, Oct 2025

2. Applications of Python

Python's versatility and extensive ecosystem have made it a preferred programming language across a wide array of domains. Its simplicity, readability, and comprehensive libraries enable rapid development, seamless integration, and efficient execution in both research and industrial settings. This section provides a detailed overview of Python's principal application areas, illustrating its adaptability and widespread adoption.

2.1 Web Development

Python offers powerful frameworks such as Django and Flask that support the development of dynamic and scalable web applications(Jaison and NM; Abdalkareem *et al.*, 2020) . Django, a high-level framework, encourages rapid development with clean design principles, while Flask provides a lightweight and flexible alternative suitable for smaller projects. Both frameworks integrate easily with front-end technologies like HTML, CSS, and JavaScript, as well as databases including PostgreSQL and MySQL, making Python a popular choice for web development across diverse industries (Sahay *et al.*, 2020).

2.2 Data Analysis and Visualization

With the rise of data-driven decision-making, Python has become a cornerstone for data analysis and visualization. Libraries such as Pandas and NumPy facilitate efficient data manipulation, while Matplotlib, Seaborn, and Plotly provide tools for creating detailed, interactive visualizations (Hunter, 2007; McKinney, 2010). Python can also interface with big data platforms like Apache Spark and Hadoop through libraries such as PySpark, allowing analysts to process large datasets efficiently. These capabilities have established Python as a leading language in the fields of analytics, business intelligence, and scientific research.

2.3 Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)

Python is widely recognised as the primary language for artificial intelligence (AI) and machine learning (ML). Libraries such as TensorFlow, Keras, and Scikit-learn provide robust tools for developing complex models, including neural networks and predictive algorithms (Abadi *et al.*, 2016; Raschka *et al.*, 2020). Its simplicity and extensive documentation make it accessible for both beginners and experts, while its versatility supports the development of applications in natural language processing, computer vision, and predictive analytics.

2.4 Game Development

Although not its primary domain, Python has a presence in game development. Libraries such as Pygame enable the creation of engaging 2D games, and Python's integration with engines like Panda3D and Blender allows for 3D simulations and interactive environments (Pratik P Patil and Alvares, 2015). Python's approachable syntax and rapid prototyping capabilities make it particularly suitable for educational games and smaller-scale game projects.

2.5 Internet of Things (IoT)

Python is increasingly applied in IoT systems, particularly through platforms like Raspberry Pi and Arduino (using MicroPython). Libraries supporting communication protocols such as MQTT and HTTP enables seamless device interaction and data collection(Gubbi *et al.*, 2013) . Python's lightweight design and ease of integration make it ideal for developing smart devices, home automation systems, and other embedded applications.

2.6 Cybersecurity

Python is frequently employed in cybersecurity for scripting, penetration testing, and automation of security protocols. Libraries such as Scapy facilitate network analysis, while Python's readability and modularity allow rapid development of security tools (Alharthi *et al.*, 2023; Ranjan *et al.*, 2023; Alzubaidi, 2025) . Its versatility has made Python a preferred language for security professionals and ethical hackers.

2.7 Scientific Computing

Python's capabilities in scientific computing are widely acknowledged. Libraries such as SciPy and SymPy offer advanced mathematical functions for engineering, physics, and computational research(Mehta, 2015) . Interactive environments like Jupyter Notebook have revolutionised scientific workflows, allowing researchers to integrate code, data, and documentation in a single platform(Brewer *et al.*, 2022) .

2.8 DevOps and Automation

Python supports automation and DevOps tasks, including scripting, continuous integration/continuous deployment (CI/CD), and workflow orchestration. Libraries such as Apache Airflow and Prefect streamline process management across industries, allowing the automation of repetitive tasks and improving operational efficiency (Ugwueze and Chukwunweike, 2024).

2.9 Blockchain and Cryptography

Python's capabilities extend into blockchain development and cryptography. Libraries such as Web3.py facilitate interaction with blockchain platforms like Ethereum, while PyCryptodome enables secure encryption and decryption operations (Nielson and Monson, 2019). Python's ease of use makes it suitable for developing secure applications and blockchain-based systems.

2.10 Cloud Computing

Python is widely used in cloud computing for managing infrastructure, deploying serverless functions, and integrating with cloud platforms. SDKs such as Boto3 for AWS, Google Cloud Python for Google Cloud, and Azure SDK for Python for Microsoft Azure enable developers to create, scale, and maintain cloud-based applications efficiently (Hassan, 2021).

2.11 Testing and Quality Assurance

Python provides frameworks like unittest and pytest for automated testing and quality assurance. These tools integrate with CI/CD pipelines to ensure software reliability and maintainability, allowing organisations to implement robust software development practices(Jyoti *et al.*, 2024).

2.12 Education

Python's simplicity and readability make it an ideal language for teaching programming and computational thinking. Its gentle learning curve, extensive documentation, and supportive community ensure that beginners can quickly develop foundational coding skills, while experienced programmers can leverage Python for advanced research and industrial applications (Lvov and Kruglyk, 2014).

3. Challenges Facing Python

Despite Python's widespread adoption and versatility, the language faces several challenges that could affect its future growth and sustainability. Addressing these challenges is essential for maintaining Python's relevance across scientific, industrial, and educational domains. This section examines the principal technical, educational, and organizational limitations of Python, highlighting areas for improvement and future research.

3.1 Performance Limitations

One of Python's most frequently cited drawbacks is its performance. As an interpreted language, Python generally executes more slowly than compiled languages such as C++ or Java. Computationally intensive tasks, including large-scale simulations or real-time data processing, can expose these limitations. Although tools like PyPy and Numba implement Just-In-Time (JIT) compilation to enhance execution speed, Python's performance remains a concern in CPU-bound applications (Cutting and Stephen, 2021).

Solutions:

- Apply Cython or PyPy for performance-critical code.
- Use optimized libraries such as NumPy, Pandas, and TensorFlow.
- Use Pandas for efficient data manipulation.

3.2 Library and Version Management

Python's extensive ecosystem, while a strength, can also introduce dependency and version management challenges. Conflicting library versions and inconsistent package behavior across environments may complicate development, deployment, and maintenance. Tools such as pip, virtualenv, and Anaconda mitigate these issues, but dependency management remains a common pain point, particularly in large-scale projects (Cao *et al.*, 2022).

Solutions:

- Check for alternatives or wrappers around existing C/C++ libraries.
- Contribute to or encourage community efforts to port libraries to Python.

3.3 Integration with Emerging Technologies

As technologies such as quantum computing, edge computing, and advanced artificial intelligence systems emerge, Python must adapt to remain compatible and efficient. Integrating Python with highly specialised hardware and software environments presents technical challenges, requiring continual updates to libraries, APIs, and runtime environments (Glisic and Lorenzo, 2022).

Solutions:

- Use Scikit-learn classical machine learning algorithms with a consistent API that makes transitioning between different algorithms straightforward.
- Use natural language processing, transformers library enables access to state-of-the-art models like BERT, GPT, and LLaMA.
- The integration of Python with OpenCV and torchvision libraries these technologies make it possible for data scientists to prototype ideas quickly, with deploy models to production.

3.4 Security Concerns

Python's popularity in web applications and data processing exposes it to security vulnerabilities. Ensuring secure coding practices, protecting against common threats, and maintaining up-to-date libraries are crucial to safeguard applications. Python's flexibility and ease of scripting, while advantageous for rapid development, can inadvertently introduce security risks if best practices are not rigorously followed (Ablahd, 2023).

Solutions:

- Development and performance enhancements (e.g., CPython optimizations).
- Using parameterized queries with libraries like SQLAlchemy to prevent SQL injection, avoiding pickle for untrusted data (use JSON instead), and regularly auditing dependencies with tools like Safety or pip-audit.
- Secrets module for cryptographic operations, keeping frameworks updated, and following OWASP guidelines help build secure applications.

3.5 Educational Resources

While Python is considered beginner-friendly, the breadth of its ecosystem can overwhelm new learners. The large number of libraries, frameworks, and paradigms may confuse novices, highlighting the need for structured learning paths, clear documentation, and accessible educational resources (Elhalid *et al.*, 2023).

Solutions:

- Effective learning requires consistent practice, building real projects, and engaging with the community.
- Enthusiastic community support, and the language's inherent expressiveness makes Python an excellent programming or expanding their technical capabilities.

3.6 Global Interpreter Lock (GIL)

The Global Interpreter Lock (GIL) restricts Python's ability to execute multiple threads concurrently on multi-core processors. While Python supports multi-threading and asynchronous programming via the asyncio library, true parallel execution in CPU-bound tasks

remains limited. This constraint necessitates careful design considerations for developers building high-performance, concurrent applications (Aziz *et al.*, 2021).

Solutions:

- Use multiprocessing instead of multithreading.
- Delegate heavy computation to C/C++ extensions.
- Use asyncio for I/O-bound tasks.

3.7 Mobile Computing

Python's role in mobile application development is limited compared to languages such as Java, Kotlin, and Swift. Although frameworks like Kivy and BeeWare exist, Python remains less optimised for mobile environments, constraining its adoption for smartphone and tablet applications (Wu *et al.*, 2019).

Solutions:

- Use frameworks like Kivy or BeeWare for building mobile applications with Python.
- Follow best practices for security in coding, and using secure libraries.
- Review security regularly and incorporate automated testing.
- Integrate Python backends with native mobile apps.

3.8 Dependency Management and Fragmentation

Python's vast ecosystem, while powerful, often causes dependency conflicts and version inconsistencies across environments. Tools like pip, virtualenv, and Anaconda help manage packages and isolation, yet maintaining consistency across projects remains challenging. This ongoing fragmentation underscores the need for more unified and dependable dependency management solutions (Jolowicz, 2024).

Solutions:

- Use virtual environments (like venv, virtualenv, conda) to isolate dependencies.
- Maintain requirements.txt or pyproject.toml.
- Lock dependencies using tools like pip-tools or Poetry.

3.9 Type Checking and Static Analysis

Python's dynamic typing is advantageous for rapid prototyping, but it may increase the likelihood of runtime errors. While type hints and static analysis tools such as MyPy improve code safety, inconsistencies and limitations in these tools present ongoing challenges for ensuring code reliability in large-scale projects (Vitousek *et al.*, 2014).

Solutions:

- Type hints (PEP 484), they document code intent, enable IDE support, and allow static analysis tools to catch errors before execution.

- Static Type Checkers: Tools like MyPy and Pyright analyze your code with type hints without running it, catching potential type errors early in the development cycle.
- Linters and Formatters: Tools like Flake 8 and Pylint enforce coding standards (e.g., PEP 8), identify stylistic issues, and flag potential bugs. Black is an opinionated code formatter that automatically formats your code.
- Use docstrings consistently. Documenting public is crucial for maintainability.

4. Future Technological Frontiers for Python

As technology continues to advance rapidly, Python must evolve to maintain its relevance and effectiveness across emerging computing paradigms. Its open-source nature, flexibility, and extensive ecosystem position as a central tool for future technological innovations, with its trajectory likely shaped by developments in performance optimisation, artificial intelligence, cloud and edge computing, quantum technologies, cybersecurity, and sustainable software engineering (Harsha Patil *et al.*, 2024). Performance improvements remain a major focus, with initiatives such as Faster CPython and refinements to the Global Interpreter Lock (GIL) aiming to enhance execution speed, concurrency, and memory management, enabling Python to handle complex, large-scale, and real-time applications more efficiently. In artificial intelligence and deep learning, frameworks such as TensorFlow, PyTorch, and Keras continue to evolve to support larger models, distributed learning, and specialised hardware including GPUs and TPUs, while high-performance numerical libraries such as JAX further demonstrate Python's adaptability in meeting growing computational demands (Sapunov, 2024). Python is increasingly employed in the development of ethical and transparent AI systems, reflecting a shift towards responsible technology that prioritises fairness, accountability, and inclusivity. In cloud and edge computing, its simplicity and versatility allow developers to manage distributed infrastructures, building scalable, serverless, and automated systems across platforms including AWS, Google Cloud, and Microsoft Azure, with lightweight frameworks and microservice architectures reinforcing its role in decentralised, energy-efficient computing (Aviv *et al.*, 2023). Python is also expanding into quantum computing through libraries such as Qiskit, Cirq, and Braket, which enable the design, simulation, and testing of quantum algorithms, while its influence in scientific research, automation, and sustainable computing continues to grow (Markoska and Markoski, 2025). Collectively, these advancements ensure Python remains a vital, adaptable, and forward-looking tool, capable of supporting innovation, efficiency, and responsible technological development across diverse fields, from enterprise applications to cutting-edge scientific research, positioning it as an enduring cornerstone of modern computing.

5. Advantages of Python

Python's remarkable success as a programming language can largely be attributed to its combination of simplicity, flexibility, and broad applicability, making it a preferred choice for developers, educators, and researchers due to its balance of ease of learning and the power

required for advanced computing. Its design philosophy, emphasising readability, efficiency, and minimalism, has enabled Python to transcend traditional programming boundaries and thrive across software development, web applications, scientific computing, and artificial intelligence. A key advantage lies in its concise and readable syntax, which allows complex concepts to be expressed in fewer lines of code than languages such as Java or C++, accelerating development, reducing errors, and improving maintainability, while also promoting collaboration within diverse teams (Summerfield, 2010). Python's open-source nature further contributes to its success, encouraging widespread adoption and community-driven development; the global Python community continually enhances features, maintains libraries, and ensures compatibility with emerging technologies, fostering rapid innovation and providing a dependable ecosystem that evolves alongside modern computational demands (Jaison and NM). Its versatility is reinforced by support for multiple programming paradigms, including object-oriented, functional, procedural, and imperative programming, allowing developers to choose the most suitable approach, and by seamless interfacing with languages such as C, C++, and Java, which facilitates system integration and software extension (Lee, 2019). The language's extensive standard library and third-party modules via the Python Package Index (PyPI) cover virtually every computing domain, from web frameworks and data analysis to artificial intelligence and automation, while dynamic typing, automatic memory management, and an interactive environment simplify development, making Python ideal for rapid prototyping, research, and educational purposes (Milje, 2022). In data science and visualisation, libraries such as NumPy, Pandas, and Matplotlib enable efficient data manipulation, complex analyses, and clear visual reporting. Combined with cross-platform compatibility across Windows, macOS, and Linux, Python supports seamless deployment and scalability (Herath, 2024). Its clarity, adaptability, and strong community support ensure that Python remains an enduring, forward-looking language, fostering innovation, collaboration, and technological creativity across academic, industrial, and scientific domains, positioning it as a cornerstone of modern computing for years to come.

6. Comparing Python to Other Languages

When comparing Python with other programming languages, its distinctive advantages become particularly evident. While many languages occupy specialised niches, Python stands out for its broad applicability, readability, and capacity to simplify complex programming tasks, making it suitable across domains from education and research to enterprise systems and artificial intelligence. Languages such as C and C++ are renowned for high performance and low-level hardware interaction, ideal for systems programming and computationally intensive applications, yet they require detailed knowledge of syntax and manual memory management, which can slow development and increase errors. Python, by contrast, trades some execution speed for maintainability and ease of use, allowing faster translation from concept to implementation (Balogun, 2022). Java shares conceptual similarities with Python, including object-oriented support and cross-platform functionality, but Python typically enables far shorter and more expressive code; dynamic typing and high-level data structures often make

Python programs three to five times more concise, enhancing productivity and iterative experimentation, particularly in research contexts. Python's open-source nature and powerful numerical libraries, including NumPy, SciPy, and SymPy, have established it as a preferred choice for modern research and high-performance computing (Mehta, 2015).

A number of specific criteria were considered to compare our selected programming languages, as shown in "Table 1,".This study has revealed that, due to their internal design and structure, each language is best suited for a specific application domain. Python can be used as a feeder language (scripting language) with other static typed programming languages to develop enterprise application. It can also be used for rapid prototyping as, with python we can achieve less code to task ratio.

Table (1): Comparing Python to Other Languages

Characteristic	Python	Java	C++
Syntax	Simple, readable, and concise	Verbose, similar to C/C++	Complex, combines features of C and low-level capabilities
Type System	Dynamically typed	Statically typed	Statically typed, supports multiple paradigms
Memory Management	Automatic garbage collection	Automatic garbage collection	Manual memory management (with RAII)
Performance	Slower due to interpreted nature	Generally good performance	High performance, close to hardware
Compilation	Interpreted	Compiled to bytecode (JVM)	Compiled to machine code
Object-Oriented	Strongly supports OOP	Strongly supports OOP	Supports OOP, procedural, and generic programming
Code Portability	Cross-platform	Highly portable (JVM-based)	Cross-platform, but may require adjustments
Standard Library	Extensive libraries and frameworks	Rich standard libraries	Rich libraries, though often considered lower-level
Use Cases	Data science, web development, artificial intelligence	Enterprise applications, Android, distributed systems	System programming, game development
Community & Support	Large, active community	Strong corporate support (Oracle)	Significant community, especially in performance-critical areas
Learning Curve	Gentle learning curve	Moderate	Steeper due to complexity

7. Discussion

Python's continued success as a programming language can be attributed to its balanced combination of simplicity, flexibility, and expressive power, bridging the gap between accessibility for beginners and the technical sophistication required by experienced developers and researchers. As a dynamically typed, high-level, and interpreted language, Python has become indispensable across scientific, industrial, and educational domains, demonstrating

adaptability for both rapid prototyping and large-scale software development. One of its defining strengths lies in clarity and readability, which reduces cognitive load, lowers the entry barrier for novices, and enhances collaboration and long-term maintainability for professional teams, making it particularly attractive in academic research and open-source communities. Python's interactive nature and rapid "edit–test–debug" workflow further improve productivity, allowing developers to experiment, test hypotheses, and correct errors immediately, fostering iterative design and innovation, especially in artificial intelligence, data analysis, and automation, where continuous model refinement is essential. Its modular architecture and extensive package support facilitate scalable and maintainable systems, while seamless integration with external libraries and languages such as C, Java, and .NET ensures compatibility with existing infrastructures, strengthening Python's dual role as both a primary language and a "glue" language uniting diverse software components. The extensive standard library and wide ecosystem of third-party modules further expand Python's utility, providing tools for web frameworks, scientific computing, cybersecurity, and cloud technologies, enabling complex tasks to be solved efficiently without rebuilding functionality from scratch. Educationally, Python's straightforward syntax and broad applicability make it the language of choice in schools and universities, fostering computational thinking, problem-solving, and industry-relevant skills that bridge academia and professional practice. Despite its many advantages, Python has limitations, including slower execution compared with compiled languages and restricted parallelism due to the Global Interpreter Lock (GIL); however, ongoing innovations such as Just-In-Time (JIT) compilation and multi-core support continue to improve performance, ensuring that Python remains a versatile, practical, and essential tool in the evolving technological landscape.

8. Recommendation

In light of the findings presented in this study, several key recommendations can be made to support Python's continued growth, sustainability, and relevance within a rapidly evolving technological landscape. These recommendations focus on performance optimisation, enhanced educational accessibility, strengthened security, interoperability, and sustainable development.

Firstly, prioritising performance and scalability is essential. While Python's interpreted nature provides flexibility, it limits execution speed in performance-critical applications. Continued support for initiatives such as PyPy, the Faster CPython project, and Just-In-Time (JIT) compilation, alongside improvements in multi-threading and concurrency addressing the Global Interpreter Lock (GIL), will enhance runtime efficiency and competitiveness in high-performance and real-time computing environments.

Secondly, reinforcing Python's security framework is vital as its use expands into sensitive domains including finance, healthcare, and artificial intelligence. Developers and organisations should adopt secure coding practices, perform vulnerability testing, and maintain up-to-date libraries and dependencies. Collaboration between the Python Software Foundation (PSF) and

the cybersecurity community can facilitate dedicated tools and guidelines to identify and mitigate risks, safeguarding users and maintaining trust in the ecosystem.

Thirdly, sustained investment in education and training is crucial for ensuring Python's long-term relevance. Structured learning pathways should accommodate learners of all levels, integrating Python into secondary in higher education institutions and universities. while supporting accessible resources for self-learners, Open educational platforms and community-driven initiatives, including free online courses and collaborative documentation projects, will equip future programmers to contribute effectively to technological innovation.

equip future programmers to contribute effectively to technological innovation.

Fourthly, Python's interoperability with emerging technologies should be a strategic priority. As computing paradigms such as quantum computing, edge computing, and artificial intelligence advance, frameworks and libraries must be developed to enable seamless integration with specialised hardware and software environments. Collaborative efforts between researchers, engineers, and the open-source community will be essential in achieving this goal.

Finally, promoting innovation through community engagement and sustainability is critical. Encouraging global contributions, inclusive governance, and funding for community-led projects will strengthen Python's ecosystem. Simultaneously, optimising resource efficiency and energy consumption, improving interpreter performance, and fostering sustainable programming practices will help reduce the environmental impact of large-scale computational systems, ensuring Python's responsible and enduring development.

References

1. Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., Devin, M., Ghemawat, S., Irving, G. and Isard, M. (2016) *12th USENIX symposium on operating systems design and implementation (OSDI 16)*.
2. Abdalkareem, R., Oda, V., Mujahid, S. and Shihab, E. (2020) 'On the impact of using trivial packages: An empirical case study on npm and pypi', *Empirical Software Engineering*, 25(2), pp. 1168-1204.
3. Ablahd, A. Z. (2023) 'Using python to detect web application vulnerability', *Res Militaris*, 13(2), pp. 1045-1058.
4. Alaria, S. K., Kaloriya, S., Jain, S. and Tomar, A. (2023) 'Comparative study of Java and Python: a review', *Industrial Engineering Journal*, 52(4), pp. 2698-2708.
5. Alharthi, A., Alanzi, M., Alketheri, L. and Alnaifi, G. (2023) 'Evaluating multi-layered security approaches in cloud computing environments: Strategies and compliance', *Journal of University Studies for Inclusive Research*, 18(23), pp.12017-16.
6. Alzubaidi, A. A. (2025) 'Systematic Literature Review for Detecting Intrusions in Unmanned Aerial Vehicles Using Machine and Deep Learning', *IEEE Access*.
7. Aviv, I., Gafni, R., Sherman, S., Aviv, B., Sterkin, A. and Bega, E. (2023) *European Conference on Software Architecture, ECSA*.

8. Aziz, Z. A., Abdulqader, D. N., Sallow, A. B. and Omer, H. K. (2021) 'Python parallel processing and multiprocessing: A rivew', *Academic Journal of Nawroz University*, 10(3), pp. 345-354.
9. Balogun, M. (2022) 'Comparative analysis of complexity of C++ and Python programming languages', *Asian J. Soc. Sci. Manag. Technol*, 4(2022), pp. 1-12.
10. Bansal, A. and Srivastava, S. (2018) 'Tools used in data analysis: A comparative study', *International Journal of Recent Research*, 5(1), pp. 15-18.
11. Brewer, N., Campbell, R., Kalyanam, R., Kim, I. L., Song, C. X. and Zhao, L.(2022) *2022 IEEE 18th International Conference on e-Science (e-Science)*.IEEE.
12. Cao, Y., Chen, L., Ma, W., Li, Y., Zhou, Y. and Wang, L. (2022) 'Towards better dependency management: A first look at dependency smells in python projects', *IEEE Transactions on Software Engineering*, 49(4), pp. 1741-1765.
13. Chai, S. Y. W., Phang, F. J. F., Yeo, L. S., Ngu, L. H. and How, B. S. (2022) 'Future era of techno-economic analysis: Insights from review', *Frontiers in Sustainability*, 3, p. 924047.
14. Chaudhary, P., Agrawal, L. and Ali, A. (2025) 'Modern programming languages-characteristics and recommendations for instruction', *Issues in Information Systems*, 26(2).
15. Cutting, V. and Stephen, N. (2021) 'Comparative review of java and python', *International Journal of Research and Development in Applied Science and Engineering (IJRDASE)*, 21(1).
16. Đurđev, D. (2024) 'Popularity of programming languages', *AIDASCO Reviews*,2(2), pp. 24-9.
17. Elhalid, O. B., Alhelal, Z. A. and Hassan, S. (2023) 'Exploring the Fundamentals of Python Programming: A comprehensive guide for beginners', *International Journal of Computer & Information Sciences/International Journal of Computer and Information Sciences*.
18. Glisic, S. G. and Lorenzo, B. (2022) *Artificial intelligence and quantum computing for advanced wireless networks*. John Wiley & Sons.
19. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M. (2013) 'Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions', *Future generation computer systems*, 29(7), pp. 1645-1660.
20. Guo, P. (2021) *The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*.
21. Hashmi, S. A. A. (2025) 'The Python Paradigm: A Twenty-Five Year Retrospective on its Strategic Dominance Over Contending Languages and its Ascendancy as the Indispensable Engine of Modern AI, IoT, GIS, and Cybersecurity'. Zenodo.
22. Hassan, M. (2021) 'Public Cloud-Based Private Python Package Serving Platform'.
23. Herath, I. (2024) 'Cross-Platform Development With Full-Stack Frameworks: Bridging the Gap for Seamless Integration'.
24. Hunter, J. D. (2007) 'Matplotlib: A 2D graphics environment', *Computing in science & engineering*, 9(03), pp. 90-95.
25. Jaison, L. J. and NM, N. M. A. *Proceedings of National Seminar on Artificial Intelligence & Machine Learning*.

26. Jolowicz, C. (2024) *Hypermodern Python Tooling: Building Reliable Workflows for an Evolving Python Ecosystem*. " O'Reilly Media, Inc.".
27. Jyoti, S. N., Islam, M. R. and Kudapa, S. P. (2024) 'The Role of Test Automation Frameworks In Enhancing Software Reliability: A Review Of Selenium, Python, And API Testing Tools', *International Journal of Business and Economics Insights*, 4(4), pp. 01-34.
28. Lee, G. (2019) *Modern Programming: Object Oriented Programming and Best Practices: Deconstruct object-oriented programming and use it with other programming paradigms to build applications*. Packt Publishing Ltd.
29. Lvov, M. and Kruglyk, V. (2014) 'Teaching algorithmization and programming using Python language', *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*, (20), pp. 13-23.
30. Markoska, R. and Markoski, A. (2025) 'Quantum vs Classical Computing: Technologies in Tandem', *International Journal of Recent Research in Mathematics Computer Science and Information Technology*, 11(2).
31. McKinney, W. (2010) 'Data structures for statistical computing in Python', *scipy*, 445(1), pp. 51-56.
32. McKinney, W. (2012) *Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*. " O'Reilly Media, Inc.".
33. Mehta, H. K. (2015) *Mastering Python scientific computing*. Packt Publishing Ltd.
34. Milje, A. A. (2022) *Detecting malicious python packages in the python package index (pypi)*. NTNU.
35. Nielson, S. J. and Monson, C. K. (2019) *Practical Cryptography in Python: Learning Correct Cryptography by Example*. Apress.
36. Patil, H., Mahandule, V. and Gunjal, A. (2024) 'Python in the Evolution of AI: A Comparative Study of Emerging Technologies', *Available at SSRN 5075929*.
37. Patil, P. P. and Alvares, R. (2015) 'Cross-platform application development using unity game engine', *Int. J*, 3(4).
38. Perez, F., Granger, B. E. and Hunter, J. D. (2010) 'Python: an ecosystem for scientific computing', *Computing in Science & Engineering*, 13(2), pp. 13-21.
39. PYPL PopularitY of Programming Language: https://pypl.github.io/PYPL.html Ranjan, Barot, K., Khairnar, V., Rawal, V., Pimpalgaonkar, A., Saxena, S. and Sattar, A. (2023) 'Python: Empowering data science applications and research', *Journal of Operating Systems Development & Trends*, 10(1), pp. 27-33.
40. Raschka, S., Patterson, J. and Nolet, C. (2020) 'Machine learning in python: Main developments and technology trends in data science, machine learning, and artificial intelligence', *Information*, 11(4), p. 193.
41. Sahay, A., Indamutsa, A., Di Ruscio, D. and Pierantonio, A. (2020) *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*. IEEE.
42. Sanner, M. F. (1999) 'Python: a programming language for software integration and development', *J Mol Graph Model*, 17(1), pp. 57-61.
43. Sapunov, G. (2024) *Deep learning with JAX*. Simon and Schuster.

44. Srinath, K. (2017) 'Python–the fastest growing programming language', *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(12), pp. 354- 357.
45. Summerfield, M. (2010) *Programming in Python 3: a complete introduction to the Python language*. Addison-Wesley Professional.
46. Thaker, N. and Shukla, A. (2020) 'Python as multi paradigm programming language', *International Journal of Computer Applications*, 177(31), pp. 38-42.
47. Ugwueze, V. U. and Chukwunweike, J. N. (2024) 'Continuous integration and deployment strategies for streamlined DevOps in software engineering and application delivery', *Int J Comput Appl Technol Res*, 14(1), pp. 1-24.
48. Vitousek, M. M., Kent, A. M., Siek, J. G. and Baker, J. (2014) *Proceedings of the 10th ACM Symposium on Dynamic languages*.
49. Wu, W.-L., Budianto, I. H., Wong, C.-F. and Gan, S. K.-E. (2019) 'A Review of Apps for Programming: programming languages and making apps with apps', *Scientific Phone Apps and Mobile Devices*.
50. Zelle, J. M. and van Rossum, G. (2004) 'Python Programming'.