

# أستخدام التقنيات الأحصائية في تحديد أهم الخواص البتروفيزيائية المؤثرة في سلوكية إنتاج الوجدتين (mA , mB1) مكمن المشرف - حقل الزبير

عماد حسن رضا الخرسان  
جامعة البصرة - كلية العلوم - قسم علم الأرض

## المستخلص (Abstract)

طبقت التقنيات الأحصائية (التحليلين العنقودي والعالمي) بنمطيه (Q,R) على ثمانية متغيرات تمثل أهم الخواص البتروفيزيائية لـ (21) بئراً محفورة في الوجدتين mA , mB1 ( مكمن المشرف / حقل الزبير تم اختيارها على أساس مبدأ التغطية المتكاملة لمنطقة الدراسة بهدف تحديد أهم الخواص المؤثرة في سلوك إنتاج هاتين الوجدتين وكيفية توزيعها في عموم الحقل .

تم إيجاد معامل الارتباط ( Correlation Coefficient-r ) بين المتغيرات المستخدمة وذلك لتحديد علاقات الترابط الطردية والعكسية فيما بينها ، وأتضح من خلال تطبيق التحليل العنقودي على الآبار المختارة (نمط-كيو) وجود (3، 2) عناقيد رئيسية تمثل الوجدتين أعلاه على التوالي ، وأظهرت وجود عدم تجانس الوحدة (mB1) مقارنة بالوحدة (mA) .

بينت نتائج التحليل العالمي (بنمط - R ) وجود (3،2) عوامل مؤثرة تفسر (76.704% ، 68.45%) من التباينات الكلية للوجدتين قيد الدراسة على التوالي ، حيث تبين بأن هنالك عاملين رئيسيين قد ساهما بتوضيح أكثر من (85%) من التباين الكلي الحاصل بين المتغيرات ولكلا الوجدتين هما عامل (التشبع بالموائع-المسامية) وعامل (حجم السجيل-النفاذية) ، ويعد العامل الأول الأكثر تأثيراً في تباين سلوك إنتاجهما ويليه العامل الثاني بتأثير أقل .

## المقدمة (Introduction)

تقع منطقة الدراسة في محافظة البصرة / جنوب العراق ضمن الحوض الرسوبي لوادي الرافدين (نطاق الزبير التكتوني الثانوي) ، ويعد تكوين المشرف من التكوينات المهمة الحاوية على تجمعات هيدروكاربونية جيدة في حقل الزبير وبقية الحقول المجاورة .

قسّم تكوين المشرف الى أربع وحدات صخرية ، (Buday, 1980) هي من الأعلى باتجاه الأسفل :

1. صخور الغطاء الأولى (CI) : وتتكون من صخور جيرية صلدة مع صخور جيرية سجيلية ، وتعد صخور عازلة بسبب نفاذيتها القليلة جداً .
  2. الوحدة المكمنية الأولى (mA) : وتتألف من صخور جيرية وصخور جيرية طباشيرية ذات مواصفات مكمنية متوسطة الى جيدة .
  3. صخور الغطاء الثانية (CII) : وتتألف من صخور جيرية سجيلية مع سجل متماسك ذات خواص مكمنية رديئة كصخور عازلة .
  4. الوحدة المكمنية الثانية (mB) : وتقسّم الى وحدتين ثانويتين تفصلهما صخور جيرية سجيلية صماء وهما :
    - أ . الوحدة المكمنية الثانوية الأولى (mB1) : تتكون من صخور جيرية شعابية لبقايا تجمعات الرودست مع صخور جيرية تمتاز بمساميتها ونفاذيتها العالية .
    - ب . الوحدة المكمنية الثانوية الثانية (mB2) : وتتكون من صخور جيرية مع صخور جيرية طباشيرية ذات مسامية ونفاذية متوسطة الى جيدة نسبياً .
- أظهرت الخارطة التركيبية المرسومة من قبل كادر شركة نفط الجنوب / قسم الجيولوجيا لأعلى تكوين المشرف / حقل الزبير بأنه عبارة عن تركيب قبوي طولي يبلغ طوله حوالي (70) كم ويتراوح عرضه بين (10-15) كم ، ويتألف من أربع قباب هي من الشمال الى الجنوب ( قبة الحمّار ، قبة الشعيبية ، قبة الرافضية ، قبة صفوان ) ، ويتصف التركيب بكونه غير متناظر يتجه محوره باتجاه (شمال شمال غرب - جنوب جنوب شرق ) ثم يتجه بعد ذلك نحو الشمال والشمال الشرقي من المنطقة .
- تراوح سمك الوحدة (mA) بين (26.2-57) م في البئر ( زبير / P,M) على التوالي حيث يقل سمك هذه الوحدة باتجاه قبة الحمّار ، بينما تراوح سمك الوحدة (mB1) بحدود (48.2-82.7) م في البئر ( زبير / P,G) على التوالي حيث يزداد سمك هذه الوحدة باتجاه شمال الحقل ، كما موضّح في (جدول -1) .

ظهرت تجمعات هيدروكاربونية جيدة في الوجدتين المكمنيتين (mB1 , mA) في قبتي الحمّار والشعيبة ، وأتضح بأنهما مشبعتان بالماء في قبتي الرافضية وصفوان ، ومن هذا المنطلق وقع الاختيار على هاتين الوجدتين ضمن قبتي الحمّار والشعيبة كما تم أستبعاد الوحدة (mB2) من الدراسة كونها ذات مواصفات بتروفيزياوية رديئة ومشبعة بالماء في عموم حقل الزبير ، وعلى هذا الأساس رسمت الخارطتين التركيبيتين للوجدتين أعلاه (الشكلين 1 ، 2) من خلال المعلومات المتوفرة لأعلي الوحدات لـ (21) بئراً تم أختيارها على أساس مبدأ التغطية المتكاملة لقبتي الحمّار والشعيبة .

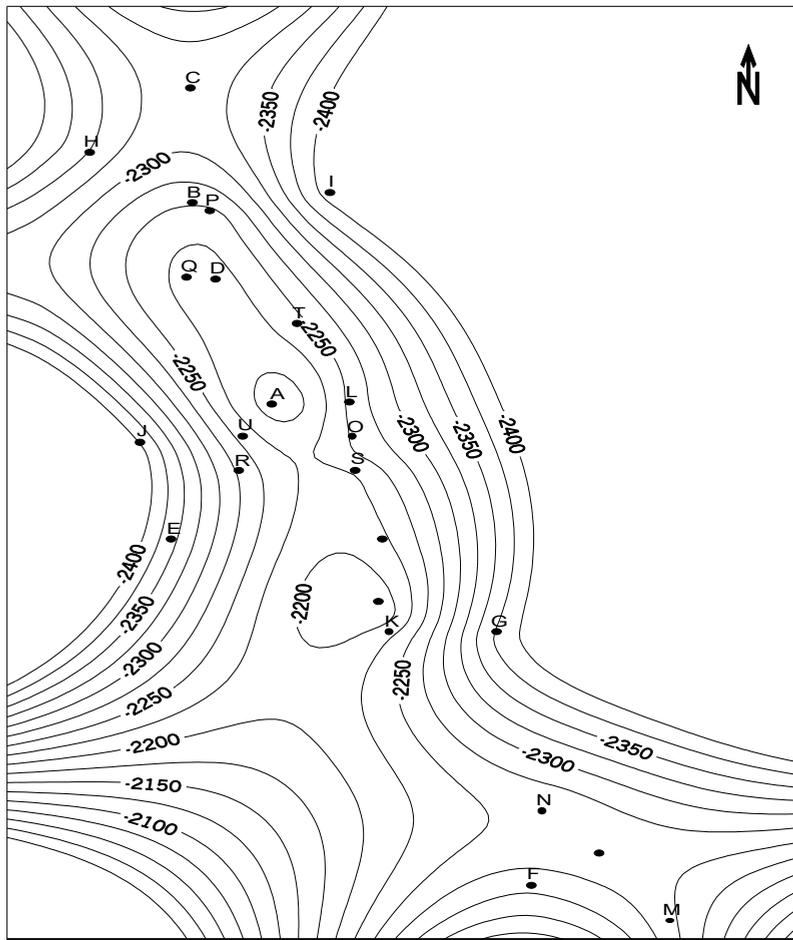
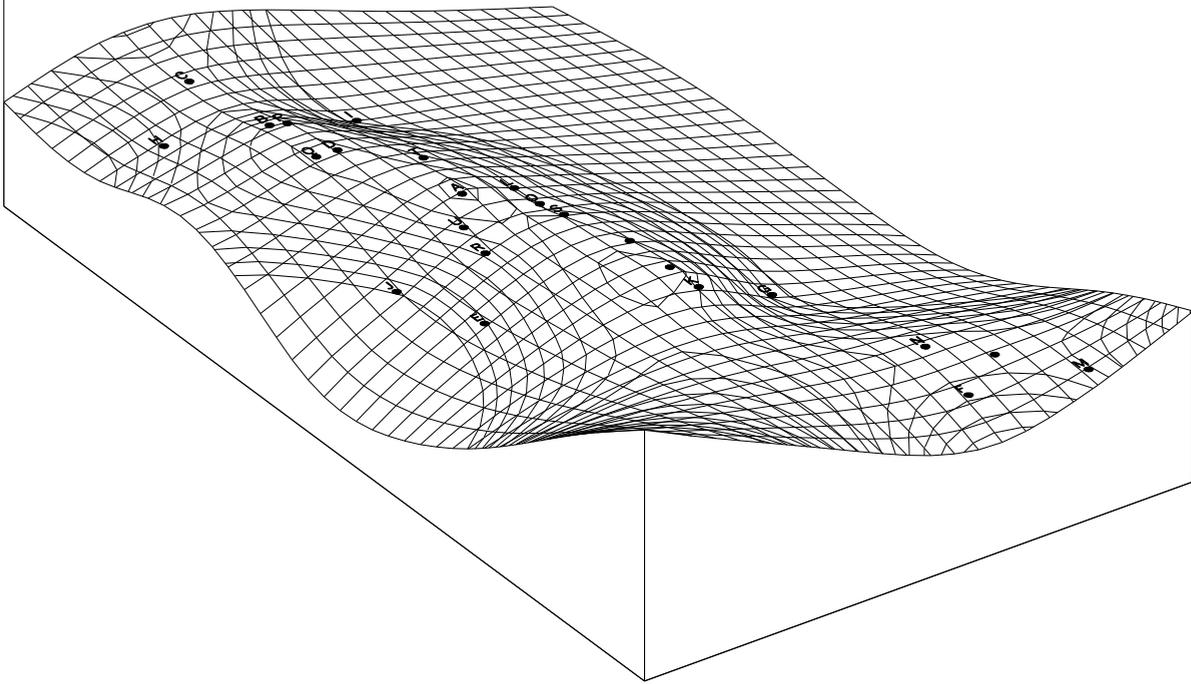
(جدول-1) يبين أعالي وسماكات الوحدات الصخرية لتكوين المشرف / حقل الزبير

عن : ( بدن ، 1998 )

| Well No. | RTKB<br>(m) | Tops and Thicknesses of Mishrif units |            |            |            |            |            |            |            |            |            | Top of<br>Rumaila<br>Formation<br>(m) | Total<br>Thickness<br>(m) |
|----------|-------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------------|---------------------------|
|          |             | CI                                    |            | mA         |            | CII        |            | mB1        |            | mB2        |            |                                       |                           |
|          |             | Top<br>(m)                            | Th.<br>(m) | Top<br>(m) | Th.<br>(m) | Top<br>(m) | Th.<br>(m) | Top<br>(m) | Th.<br>(m) | Top<br>(m) | Th.<br>(m) |                                       |                           |
| A        | 8.8         | 2176                                  | 11         | 2187       | 39         | 2226       | 7          | 2233       | 62.4       | 2295.4     | 48.9       | 2344.3                                | 168.3                     |
| B        | 6.6         | 2236.9                                | 2.5        | 2239.4     | 38         | 2277.4     | 4.5        | 2281.9     | 71         | 2352.9     | 32.5       | 2385.4                                | 148.5                     |
| C        | 7.2         | 2304.3                                | 7.5        | 2311.8     | 39.5       | 2351.3     | 3.5        | 2354.8     | 65         | 2419.8     | 37         | 2456.8                                | 152.5                     |
| D        | 9.5         | 2205                                  | 10         | 2215       | 37         | 2252       | 8          | 2260       | 63         | 2315       | 40         | 2355                                  | 150                       |
| E        | 14          | 2333.8                                | 9.2        | 2343       | 43.8       | 2386.8     | 2.7        | 2389.5     | 65         | 2454.5     | 62         | 2516.5                                | 182.7                     |
| F        | 18.3        | 2294.2                                | 9.5        | 2303.7     | 50         | 2353.7     | 4          | 2357.7     | 54         | 2411.7     | 48.5       | 2460.2                                | 166                       |
| G        | 21.2        | 2360.3                                | 12.5       | 2372.8     | 51.5       | 2424.3     | 3.3        | 2427.6     | 48.2       | 2475.8     | 63         | 2538.8                                | 178.5                     |
| H        | 11.7        | 2348.3                                | 14         | 2362.3     | 31         | 2393.3     | 4.3        | 2397.6     | 67.7       | 2465.3     | 43         | 2508.5                                | 160                       |
| I        | 6.7         | 2406.8                                | 9          | 2397.8     | 25.5       | 2423.3     | 3.5        | 2426.8     | 64.8       | 2491.3     | 29         | 2520.3                                | 131.8                     |
| J        | 9.2         | 2393.8                                | 5.8        | 2399.6     | 38         | 2437.6     | 3.5        | 2441.1     | 68.5       | 2509.6     | 41         | 2550.8                                | 156.8                     |
| K        | 27.9        | 2209.1                                | 14.5       | 2223.6     | 44         | 2267.6     | 1.5        | 2269.1     | 59         | 2328.1     | 57         | 2385.1                                | 176                       |
| L        | 14.8        | 2247.7                                | 12         | 2259.7     | 45.5       | 2305.2     | 6.5        | 2311.7     | 71.5       | 2382.2     | 43.5       | 2426.7                                | 179                       |
| M        | 21.7        | 2251.1                                | 8          | 2259.1     | 57         | 2316.1     | 2          | 2318.1     | 54.5       | 2372.6     | 50         | 2422.6                                | 171.5                     |
| N        | 25.7        | 2252.3                                | 12         | 2264.3     | 48         | 2312.3     | 4          | 2316.3     | 59         | 2375.3     | 50.5       | 2425.8                                | 173.5                     |
| O        | 16.8        | 2239.3                                | 9.9        | 2249.2     | 42         | 2291.2     | 7          | 2298.2     | 67         | 2365.2     | 48         | 2413.2                                | 173.9                     |
| P        | 8.9         | 2239.1                                | 2.7        | 2241.8     | 26.2       | 2267.8     | 3.6        | 2271.6     | 82.7       | 2354.3     | 46.3       | 2400.6                                | 161.5                     |
| Q        | 8.9         | 2211.2                                | 8.9        | 2220.1     | 42         | 2262.1     | 8          | 2270.1     | 64         | 2334.1     | 39         | 2373.1                                | 153                       |
| R        | 10.3        | 2256.2                                | 5.5        | 2261.7     | 43         | 2304.7     | 4.5        | 2309.2     | 52.5       | 2361.7     | 60.5       | 2422.2                                | 166                       |
| S        | 23.7        | 2214.3                                | 10         | 2224.3     | 44.5       | 2268.8     | 4.5        | 2273.3     | 64         | 2337.3     | 51         | 2388.3                                | 174                       |
| T        | 10.9        | 2223.1                                | 3.5        | 2226.6     | 37.5       | 2264.1     | 6.5        | 2270.6     | 66.5       | 2337.1     | 42         | 2379.1                                | 156                       |
| U        | 11.35       | 2215.4                                | 11.2       | 2226.6     | 44.3       | 2270.9     | 7.7        | 2278.6     | 55         | 2333.6     | 56         | 2389.6                                | 174.2                     |

\* جميع الأعماق أعلاه مأخوذة من مستوى سطح البحر (Sea Level).

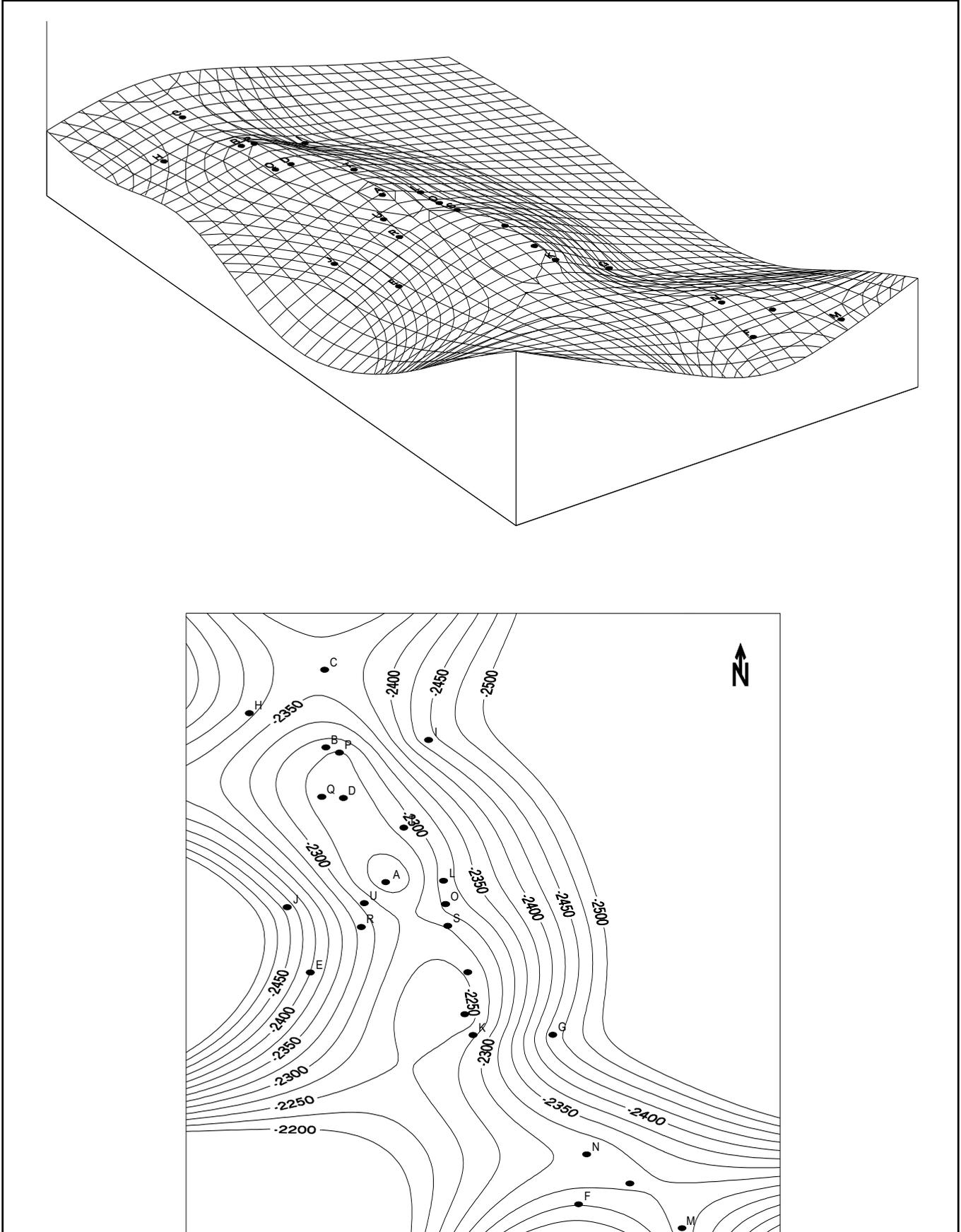




Scale: 1:50000

Contour Interval = 25 m

(شكل 1-1) خارطة تركيبية لأعلى الوحدة الكمبرية (Scale 1:5000) لتكوين المشرف / حقل الزبير قبلي العمار والشامية.



(شكل -2) خارطة تركيبية لأعلى الوحدة المكمنية (mB1) لتكوين المشرف /  
حقل الزبير قبلي الحمار والشعبية .

قام (الكنعاني ، 2002) بدراسة وتقييم الصخور المكمنية لتكوين الزبير بأستخدام أسلوب التحليل الإحصائي لمجموعة من المعاملات المكمنية في عدد من الآبار ، كما أنجز (Brown, 1993) دراسة إحصائية تحليلية للتعرف على المواصفات الفيزيائية والهيدروليكية لخزانات المياه الجوفية المتواجدة فيه الصخور الكربونية، إضافة الى ذلك فقد قام (Al-Hammdani et al., 2001) بدراسة تضمنت أستخدم تقنية التحليل العنقودي في تفسير الخصائص السحنية والترسيبية للفترة الرسوبية (Middle Tournian - Lower Campanian) جنوب العراق.

يهدف البحث الحالي إلى دراسة مدى تجانس الوحدات المكمنية مع بعضها البعض وكيفية توزيعها في عموم الحقل بالإضافة إلى تحديد أهم الخواص المؤثرة في قابلية المكن على الإنتاج أو الحقن ومراجعة مواقع الحفر المقترحة سابقاً .

#### الخلفية النظرية للتحليل الإحصائي (Background Theory)

تتمايز السحنات الصخرية فيما بينها اعتماداً على مكوناتها الصخرية والمعدنية والحياتية وحتى النسيجية ، ويعكس هذا التمايز ظروفأ معينة كانت سائدة وقت الترسيب ومؤدية الى تنوع لا حصر لـه في هذه المكونات ، الأمر الذي جعل الباحثين يسعون لأيجاد طرق خاصة في تصنيف وترتيب وحصـر هذه المكونات الهائلة في عددها والواسعة في دلالاتها البيئية والتكوينية ، وعليه فقد أهتم الجيولوجيون

بأستخدام الطرق الأحصائية الكمية لحصر هذه المكونات في مجاميع صغيرة حتى يسهل التعامل معها وبالتالي تسليط الأضواء على العوامل المؤثرة فيها ، ومن هذه التقنيات :

### 1. التحليل العنقودي (Cluster Analysis)

ويعد أحد أساليب التحليل الأحصائي الكمي والذي يهدف الى تبيان العلاقات المتبادلة بين المتغيرات (Variables) والتي تعني في هذه الدراسة المواصفات البتروفيزياوية (Petrophysical Properties) أو بين النماذج (Samples) التي تمثل الأبار قيد الدراسة ، وعكس مدى ترابطها بشبكة هرمية التفرع (Hierarchic Dendritic Network) تسمى المدرجات الشجرية أو المتفرعة (Dendograms) ، عبر تطبيق هذا التحليل بطريقة مجاميع الأزواج الموزونة (Weighted - Pair Groups) والتي تشمل : (Harbough and Merriam, 1968)

أ . نمط - آر (R-mode) : الذي يعتمد مقارنة أزواج من المتغيرات لجميع الأبار .

ب . نمط - كيو (Q-mode) : الذي يعاكس النمط - آر بمقارنته أزواج من الأبار

لجميع المتغيرات .

أن كل مصفوفات النمطين أعلاه تحسب من نفس المعلومات والتي يجب أن تكون رقمية ، كما شرحت طريقة التحليل العنقودي بشيء من التفصيل من قبل ( Davis, 1973 ) الذي نشر البرنامج الخاص بهذه الطريقة والمحور من لغة الفورتران الى اللغة الأساسية (Basic) .

لقد بين العلماء المذكورين أنفاً على وجود عدة معاملات تشابه (Similarity Coefficients) لتطبيق هذين النمطين في مجالات علوم الإنسان والنبات والحشرات ، أما في علوم الأرض وهندسة المكامن النفطية فتستخدم أنواع قليلة من معاملات التشابه هي :

أ. معامل مضاهاة الناتج العزمي (Product - Moment Correlation Coefficient -PMCC) : يفيد في المقارنة بين الخواص البتروفيزياوية ( المتغيرات ) وقد يستخدم للمقارنة بين الأبار (النماذج)، ويعبر المعامل عن مدى اقتراب متغيرين أو نموذجين نحو الخط المستقيم عندما تسقط كنقاط على (x-y) diagram وتتراوح قيمته بين (1+) و (1-) ، حيث تمثل القيمة الموجبة علاقة ارتباط طردية ، أي زيادة المتغيرين ( نمط-آر ) أو النموذجين ( نمط - كيو ) أو نقصانهما بالاتجاه الواحد وتصل هذه القيمة أقصاها عند (1+) حيث تمثل أقصى درجة تشابه بين الخواص البتروفيزياوية أو الأبار ، بينما تمثل القيمة السالبة علاقة ارتباط عكسية ( زيادة أحد المتغيرين أو النموذجين مقابل نقصان الآخر بنفس الاتجاه ) والقيمة السالبة (-)

(1) تمثل أقصى درجة تشابه بينها ، أما قيمة الصفر فأنها تدل على عدم الارتباط (التشابه) ، وتحسب قيمة هذا المعامل من المعادلة التالية :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \bar{X} \bar{Y}}{S_x S_y} \dots\dots\dots (1)$$

$r =$  معامل المضاهاة (Correlation Coefficient).

$= X_i Y_i$  المتغيرين (X), (Y).

$\bar{X} \bar{Y} =$  المعدل الحسابي لقيم (X), (Y) وتحسب كما يلي :

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2)$$

$=$  عدد المتغيرات أو النماذج.

$= S_x S_y$  (Standard Deviation) الأنحراف المعياري لقيم (X), (Y) على التوالي.

ويبين (الجدول -2) المديات التي تم اعتمادها في الدراسة الحالية في تحديد قيمة الترابط بين المواصفات البتروفيزيائية والآبار معاً .

(جدول - 2) يبين المديات المعتمدة في قيمة الترابط (r)

| نوع الترابط           | قيمة معامل الترابط (r) |
|-----------------------|------------------------|
| قوي (Strong)          | 0.90 - 1.0             |
| جيد (Good)            | 0.75 - 0.90            |
| مقبول (Fair)          | 0.50 - 0.75            |
| ضعيف (Weak)           | 0.25 - 0.50            |
| ضعيف جداً (Very Weak) | $\leq 0.25$            |

ب . المعامل البعدي الأقليديسي (Euclidean Distance Coefficient)

يعتمد هذا المعامل على المبدأ القائل بأن المقدار الكمي لدرجة التشابه بين متغيرين (نمط - آر) أو بين نموذجين (نمط - كيو) يحسب بقياس المسافة بينهما على أحداثيات متعامدة ، المسافة الأقصر تعني أعظم درجة تشابه والعكس بالعكس ، وتكون قيمته موجبة دائماً وليست له قيمة قصوى محددة ، وكلما ازدادت قيمة هذا المعامل قل التشابه بين المتغيرات أو النمــــاذج والعكس صحيح

، أما قيمته فتحسب من المعادلة التالية : (Harbough and Merriam, 1968)

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (X_{ij} - X_{ik})}{m} \dots \dots \dots (3)$$

$D_{jk}$  = المسافة بين المتغيرين (j, k) نمط - آر أو المسافة بين النموذجين (j, k) نمط

- كيو .

X = قيمة المتغير (j) أو (k) المحددة بـ (i) بحيث لا تبلغ قيمة (1) أو أي قيمة

سالبة .

m = عدد المتغيرات أو النماذج .

## 2. التحليل العاملي ( Factor Analysis )

ويعد أسلوباً آخرًا من أساليب تحليل متعدد المتغيرات ، حيث يتم فيه تفسير التباين (Variance) الموجود في المعلومات المسجلة باستخدام مجموعة من العوامل الافتراضية (Factors) التي يعتقد بأنها هي المسؤولة عن هذا التباين وملاحظة مدى تشبع كل عامل من هذه العوامل بالمتغيرات المدروسة ، (Davis , 1973) . يكون هذا التحليل أما بصيغة (R-mode factor) لدراسة العلاقة بين زوج من المتغيرات أو بصيغة (Q-mode factor) لدراسة العلاقة بين زوج من النماذج .

أن فكرة التحليل العاملي عادةً تتمثل بفضاء غير محدد من الأحداثيات التي تمثل العوامل المؤثرة (N- Dimentional spaces) وهنا يعبر عن هذه الأحداثيات بشكل متجهات أو قيمة ذاتية أو عينية (Eigenvalues) تمكننا من اختصار العوامل الى أقل عدد ممكن من حيث شدة التأثير ، حيث أن العوامل التي لها قيمة ذاتية أكبر أو يساوي القيمة المختارة تعتبر مؤثرة في تصنيف المتغيرات وتهمل العوامل ذات القيمة الأقل من القيم المختارة ، وجرت العادة على اختيار القيمة (1) كقيمة ذاتية في الدراسات الجيولوجية رغم أنه ممكن أخذ قيمة أقل من (1) حسب نوع الدراسة أو رأي الباحث تبعاً لخبرته ، (Richard and Joreskog , 1996) .

### طريقة العمل ( Methodology )

1 . من مجموعة الآبار المحفورة في حقل الزبير / مكنم المشرف أختير (21) بئراً ( ك نماذج ) موزعة بشكل متجانس على أساس مبدأ التغطية المتكاملة لقبتي الحمّار والشعبية وهي :

( زبير / A , B , C , D , E , F , G , H , I , J , K , L , M , N , O , P , Q , R , S , T , U ) .

2. أختيرت مجموعة من الخواص البتروفيزياوية المهمة ( كمتغيرات ) وحسب التفاصيل المبينة في أدناه ، (الجدول -3) .

## (جدول - 3) يبين الخواص البتروفيزيائية المعتمدة وكيفية استخراجها

| ت | الخواص البتروفيزيائية المعتمدة                           | تحسب من : -  |
|---|--|--|
| 1 | فرق الزمن البيني - (Transit Time - $\Delta t$ )          | المجس الصوتي   |
| 2 | الكثافة الحجمية (Bulk Density - $\rho_b$ )               | مجس الكثافة  |
| 3 | حجم السجيل (Shale Volume - $V_{sh}$ )                    | مجسات التفسير الجاهز (CPI) وتفسير مجسات الآبار المفتوحة (Open - Hole Logs) |
| 4 | التشبع المائي (Water Saturation - $S_w$ )                |  |
| 5 | تشبع النفط المتحرك (Moveable Oil Saturation - $S_{mo}$ ) |  |
| 6 | تشبع النفط المتبقي (Residual Oil Saturation - $R_{os}$ ) |  |
| 7 | المسامية (Porosity - $\phi$ )                            |  |

3. القيام بتفسير البعض من مجسات التجويف المفتوح لأغراض حساب الخواص البتروفيزيائية المختارة .

4. الاستعانة بتقارير تحاليل اللباب لمجموعة من الآبار المدروسة بهدف حساب النفاذية .

5. الأستعانة بالتفسير الجاهزة (CPI) لبعض الآبار قيد الدراسة .  
و(الجدول -4) يحدد طبيعة المعلومات المتوفرة عن آبار حقل الزبير / مكن المشرف .

(جدول - 4 ) يبين المعلومات المتوفرة لآبار الدراسة والغاية منها

| ت | التقارير والمجسات المتوفرة                        | أرقام الآبار                                      | لحساب قيم :  |
|---|---|---|--|
| 1 | تقارير تحاليل اللباب (CPI) والـ                   | زبير / B, C, E, F, G, J, K, L, M, N Q, R, S, T, U | $V_{sh}, S_w, S_{mo}, R_{os}, \phi, K, \rho_b, \Delta t$ |
| 2 | تقارير تحاليل اللباب وتفسير مجسات الآبار المفتوحة | زبير / A, D, H, I, O, P                           |  |

6. في أدناه تصنيف لأهم الخواص البتروفيزيائية التي تم اعتمادها في الدراسة الحالية من كونها ( رديئة – متوسطة – جيدة ... الخ ) ، (جدول -5) . (السياب وآخرون ، 1989) ، (الموسوي ، 2000) .

(جدول - 5 ) يبين مديات الخواص البتروفيزيائية المعتمدة في الدراسة الحالية

| الخصائص البتروفيزياوية | رديئة جداً                        | رديئة | متوسطة | جيدة   | جيدة جداً | أمتياز |
|------------------------|-----------------------------------|-------|--------|--------|-----------|--------|
| المسامية (%)           | 5>                                | 5-10  | 10-15  | 15-20  | 20-25     | 25<    |
| النفذية (ملي دارسي)    | -                                 | 1>    | 1-10   | 10-100 | 100-1000  | 1000<  |
| التشبع المائي (%)      | 90-100                            | 60<   |        | 35-60  | 35>       | 10>    |
| حجم السجيل             | كل القيم الأكبر من (20) تعد رديئة |       |        |        |           |        |

7. تم تحويل جميع نتائج الخصائص البتروفيزياوية ولكل الأعماق (Intervals) الى قيم موزونة (Weighted Average) لأغراض التحديد الدقيق لفعالية كل متغير من تلك المتغيرات وحسب المعادلة أدناه : ( الراوي ، 2000 )

$$Wt.Average = \frac{\sum_{i=1}^n V_i T_i}{\sum_{i=1}^n T_i} = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2 + V_3 T_3 + \dots + V_n T_n}{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n} \dots\dots\dots (4)$$

$V_i$  : المتغير (Variable)

$T_i$  : سمك الفترات العميقة ذات نتائج المتغير المتقاربة .

8. تم تطبيق برنامج التحليل الأحصائي العاملي والعنقودي (Factor and Cluster analysis) للتعرف على توزيع تجانس الوحدات الكمومية قيد الدراسة .

### النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

لقد تم تجهيز الحاسبة الألكترونية بالمعلومات المتضمنة حساب الخصائص البتروفيزياوية (المتغيرات) لكل بئر من آبار الدراسة للوحدتين (mA , mB1) بهدف تطبيق برنامج (Davis, 1973) ، (الجدولين -6 ، 7) ، وكانت النتائج كما يلي :

(جدول - 6) مصفوفة المعلومات لثمانية خواص بتروفيزياوية للوحدة (mA) مكن المشرف / حقل الزبير

| Variables | e | Volu | me | Satu | ratio | e Oil | Satu | ratio | Oil | Satu | ratio | Porosity | (φ) | mea | bilit | y- | nsit- | Time | Dens | ity |
|-----------|---|------|----|------|-------|-------|------|-------|-----|------|-------|----------|-----|-----|-------|----|-------|------|------|-----|
|-----------|---|------|----|------|-------|-------|------|-------|-----|------|-------|----------|-----|-----|-------|----|-------|------|------|-----|

| Well.no<br>(Zb\) |     |      |      |      |      |       |      |      |
|------------------|-----|------|------|------|------|-------|------|------|
| A                | 3.3 | 5.6  | 50.7 | 43.7 | 25.4 | 56.8  | 70.6 | 2.60 |
| B                | 3.0 | 82.7 | 6.9  | 10.4 | 4.1  | 13.5  | 52.8 | 2.66 |
| C                | 5.6 | 99.7 | 0.2  | 0.1  | 5.5  | 1.4   | 52.8 | 2.66 |
| D                | 1.2 | 26.6 | 50.2 | 23.2 | 11.1 | 30.2  | 60.9 | 2.54 |
| E                | 4.6 | 88.2 | 5.7  | 6.1  | 14.0 | 5.3   | 68.7 | 2.45 |
| F                | 4.2 | 70.9 | 5.2  | 23.9 | 7.4  | 1.4   | 62.1 | 2.58 |
| G                | 2.4 | 95.6 | 2.4  | 2.0  | 11.2 | 2.7   | 64.5 | 2.44 |
| H                | 1.7 | 85.8 | 12.6 | 1.6  | 5.6  | 6.9   | 58.8 | 2.50 |
| I                | 6.7 | 90.8 | 7.2  | 2.0  | 9.6  | 2.1   | 60.9 | 2.49 |
| J                | 3.1 | 88.6 | 1.7  | 9.7  | 13.2 | 5.4   | 63.0 | 2.47 |
| K                | 2.3 | 75.6 | 6.2  | 18.2 | 9.6  | 6.4   | 64.0 | 2.53 |
| L                | 1.1 | 38.5 | 29.5 | 2.3  | 11.4 | 5.1   | 64.0 | 2.53 |
| M                | 3.1 | 77.6 | 18.1 | 4.3  | 6.4  | 1.3   | 65.8 | 2.52 |
| N                | 2.1 | 97.1 | 1.3  | 1.6  | 8.1  | 1.1   | 62.2 | 2.60 |
| O                | 3.0 | 28.7 | 49.3 | 22.0 | 12.8 | 32.4  | 61.1 | 2.52 |
| P                | 2.9 | 68.7 | 10.6 | 20.7 | 7.1  | 2.4   | 58.0 | 2.60 |
| Q                | 2.0 | 63.0 | 13.7 | 23.3 | 3.8  | 28.4  | 53.8 | 2.57 |
| R                | 0.0 | 31.3 | 0.1  | 68.6 | 9.1  | 3.8   | 64.0 | 2.55 |
| S                | 1.8 | 22.9 | 6.4  | 70.7 | 8.3  | 28.2  | 62.5 | 2.57 |
| T                | 9.1 | 24.9 | 50.9 | 24.2 | 8.9  | 280.2 | 64.0 | 2.52 |
| U                | 3.5 | 12.6 | 71.3 | 16.1 | 7.0  | 4.9   | 58.8 | 2.58 |

(جدول - 7) مصفوفة المعلومات لثمانية خواص بتروفيزيائية للوحدة (mB1)

مكمن المشرف / حقل الزبير

| Variables<br>⤴        |                                    |  |   |                                  |              |                  |                      |                                   |
|-----------------------|------------------------------------|--|---|----------------------------------|--------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Well.no<br>⬇<br>(Zb\) | Shale Volume<br>(V <sub>sh</sub> ) | Water<br>Saturation<br>(S <sub>w</sub> ) | Moveable Oil<br>Saturation (S <sub>mo</sub> ) | Residual Oil<br>Saturation (Ros) | Porosity (φ) | Permeability (K) | Transit-Time<br>(Δt) | Bulk Density<br>(ρ <sub>b</sub> ) |
| A                     | 12.8                               | 9.9                                      | 53.0  | 37.0                             | 25.3         | 6.7              | 78.9                 | 2.60                              |

|   |      |      |      |      |      |       |      |      |
|---|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| B | 10.4 | 83.0 | 3.2  | 13.8 | 5.1  | 1.6   | 60.3 | 2.64 |
| C | 13.5 | 99.8 | 0.2  | 0.2  | 4.0  | 2.6   | 60.2 | 2.64 |
| D | 2.4  | 32.2 | 47.5 | 20.2 | 13.2 | 34.0  | 63.9 | 2.53 |
| E | 4.3  | 94.9 | 1.6  | 3.4  | 11.8 | 3.8   | 61.3 | 2.50 |
| F | 1.1  | 83.7 | 1.8  | 14.4 | 18.8 | 2.9   | 70.9 | 2.40 |
| G | 2.5  | 94.1 | 4.2  | 1.7  | 17.5 | 17.5  | 70.0 | 2.39 |
| H | 8.0  | 91.8 | 6.3  | 1.9  | 8.4  | 3.7   | 63.6 | 2.50 |
| I | 9.3  | 97.0 | 2.4  | 0.6  | 10.4 | 0.6   | 63.6 | 2.55 |
| J | 1.3  | 88.3 | 1.7  | 10.0 | 13.8 | 3.9   | 62.8 | 2.49 |
| K | 2.4  | 30.7 | 0.2  | 49.3 | 16.1 | 48.6  | 70.0 | 2.43 |
| L | 8.4  | 30.7 | 56.7 | 12.6 | 12.7 | 83.6  | 67.3 | 2.48 |
| M | 1.6  | 93.4 | 1.2  | 5.4  | 13.2 | 2.6   | 67.3 | 2.46 |
| N | 1.7  | 92.3 | 6.3  | 1.4  | 13.9 | 2.4   | 67.3 | 2.49 |
| O | 12.6 | 56.4 | 32.8 | 10.8 | 14.8 | 114.9 | 68.1 | 2.46 |
| P | 8.3  | 74.6 | 8.3  | 17.1 | 9.6  | 7.1   | 60.3 | 2.60 |
| Q | 12.4 | 80.2 | 6.4  | 13.4 | 5.6  | 32.2  | 60.9 | 2.50 |
| R | 2.9  | 61.3 | 0.1  | 38.6 | 11.1 | 13.4  | 68.5 | 2.50 |
| S | 12.8 | 37.1 | 10.6 | 52.3 | 7.4  | 98.7  | 69.3 | 2.56 |
| T | 9.4  | 53.6 | 35.0 | 11.4 | 10.5 | 320.2 | 66.0 | 2.50 |
| U | 5.2  | 54.8 | 29.1 | 16.1 | 12.6 | 16.3  | 65.8 | 2.52 |

## 1. التحليل العنقودي (Cluster Analysis)

أ . على ضوء نتائج مصفوفة معامل مضاهاة الناتج العزمي (PMCC) لنمط - آر للوحدتين أعلاه ، (الجدولين -8 ، 9) ، رُسم المخطط الشجري (Dendogram) للمقارنة بين الخواص البتروفيزياوية لجميع الآبار (نمط-آر) للوحدتين قيد الدراسة ، (شكل -3).

(جدول -8) مصفوفة معامل مضاهاة الناتج العزمي (نمط- آر) لثمانية (متغيرات) خواص بتروفيزياوية للوحدة (mA) / مكن المشرف - حقل الزبير .

| Variables  | $V_{sh}$ | $S_w$  | $S_{mo}$ | $R_{os}$ | $\phi$ | $K$    | $\Delta t$ | $\rho_b$ |
|------------|----------|--------|----------|----------|--------|--------|------------|----------|
| $V_{sh}$   | 1.000    |        |          |          |        |        |            |          |
| $S_w$      | 0.054    | 1.000  |          |          |        |        |            |          |
| $S_{mo}$   | 0.206    | -0.775 | 1.000    |          |        |        |            |          |
| $R_{os}$   | -0.309   | -0.730 | 0.135    | 1.000    |        |        |            |          |
| $\phi$     | -0.043   | -0.382 | 0.329    | 0.244    | 1.000  |        |            |          |
| $K$        | 0.606    | -0.408 | 0.447    | 0.156    | 0.110  | 1.000  |            |          |
| $\Delta t$ | 0.046    | -0.181 | 0.127    | 0.146    | 0.643  | 0.095  | 1.000      |          |
| $\rho_b$   | 0.043    | -0.147 | 0.044    | 0.182    | -0.268 | -0.055 | -0.407     | 1.000    |

(جدول - 9) مصفوفة معامل مضاهاة الناتج العزمي (نمط- آر) لثمانية (متغيرات) خواص بتروفيزيائية للوحدة (mB1) / مكن المشرف - حقل الزبير

| Variables | $V_{sh}$ | $S_w$ | $S_{mo}$ | $R_{os}$ | $\phi$ | $K$ | $\Delta t$ | $\rho_b$ |
|-----------|----------|-------|----------|----------|--------|-----|------------|----------|
|-----------|----------|-------|----------|----------|--------|-----|------------|----------|

|            |        |        |       |       |        |       |        |       |
|------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| $V_{sh}$   | 1.000  |        |       |       |        |       |        |       |
| $S_w$      | -0.209 | 1.000  |       |       |        |       |        |       |
| $S_{mo}$   | 0.233  | -0.836 | 1.000 |       |        |       |        |       |
| $R_{os}$   | 0.089  | -0.752 | 0.268 | 1.000 |        |       |        |       |
| $\phi$     | -0.377 | -0.404 | 0.418 | 0.206 | 1.000  |       |        |       |
| $K$        | 0.284  | -0.371 | 0.432 | 0.133 | -0.071 | 1.000 |        |       |
| $\Delta t$ | -0.098 | -0.577 | 0.426 | 0.501 | 0.825  | 0.108 | 1.000  |       |
| $\rho_b$   | 0.746  | -0.118 | 0.149 | 0.030 | -0.367 | 0.015 | -0.277 | 1.000 |

**Distance metric is Euclidean distance**  
**Single linkage method (nearest neighbor)**  
**Dendrogram**

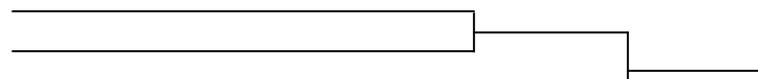
0.00                      25.00                      50.00                      75.00                      100.00

**Distances**

$\Delta t$

$S_w$

$S_{mo}$



## Variables\

mA

mB1

(شكل - 3) المخطط الشجري للتحليل العنقودي (نمط - آر) للوحدتين  
(mA, mB1) / مكمن المشرف - حقل الزبير

وأوضح بأن هنالك ثلاثة عناقيد رئيسية في كل منهما ، العنقود الرئيسي الأول يربط فيه المتغيرات ( $S_{mo}, \phi, V_{sh}, \rho_b, R_{os}$ ) بدرجات مضاهاة متفاوتة (عالية-واطئة) ، ويرتبط معه العنقودان الرئيسيان الثاني والثالث المتمثلان بالمتغيرات ( $\Delta t, S_w$ ) و ( $K$ ) على التوالي بدرجة مضاهاة أقل .

يستدل مما تقدم بأن جميع الآبار قيد الدراسة قد ارتبطت مع بعضها البعض في المخطط الشجري (نمط-كيو) اعتماداً على عدد ونوع المتغيرات المرتبطة في العناقيد أعلاه ودرجة مضاهاتها .  
 ب. تم رسم المخطط الشجري للمقارنة بين الآبار لجميع المتغيرات اعتماداً على مواصفاتها البتروفيزياوية (نمط-كيو) للوحدتين أعلاه وكما يلي :

#### (1) الوحدة المكمنية (mA) : (شكل-4)

يتضح بأنه هنالك ثلاثة عناقيد رئيسية ترتبط مع بعضها بدرجة مضاهاة مختلفة تتراوح بين أقصى درجة مضاهاة ممكنة الى درجة مضاهاة واطئة نسبياً وهي :

• العنقود الرئيسي الأول : الذي يشتمل على الآبار (زبير M,C,G,N,I,E,J,H,B,K,F,P,Q/ ) ترتبط مع بعضها بدرجات مضاهاة عالية ، حيث ينقسم الى ثلاث عناقيد ثانوية، الأول يربط فيه البئر (زبير N,G/ ) بدرجة مضاهاة عالية عند مستوى ارتباط (3.125) ، كما ويرتبط معه أيضاً الآبار (زبير C,I,E,J,H / ) بدرجة مضاهاة أقل عند المستوى (5.625) ، في حين يرتبط العنقود الثانوي الثاني الذي تمثله الآبار (زبير F,P / ) و (زبير K / ) و (زبير B,M / ) مع العنقود الثانوي الأول بدرجة مضاهاة أوطى عند المستوى (7.5) ، ويرتبط البئر (زبير Q / ) مع العنقودين الثانويين الأول والثاني بدرجة مضاهاة واطئة عند المستوى (13.75) ، ويمثل هذا العنقود آباراً ذات مواصفات بتروفيزياوية رديئة بسبب كونها ذات تشبع مائي عالي ، إضافةً الى وقوعها بالقرب أو خارج حدود الرقعة النفطية للتركيب الجيولوجي .

• العنقود الرئيسي الثاني : ويضم فيه الآبار (زبير R,S / ) ، حيث يرتبطان معاً بدرجة مضاهاة واطئة عند المستوى (11.25) ، ويمثل هذا العنقود آباراً ذات مواصفات بتروفيزياوية متوسطة بسبب احتوائها على تشبع (نفطي - متبقي) بنسبة عالية نوعاً ما .

• العنقود الرئيسي الثالث : ويضم فيه الآبار (زبير A,L,D,O,U/ ) بدرجة مضاهاة تتراوح بين العالية والواطئة نسبياً ، حيث ينقسم الى عنقودين

ثانويين ، الأول ترتبط فيه الآبار (زبير / D,O) و (زبير / L,U,A) بدرجات ارتباط مختلفة عند المستويات (3.125 ، 17.812) على التوالي . يمثل هذا العنقود آباراً ذات مواصفات بتروفيزياوية جيدة بسبب أحتوائها على تشبع (نفطي - متحرك) عالي ووقوعها في قمة التركيب الجيولوجي .

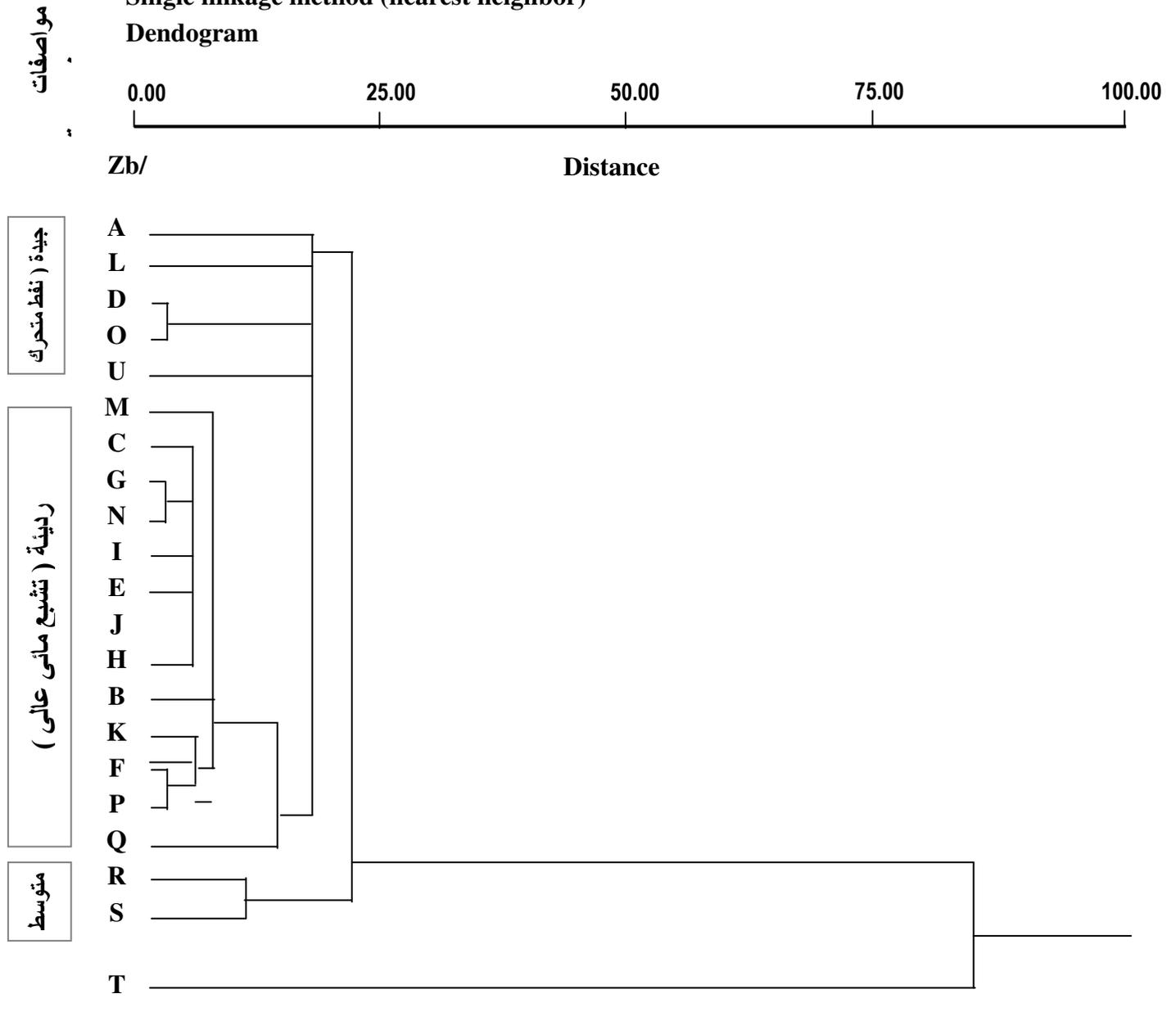
ومن الجدير بالذكر ، أن العنقودان الرئيسيان الثاني والثالث قد ارتبطا بدرجة مضاهاة واطئة عند المستوى (21.562) ليمثلا معاً حالة وسطية للتشبع النفطي (المتحرك والمتبقي) ، كما يلاحظ أن البئر (زبير / T) قد أعزل بشكل مستقل عن البقية عاكساً بذلك أملاكه لخصائص بتروفيزياوية تختلف عن باقي آبار الدراسة على الرغم من كونه ذو تشبع (نفطي - متحرك) عالي وبنفاذية جيدة جداً ، الأمر الذي جعله يرتبط مع محصلة ربط العنقودين الرئيسيين الثاني والثالث بدرجة مضاهاة واطئة جداً عند مستوى ارتباط (85) .

## (2) الوحدة المكمنية (mB1) : (شكل 5-)

من ملاحظة المخطط الشجري لهذه الوحدة ، يتضح بأن هنالك صعوبة في تحديد العناقيد الرئيسية والثانوية ، ويرجع السبب في ذلك الى وجود عدم تجانس واضح بين المواصفات البتروفيزياوية لآبار الدراسة على الرغم من ربطها بعنقودين رئيسيين فقط ، حيث تعذر تقسيم هذه الآبار الى تفاصيل أدق ، والعنقودين هما :

• العنقود الرئيسي الأول : ويضم الآبار (زبير / G,B,P,C,I,E,M,N,H,J,F,Q,R,A,D) ، حيث ينقسم الى ثلاثة عناقيد ثانوية ، الأول ويربط فيه الآبار (زبير / I,E,M,N,H,J/) بدرجة مضاهاة عالية عند المستوى (3.125) ، ويرتبط معه البئرين (زبير / C,F) بدرجة مضاهاة أقل عند مستوى الارتباط (4.375) ، فيما يخص العنقود الثانوي الثاني ، فإنه يربط البئرين (زبير / B,P) معاً بدرجة مضاهاة عالية عند المستوى (4.375) ، كما ويرتبط البئر (زبير / G) مع كل من البئرين أعلاه والعنقود الثانوي الأول بدرجة مضاهاة أقل عند مستوى الارتباط (8.125) ، ليمثل هذا العنقود آباراً ذات مواصفات بتروفيزياوية رديئة بسبب تشبعها المائي العالي .

Distance metric is Euclidean distance  
Single linkage method (nearest neighbor)  
Dendrogram



(شكل 4- المخطط الشجري للتحليل العنقودي (نمط - كيو)  
للوحة (mA)/مكن المشرف - حقل الزبير

أما العنقود الثانوي الثالث الذي تمثله الآبار (زبير /Q,R,D,A) ، فإنه يرتبط فيه  
البئر (زبير /Q,R) معاً بدرجة مضاهاة تصل عند المستوى (13.75) ،

واللذان يرتبطان بدورهما مع محصلة ربط العنقودين أعلاه بنفس درجة الارتباط ، كما ويرتبط البئر (زبير / U) مع هذا العنقود بدرجة مضاهاة واطئة نسبياً عند المستوى (15.625) ، في حين يرتبط البئر (زبير / D) مع محصلة الربط أعلاه عند درجة مضاهاة (16.875) ، ويمثل هذا العنقود آباراً ذات مواصفات بتروفيزياوية (رديئة - متوسطة).

كما ويلاحظ ارتباط البئر (زبير / A) مع البئر (زبير / K) المنفردان بمواصفاتهما الجيدة بدرجة مضاهاة أقل عند المستوى (21.875) وليرتبطا بدورهما مع محصلة ربط جميع الآبار أعلاه

• العنقود الرئيسي الثاني : الذي يشتمل على الآبار ( زبير / L,O,S) ، حيث يرتبط فيه البئرين (زبير / L,O) بدرجة مضاهاة واطئة نسبياً عند المستوى (23.75) ليمثل هذا العنقود آباراً ذات مواصفات بتروفيزياوية جيدة نظراً لأحتوائها على تشعب (نفطي - متحرك) بنسبة عالية ، وبسبب تواجد نسبة عالية من النفط المتبقي في البئر (زبير / S) ، فإن مواصفاته ستقترب بشكل ملحوظ من (الجيدة - المتوسطة) ، الأمر الذي أدى الى ارتباطه مع البئرين أعلاه بدرجة مضاهاة أقل عند المستوى (25) ، ومن الملاحظ أيضاً بأن البئر (زبير / T) قد سلك سلوكاً مشابهاً للوحدة (mA) ، حيث أنعزل بشكل مستقل ليعكس بذلك مواصفات بتروفيزياوية خاصة تختلف عن باقي آبار العنقودين الرئيسيين أعلاه على الرغم من كونه ذو تشعب (نفطي - متحرك) بنسبة متوسطة مما أدى الى ارتباطه بالعنقود الرئيسي الثاني بدرجة مضاهاة واطئة جداً عند المستوى (85) .



(شكل 5- المخطط الشجري للتحليل العنقودي (نمط - كيو)

للوحدة (mB1) / مكن المشرف - حقل الزبير

وعند إجراء المقارنة بين (الشكلين 4،5)، يتضح بأن هنالك عدم تجانس بين الأبار في الوحدة (mB1) أكثر منها في الوحدة (mA)، وهو نتاج التباين الحاصل في طبيعة العوامل الجيولوجية المؤثرة والمسيطرة على ترسيب هذه الوحدة وأنعكاس أثر ذلك في التفاوت الكبير في الخواص البتروفيزيائية المدروسة بين الودعتين أعلاه. بصورة عامة، عند استخدام معامل مضاهاة الناتج العزمي والمعامل البعدي الأقليديسي في الربط أو المقارنة بين أزواج من النماذج لنمط-كيو، فإنه يمكن ملاحظة عدم وجود أي اختلاف كبير بين النتائج المستحصلة، فقد كان التشابه واضحاً في استخدام كلا المعاملين، وهذا ما أشار إليه كل من Harbough and Merriam, 1968، حيث أكدوا على عدم وجود أفضلية لأحد المعاملين على الآخر عند استخدامهما في الربط أو المقارنة بين أزواج من النماذج (نمط-كيو).

## 2. التحليل العائلي (Factor Analysis)

أعتماداً على نتائج التحليل العائلي، فقد تم اختيار العوامل (Factors) التي تمتلك قيمة ذاتية (Eigenvalues) الأكبر من (1) باعتبارها أكثر تأثيراً في تفسير التباين الموجود في المعلومات، كما تم اختيار مقدار التشعب للمتغيرات المدروسة على العوامل المختارة ذات القيمة الأكبر من  $(0.5 \pm)$  كونها مهمة في تأثير التباين، وكما يلي:

أ. الوحدة المكمئية (mA): (جدول - 10)

في ضوء الأسس أعلاه، فإن هنالك ثلاثة عوامل لها قيمة ذاتية أكبر من (1)، حيث تفسر ما مجموعه (76.704)% من التباين الكلي في المتغيرات قيد الدراسة.

(جدول 10- نتائج التحليل العائلي (R-mode factor) لثمانية خواص بتروفيزيائية للوحدة (mA) / مكن المشرف - حقل الزبير

| Eigenvalues | 1     | 2     | 3                                 | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
|-------------|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 2.748 | 1.725 | 1.663                             | 0.702 | 0.651 | 0.310 | 0.201 | 0.000 |
| Components  |       |       | Rotated matrix of factor loadings |       |       |       |       |       |

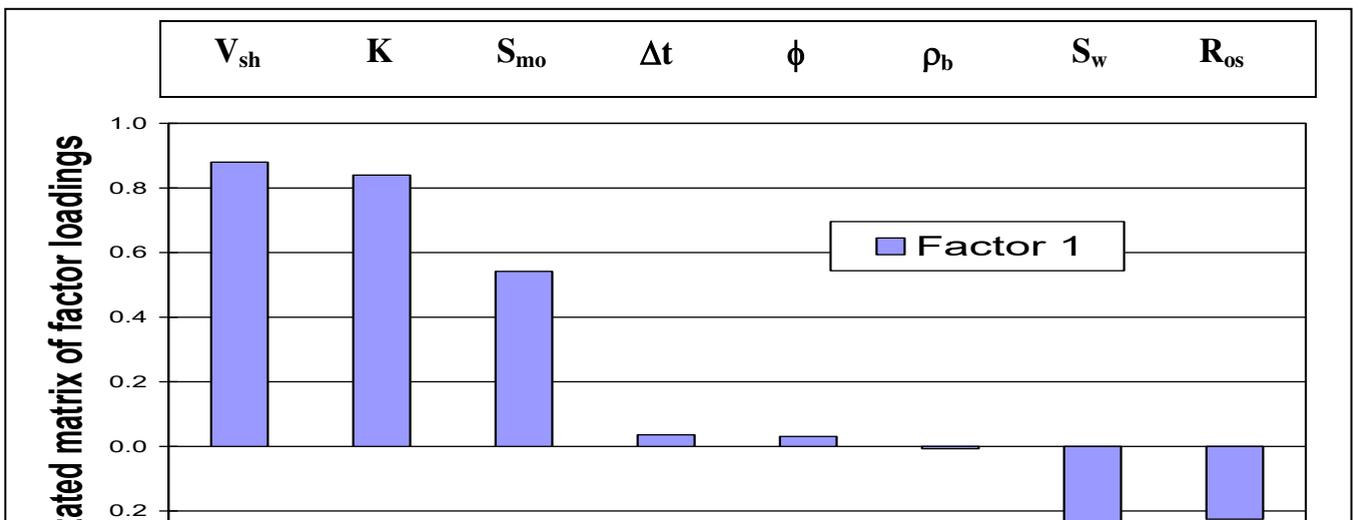
|  | Factor ( 1 )  | Factor ( 2 )   | Factor ( 3 )   |
|--|---------------|----------------|----------------|
| V <sub>sh</sub>                          | <b>0.880*</b> | -0.029         | -0.251         |
| K  | <b>0.840*</b> | 0.054          | 0.256          |
| S <sub>mo</sub>                          | <b>0.542*</b> | 0.119          | <b>0.607*</b>  |
| Δt                                       | 0.036         | <b>0.864*</b>  | 0.129          |
| φ  | 0.031         | <b>0.769*</b>  | 0.380          |
| ρ <sub>b</sub>                           | -0.007        | <b>-0.729*</b> | 0.301          |
| S <sub>w</sub>                           | -0.231        | -0.086         | <b>-0.953*</b> |
| R <sub>os</sub>                          | -0.225        | 0.007          | <b>0.839*</b>  |
| Variance explained by rotated components | 1.880         | 1.895          | 2.361          |
| Percent of total variance explained (%)  | 23.506        | 23.683         | 29.515         |
| <b>Total Variance (%)</b>                |               | <b>76.704</b>  |                |

\*Effective variables for each factor (+ 0.5⟨r⟩ - 0.5)

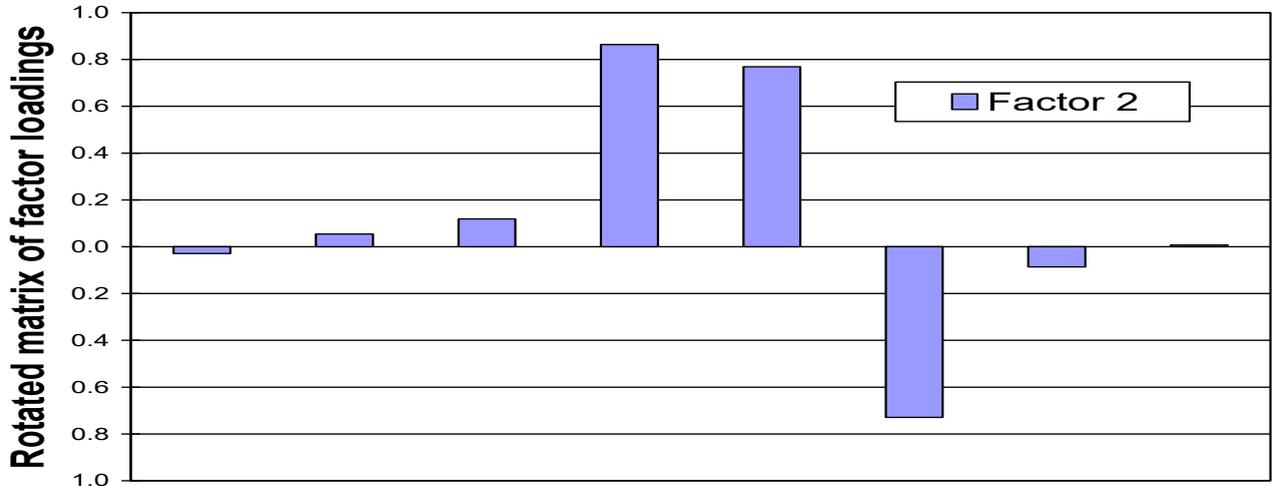
يتضح من خلال الجدول أعلاه و(الشكل رقم 6) بأن حجم السجيل والنفاذية والتشبع النفطي المتحرك هي الأكثر تشبهاً على العامل الأول (F1)، ويمكن تسميته بعامل (حجم السجيل - نفاذية) (Shale Volume - Permeability Factor) ، حيث يفسر (23.506)% من التباين أعلاه ، وفيما يتعلق بالعامل الثاني (F2) ، فقد أمثل كل من فرق الزمن البيني والمسامية والكثافة الحجمية أعلى قيم من ناحية التأثير مقارنةً بالمتغيرات المتبقية ، ويمكن أن يطلق عليه بعامل المسامية (Porosity Factor) ، حيث يفسر (23.683)% من التباين أعلاه وبنفس تأثير العامل الأول تقريباً ، أما العامل الثالث (F3) ، فقد اقتصر التأثير على ثلاثة متغيرات من نوع واحد هي التشبع النفطي المتحرك والتشبع النفطي المتبقي والتشبع المائي ، ويمكن تسميته بعامل التشبع بالموائع (Fluid Saturation Factor) ، ويعد العامل الأكثر تأثيراً في سلوكية الوحدة (mA) من بقية العوامل حيث يفسر (29.515)% من مجموع التباين أعلاه .

ب. الوحدة المكمئية (mA) : (جدول - 11)

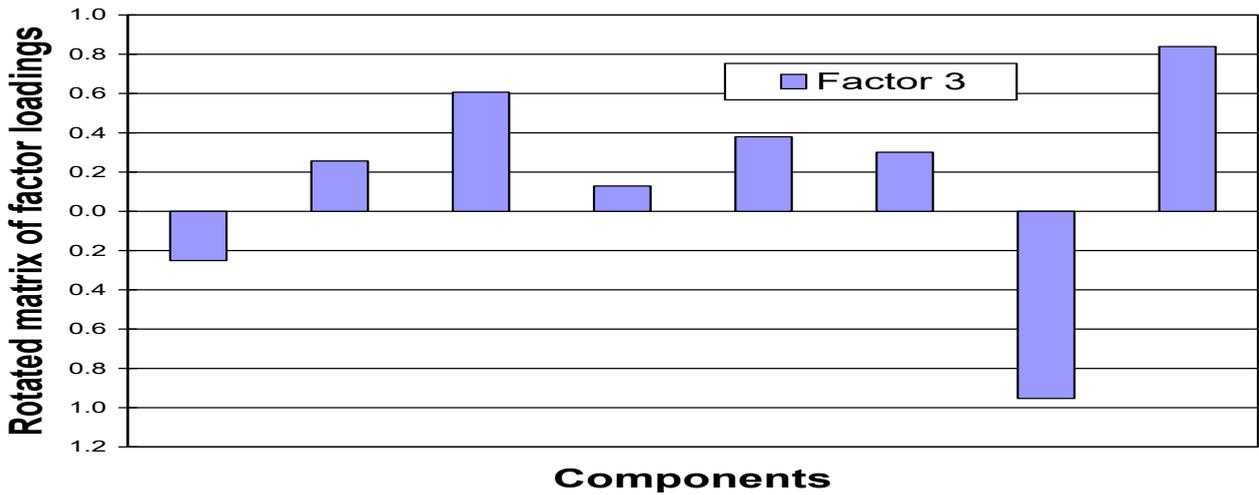
ويتبين بأن هنالك عاملين فقط لهما قيمة ذاتية أكبر من (1)، حيث يفسران ما يعادل (68.45)% من التباين الكلي الحاصل في المتغيرات المدروسة .



عامل حجم السجيل - النفاذية



عامل



عامل التشبع بالموائع

( شكل -6 ) يوضح العوامل المؤثرة في سلوك الوحدة (mA) /مكمن المشرف - حقل الزبير

(جدول -11) نتائج التحليل العاملي (R-mode factor) لثمانية خواص بتروفيزياوية للوحدة (mB1) / مكن المشرف - حقل الزبير

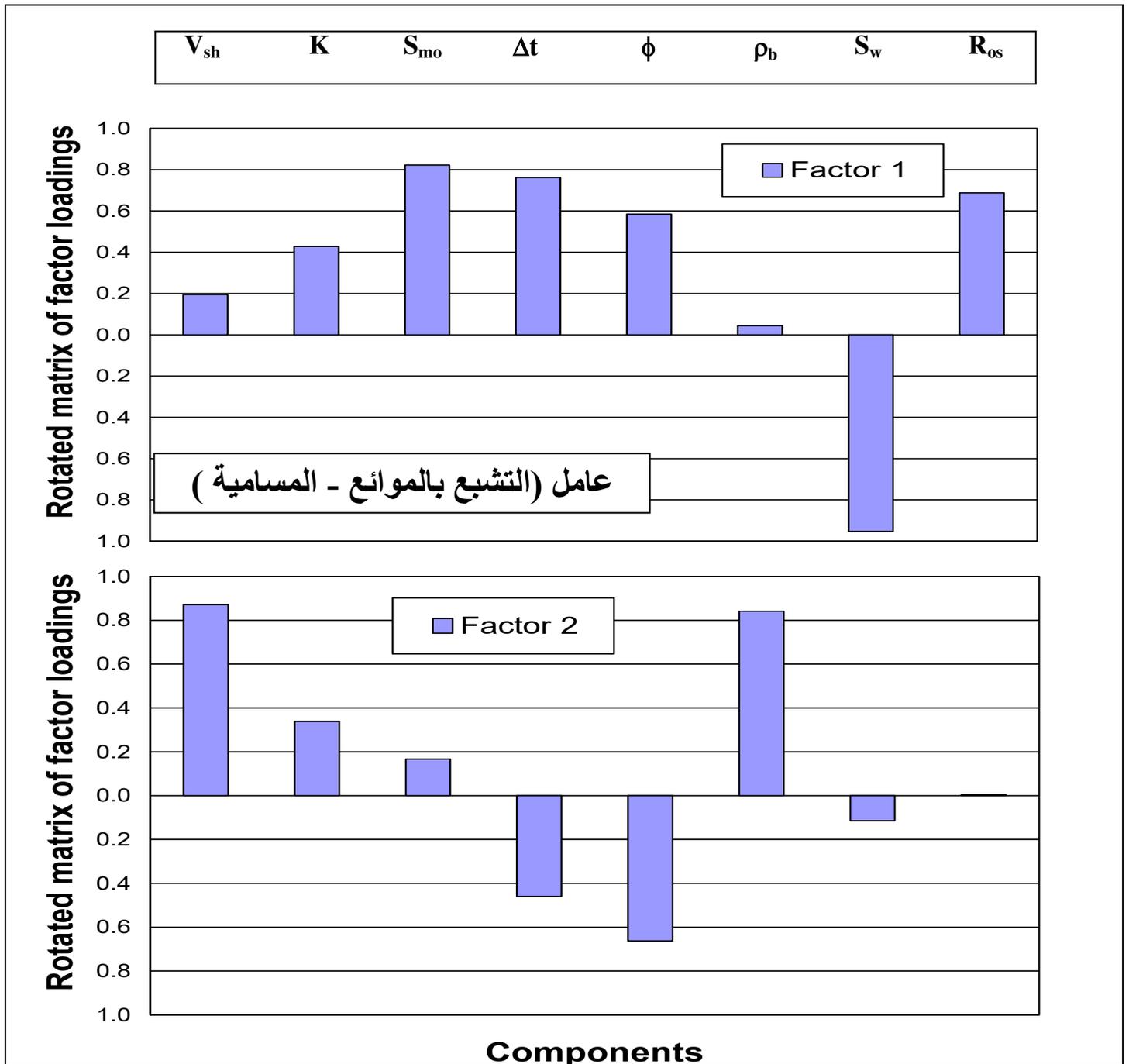
| Eigenvalues                              | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 5              | 6     | 7     | 8     |
|--|-----------------------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
|  | 3.225                             | 2.253 | 0.976 | 0.793 | 0.490          | 0.205 | 0.060 | 0.000 |
| Components                               | Rotated matrix of factor loadings |       |       |       |                |       |       |       |
|  | Factor ( 1 )                      |       |       |       | Factor ( 2 )   |       |       |       |
| V <sub>sh</sub>                          | <b>-0.953*</b>                    |       |       |       | -0.115         |       |       |       |
| K  | <b>0.822*</b>                     |       |       |       | 0.166          |       |       |       |
| S <sub>mo</sub>                          | <b>0.762*</b>                     |       |       |       | -0.460         |       |       |       |
| Δt                                       | <b>0.688*</b>                     |       |       |       | 0.005          |       |       |       |
| φ  | <b>0.585*</b>                     |       |       |       | <b>-0.663*</b> |       |       |       |
| ρ <sub>b</sub>                           | 0.195                             |       |       |       | <b>0.871*</b>  |       |       |       |
| S <sub>w</sub>                           | 0.044                             |       |       |       | <b>0.841*</b>  |       |       |       |
| R <sub>os</sub>                          | 0.428                             |       |       |       | 0.338          |       |       |       |
| Variance explained by rotated components | 3.203                             |       |       |       | 2.273          |       |       |       |
| Percent of total variance explained (%)  | 40.042                            |       |       |       | 28.408         |       |       |       |
| <b>Total Variance (%)</b>                | <b>68.45</b>                      |       |       |       |                |       |       |       |

\*Effective variables for each factor (+ 0.5(r) - 0.5)

يتضح من ملاحظة الجدول أعلاه و(الشكل -7) بأن التشبع المائي والتشبع النفطي المتحرك وفرق الزمن البيني والتشبع النفطي المتبقي والمسامية هي الأكثر تشبعا على العامل الأول (F1) ، ويمكن تسميته بعامل (التشبع بالموائع - المسامية) Factor (Fluid Saturation-Porosity) ، ويعد العامل الأكثر تأثيراً في سلوكية إنتاج الوحدة (mB1) حيث يفسر (40.042)% من التباين أعلاه ، أما العامل الثاني (F2) ، فقد تميزت ثلاثة متغيرات بتأثيرها هي المسامية وحجم السجيل والكثافة الحجمية ، ويمكن تسميته بعامل (المسامية - حجم السجيل) Factor (Porosity - Shale Volume) الذي يفسر (28.408)% من التباين المحسوب للعاملين الأول والثاني .

وبمقارنة (الجدولين -10،11) و(الشكلين -6،7)، فإنه يمكن تفسير تباين المتغيرات المدروسة باستخدام عاملين مهمين قد ساهما بتوضيح أكثر من (85)% من التباين الموجود في المتغيرات ولكلا الوحدتين ، وهما عامل (التشبع بالموائع - المسامية) وعامل (حجم السجيل - النفاذية) .

أن الأختلاف الحاصل في درجة تأثير كل من هذين العاملين يؤكد وبشكل قطعي أختلاف الخصائص الكمومية بين الوحدتين وعدم تشابه سلوكهما الإنتاجي ، و(الجدول - 12) يلخص نتائج التحليلين العنقودي والعالمي لهاتين الوحدتين .



عامل (المسامية - حجم السجيل)

(شكل 7) يوضح العوامل المؤثرة في سلوك الوحدة (mBI) / مكمّن المشرف -  
حقل الزبير

(جدول - 12) نتائج التحليل الأحصائي (العالمي والعنقودي) للوحدتين (mA, mB1) / مكنن المشرف - حقل الزبير

| التحليل العنقودي (Cluster Analysis) |                |               |                |               |                 | التحليل العالمي (Factor Analysis) |                 |       |                |       | نوع التحليل     |                 |
|-------------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|-------|----------------|-------|-----------------|-----------------|
| أرقام الآبار (زبير / )              |                |               |                |               |                 | F3                                |                 | F2    |                | F1    |                 | الوحدة المكمئية |
| الأرتباط درجة                       | العنقود الثالث | الأرتباط درجة | العنقود الثاني | الأرتباط درجة | العنقود الأول   | طرد ي                             | S <sub>mo</sub> | طرد ي | Δ t            | طرد ي | V <sub>sh</sub> |                 |
| 3.125                               | D,O            | 11.25         | R,S            | 3.125         | G,N             | طرد ي                             | S <sub>mo</sub> | طرد ي | Δ t            | طرد ي | V <sub>sh</sub> | mA              |
| 17.812                              | A,L,U          |               |                | 5.625         | C,I,E,J,H       | طرد ي                             | S <sub>w</sub>  | طرد ي | φ              | طرد ي | K               |                 |
|                                     |                |               |                | 7.5           | F,P             | طرد ي                             | Ros             | عكسي  | ρ <sub>b</sub> | طرد ي | S <sub>mo</sub> |                 |
|                                     |                |               |                |               | K               |                                   |                 |       |                |       |                 |                 |
|                                     |                |               |                | B,M           |                 |                                   |                 |       |                |       |                 |                 |
|                                     |                | 13.75         | Q              | 29.515        | 23.683          | 23.506                            | النسبة(%)       |       |                |       |                 |                 |
| 23.75                               |                |               | L,O            | 3.125         | I,E,M,N,H,J     | عكسي                              | φ               | طرد ي | Δ t            | mB1   |                 |                 |
| 25                                  | S              | 4.375         | C,F            | طرد ي         | ρ <sub>b</sub>  | طرد ي                             | S <sub>mo</sub> |       |                |       |                 |                 |
|                                     |                | 4.375         | B,P            | طرد ي         | V <sub>sh</sub> | طرد ي                             | Ros             |       |                |       |                 |                 |
|                                     |                | 8.125         | G              |               |                 | طرد ي                             | φ               |       |                |       |                 |                 |
|                                     |                | 13.75         | Q,R            |               |                 | عكسي                              | S <sub>w</sub>  |       |                |       |                 |                 |
|                                     |                | 16.875        | D              |               |                 | ي                                 |                 |       |                |       |                 |                 |

|  |  |        |     |        |        |            |
|--|--|--------|-----|--------|--------|------------|
|  |  | 21.875 | A,K | 28.408 | 40.042 | النسبة (%) |
|--|--|--------|-----|--------|--------|------------|

## الاستنتاجات والتوصيات (Conclusions and Recommendations)

1. بناءً على التحليل الأحصائي المستخدم في الدراسة الحالية ، يتضح بأن الوحدة (mA) أكثر تجانساً من ناحية خصائصها الجيولوجية والبتروفيزياوية مقارنةً بالوحدة (mB1) التي تشتمل على تباين واضح في طبيعة متغيراتها المسؤولة عن حركة الموائع داخل المكن .
2. جميع الآبار في الوحدة المكنية (mA) ذات المواصفات البتروفيزياوية (الجيدة-المتوسطة) والمرتبطة معاً في العنقودين الرئيسيين الثاني والثالث (التحليل العنقودي) تتوزع في قمة التركيب الجيولوجي والجزء الشرقي من قبة الحمّار ، وهي (زبير / A,D,L,O,R,S,U) حيث تتردى مواصفات هذه الوحدة في أقصى شمال الحقل بسبب ظروف بيئة الترسيب غير الفعالة وتناقص سمكها بهذا الاتجاه ، أما الآبار المحفورة في قبة الشعبية والجزء الشمالي من قبة الرافضية فإنها تتميز برداءة خواصها المكنية وأرتبطت معاً ضمن العنقود الرئيسي الأول لهذه الوحدة ، وفيما يتعلق بالوحدة (mB1) فإن الآبار ذات المواصفات الجيدة والمتوسطة المرتبطة ضمن العنقودين الرئيسيين الأول والثاني قد توزعت في قمة التركيب الجيولوجي وعلى سفحيه الشرقي والغربي ضمن قبة الحمّار ، وهي (زبير / A,D,L) ذات المواصفات الجيدة و(زبير / O,R,S,T,U) المتميزة بمواصفاتها المتوسطة ، أما الآبار المحفورة في قبتي الشعبية والرافضية (ذات السمك القليل) فقد أمتلك مواصفات رديئة ونسبة تشبع مائي عالي .
3. من خلال النتائج المستحصلة من التحليل العاملي للوحدتين قيد الدراسة ، يتبين بأن هناك عاملين أساسيين يؤثران في تباين خصائص هذه الوحدتين ، وهما عامل (التشبع بالموائع-المسامية) ذو التأثير الأكثر و عامل (حجم السجيل-النفاذية) ،
4. بالرغم من كون النفاذية من أهم الخصائص البتروفيزياوية التي يمكن الاعتماد عليها في تقييم المكن وقدرته الإنتاجية ، إلا أنه ومن خلال ملاحظة نتائج التحليل العاملي ، أتضح بأن تأثير عامل النفاذية قليل في الوحدة (mA) ومعدوم في الوحدة (mB1) ، وهو ما يؤكد رداءة إنتاج الوحدة (mB1) وتشبعها المائي العالي .

5. نوصي بتنفيذ عمليات حفر الآبار التطويرية مستقبلاً ضمن الرقعة المحددة بالآبار المذكورة في الفقرة (2) وللوحدتين (mA, mB1) في قبة الحمّار وأستبعاد الحفر في قبتي الشعيبية والرافضية .
6. بشكل عام ، تتصف الوحدتين قيد الدراسة في قبة الحمّار بأمتلاكها لمسامية ونفاذية قليلة نسبياً وذات تشبع مائي قليل ، لذا نوصي بأن يكون الحفر التطويري المستقبلي فيها بأستخدام تقنية الحفر حافي القدم (Bare-foot) وذلك لزيادة أنتاجيتها .

#### المصادر العربية :

- السياب ، عبدالله شاکر ، زرقاء ، حسين ، 1989 ، جيولوجيا النفط ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد .
- الراوي ، خاشع محمد ، 2000 ، مدخل الى الأحصاء ، جامعة الموصل ، كلية الزراعة ، 468 ص .
- بدن ، عيسى عاصي ، 1998 ، دراسة جيولوجية مكمنية محدثة لتكوين المشرف في حقل الزبير ، شركة نفط الجنوب / قسم الجيولوجيا ، غير منشورة .
- الموسوي ، ماجد هادي ، 2000 ، دراسة تأثير رشح الطين في الصخور الكاربونية ، شركة نفط الجنوب / قسم المكامن وتطوير الحقول ، غير منشورة .
- تقارير تحاليل لباب عدد من الآبار .
- مجسات التفسير الجاهز (CPI) لمجموعة من آبار الدراسة .
- مجسات التجويف المفتوح (Open Hole Logs) لعدد من الآبار .

#### المصادر الأجنبية :

- Al-Hammdani, A.Z., Al-Marsoumi, A.M.H., Al-Shahwan, M.F.; 2001, Petrographical and geochemical evaluation of Middle Tournian Lower Campanian sedimentary subcycle (Central – Southern Iraq), Basrah Jour. Sci., Vol.18, No.1, pp. 71-88.
- Buday, T., 1980, The Regional Geology of Iraq; Stratigraphy and Paleogeography, Dar AL-Kutub Publ.House, Mousl, Iraq, 445 P.
- Charles E. Brown, 1993, Use of principal-component, correlation, and stepwise multiple-regression analyses to investigate selected physical and hydraulic properties of carbonate-rock aquifers, Journal of Hydrology, Elsevier science publishers, pp. 169-195.
- Davis, J.C., 1973, Statistics and data analysis in Geology, John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydeney, PP. 456-473.
- Harbaugh, J.W.and Merriam, D.F., 1968, Computer application in Stratigraphic analysis, John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydeney, PP. 160-179.
- Richard, R., and Joreskog, K.G., 1996, Applied Factor analysis in the natural Science, Cambridge University press, PP.228-247.