



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة باتنة 1

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

قسم التسيير



**تحسين كفاءة المؤسسات الصحية باستخدام أسلوب  
تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي  
دراسة ميدانية بولاية باتنة**

أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه العلوم في علوم التسيير، شعبة تسيير المؤسسات

تحت إشراف:

أ. د. إلهام يحيياوي

من إعداد:

عادل عشي

لجنة المناقشة

الاسم واللقب	الرتبة	الجامعة الأصلية	الصفة
مقري زكية	أستاذ التعليم العالي	جامعة باتنة 1	رئيسا
إلهام يحيياوي	أستاذ التعليم العالي	جامعة باتنة 1	مقررا
عبد الله غالم	أستاذ التعليم العالي	جامعة بسكرة	عضوا
محمد الجموعي قريشي	أستاذ التعليم العالي	جامعة ورقلة	عضوا
السعدي رجال	أستاذ التعليم العالي	جامعة أم البواقي	عضوا
عمار نويوة	أستاذ محاضر أ	جامعة باتنة 1	عضوا

السنة الجامعية: 2017/2016

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## شكر وتقدير

الحمد أولاً و آخراً لله الرحمن، الذي تجلى بجماله و جلاله على الأعيان، والشكر له تقديراً و عرفاناً على ما أمدني به من عون و توفيق على إنجاز هذا العمل حمداً و شكراً يليقان بجلاله سبحانه و تعالى، و الصلاة و السلام على الرحمة المهداة سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

يسعدني أن أتقدم بجزيل الشكر وخالص التقدير و العرفان لمن قدم لي يد المساعدة في إنجاز هذا العمل المتواضع، وأخص بالذكر:

الأستاذة المشرفة: أ. د. إلهام يحيوي على إشرافها المتواصل على الرسالة و توجيهاتها القيمة التي أسهمت في إخراج هذا العمل بجلته النهائية، إذ لم تبخل علي بنصائحها القيمة و توجيهاتها السديدة.

كما أتوجه بالشكر الموصول إلى أساتذتي أعضاء لجنة المناقشة الموقرة على قبولهم قراءة هذا العمل المتواضع، و مناقشتهم و إبدائهم ملاحظاتهم القيمة و توجيهاتهم الطيبة.

كما أتوجه بالشكر الموصول إلى الزميل ساعد مناصرة رئيس مصلحة بالمؤسسة العمومية للصحة الجوارية مروانة و الزميل جمال بونواره رئيس مصلحة الموارد البشرية بالمؤسسة العمومية الاستشفائية زيزة مسيكة بمروانة على كل المساعدات و التوضيحات القيمة.

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى الأساتذتين محمد الأمين شربي و عادل بومجان على كل ما أسدياه إلي من مساعدات.

إهداء

إلى:

الوالدين الكريمين حفظهما الله وبارك فيهما

من ربنتي، جدتي الحاجة رحمة الله عليها

أخي وأخواتي الغوالي

أجدادي رحمة الله عليهم جميعا

كل من يحب الخير لهذه الأمة

أهدي هذا العمل المتواضع

## ملخص الأطروحة

سعت هذه الدراسة في جانبها النظري إلى الإحاطة بمفهوم المؤسسات الصحية وكفاءتها، ثم التطرق إلى نماذج تحليل مغلف البيانات التقليدية بالإضافة إلى بعض نماذج المتقدمة، ثم تناول أسلوب عملية التحليل الهرمي.

أما الجانب التطبيقي فسعى إلى قياس كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة خلال سنة 2014 واقتراح مختلف التحسينات المطلوبة. ومن أجل هذا الغرض تم استخدام أسلوبين كميين، الأول يسمى بتحليل مغلف البيانات والثاني بعملية التحليل الهرمي. ومن أجل مزاولة نشاطها، تستعمل كل مؤسسة عمومية للصحة الجوارية مجموعة من المدخلات لإنتاج مجموعة من نفس المخرجات. كما يمكن تقسيم الأنشطة التي تمارسها كل واحدة إلى سبعة أنشطة وهي: الاستعجالات والمداومة، التصوير الطبي، التوليد، الاستشارات والرعاية الأولية، المخبر، رعاية الأسنان، الفرق المتنقلة. تمثلت الخطوة الأولى من منهجية الدراسة في تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي لتحديد الأهمية النسبية لكل نشاط. وفي الخطوة الثانية تم استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات لحساب كفاءة كل نشاط واقتراح التحسينات المطلوبة. وفي الخطوة الثالثة تم دمج نتائج الأسلوبين لحساب الكفاءة الإجمالية الموزونة لكل مؤسسة عمومية للصحة الجوارية بباتنة. تسمح المنهجية المقترحة من تطوير ترتيب شامل لكل المؤسسات العمومية للصحة الجوارية. توصلت الدراسة إلى أن أهم نشاطين هما: الاستعجالات والمداومة، و الاستشارات والرعاية الأولية. كما أن لا توجد أي مؤسسة عمومية للصحة الجوارية تمتعت بكفاءة إجمالية تامة.

الكلمات الدالة: مؤسسات صحية، كفاءة، تحليل مغلف البيانات، عملية التحليل الهرمي.

## Thesis abstract

the theoretical study aimed to recover the notion of health care institutions and its efficiency, to review classical DEA models and some advanced DEA models, and the analytic hierarchy process.

The purpose of the practical study is to measure efficiency and then suggest improvements for all 10 public establishments of proximity health (PEPH) that located in Batna province during the year 2014. For this reason, Two quantitative instruments have been employed, the first known by data envelopment analysis (DEA) and the second by analytic hierarchy process (AHP). Each PEPH uses the same multiple inputs to produces the same outputs. The overall activities of each one can be subdivided and classified in seven activities which are: emergency and guard, radiography, maternity, medical consultations and primary healthcare, laboratory, Stomatology and finally mobile teams. In the first stage, the analytic hierarchy process is used to generate the relative weight for each activity. In the second stage, the Data Envelopment Analysis (DEA) is run for each activity in order to benchmark the best and suggest the improvements for each one of them. In the third stage, the results obtained from both Two quantitative instruments were integrated to develop weighted overall efficiency for each public establishment of proximity health. The proposed DEA/AHP furthers the analysis by providing full ranking in the DEA context for all PEPHs, efficient and inefficient. Empirical results indicate that among all activities, there are two has a great importance: emergency and guard, and medical consultations and primary healthcare. And none of the EPSPs were able to attain the full overall efficiency.

Key words: health establishments, efficiency, data envelopment analysis, analytic hierarchy process.

## فهرس المحتويات

شكر وتقدير

الإهداء

ملخص الأطروحة

أ-ث	فهرس المحتويات	.....
ج-د	فهرس الجداول	.....
ذ-ر	فهرس الأشكال	.....
XV-1	مقدمة	.....
2	الفصل الأول: مدخل إلى كفاءة المؤسسات الصحية	.....
3	المبحث الأول: الكفاءة والإنتاجية	.....
3	المطلب الأول: مفهوم الكفاءة	.....
6	المطلب الثاني: الإنتاجية	.....
11	المبحث الثاني: تصنيفات الكفاءة	.....
11	المطلب الأول: الكفاءة التقنية (الفنية) وكفاءة تخصيص الموارد	.....
14	المطلب الثاني: الكفاءة الاقتصادية	.....
16	المطلب الثالث: الكفاءة الهيكلية	.....
18	المطلب الرابع: كفاءة باريتو وكفاءة-X	.....
19	المبحث الثالث: ماهية كفاءة المؤسسات الصحية	.....
19	المطلب الأول: ماهية المؤسسات الصحية	.....
23	مفهوم كفاءة المؤسسات الصحية وتقييمها	.....
31	خلاصة الفصل الأول	.....
33	الفصل الثاني: النماذج الأساسية لأسلوب تحليل مغلف البيانات	.....
34	المبحث الأول: مدخل إلى أسلوب تحليل مغلف البيانات	.....
34	المطلب الأول: ماهية أسلوب تحليل مغلف البيانات	.....
37	المطلب الثاني: ركائز ومزايا أسلوب تحليل مغلف البيانات	.....
39	المطلب الثالث: الصيغة الرياضية لأسلوب تحليل مغلف البيانات	.....
45	المبحث الثاني: نماذج تحليل مغلف البيانات لعوائد الحجم الثابتة (CCR) ولعوائد الحجم المتغيرة (BCC)....	.....
45	المطلب الأول: نموذج عوائد الحجم الثابتة CCR	.....
55	المطلب الثاني: نموذج عوائد الحجم المتغيرة (BCC)	.....
58	المبحث الثالث: نماذج الكفاءة التجميعية والمضاعفة ونماذج المتغيرات غير المتحكم فيها والمتغيرات التصنيفية	.....

58	المطلب الأول: النموذج التجميعي additive model
61	المطلب الثاني: النموذج المضاعف multiplicative model
63	المطلب الثالث: نموذج المدخلات والمخرجات غير الاختيارية Non-discretionary model
66	المطلب الرابع: نموذج المتغيرات التصنيفية
67	المبحث الرابع: نماذج الكفاءة المتقاطعة والكفاءة الممتازة
68	المطلب الأول: نماذج الكفاءة المتقاطعة Cross-Efficiency Models
75	المطلب الثاني: نموذج الكفاءة الممتازة super efficiency model
83	خلاصة الفصل الثاني
85	<b>الفصل الثالث: نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات المتقدمة</b>
86	المبحث الأول: تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين two-stage DEA
86	المطلب الأول: نظرة عامة حول كفاءة المرحلتين
88	المطلب الثاني: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المستقلتين
90	المطلب الثالث: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المترابطتين أو العلائقية
103	المطلب الرابع: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المتصلتين
104	المطلب الخامس: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للمباريات
109	المبحث الثاني: تحليل مغلف البيانات ببيانات نوعية
110	المطلب الأول: نظرة حول نماذج البيانات النوعية
111	المطلب الثاني: نموذج Cooper و زملائه (1999)
117	المطلب الثالث: نموذج Zhu (2003) لبيانات الفترات
119	المطلب الرابع: نموذج Despotis و Smirlis (2002) لبيانات الفترات
122	المطلب الخامس: نموذج Cook و Zhu (2006) للبيانات الترتيبية
124	المبحث الثالث: نماذج تحليل مغلف البيانات في حالة الازدحام والعوامل غير المرغوبة
125	المطلب الأول: الازدحام في تحليل مغلف البيانات congestion in DEA
132	المطلب الثاني: نماذج العوامل غير المرغوب فيها
136	خلاصة الفصل الثالث
138	<b>الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي</b>
139	المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول عملية التحليل الهرمي
139	المطلب الأول: اتخاذ القرار متعدد المعايير
143	المطلب الثاني: مفهوم عملية التحليل الهرمي
145	المطلب الثاني: أسلوب التحليل الهرمي نموذج مرن لصناعة القرار

146	المطلب الثالث: مسلمات وخصائص عملية التحليل الهرمي.....
147	المطلب الرابع: مزايا عملية التحليل الهرمي .....
149	المطلب الخامس: تصنيف الأشكال الهرمية.....
150	المبحث الثاني: خطوات عملية التحليل الهرمي.....
150	المطلب الأول: هيكلية المشكلة.....
152	المطلب الثاني: تطوير مصفوفة المقارنات الزوجية.....
156	المطلب الثالث: اشتقاق الأولويات.....
159	المطلب الرابع: اختبار التناسق.....
161	المطلب الخامس: دمج الأولويات.....
163	المبحث الثالث: استخدامات عملية التحليل الهرمي.....
163	المطلب الأول: الاختيار (الاصطفاء).....
164	المطلب الثاني: التقييم.....
165	المطلب الثالث: تحليل التكلفة والعائد.....
168	المطلب الرابع: تخصيص الموارد.....
170	المطلب الخامس: التوقع.....
171	المطلب السادس: التخطيط.....
172	خلاصة الفصل الرابع.....
	<b>الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة خلال</b>
	<b>سنة 2014</b> .....
174	المبحث الأول: القطاع الصحي لولاية باتنة.....
175	المطلب الأول: مديرية الصحة والسكان لولاية باتنة.....
177	المطلب الثاني: المؤسسات الصحية العمومية في التشريع الجزائري.....
182	المطلب الثالث: المؤسسات الصحية بولاية باتنة.....
184	المطلب الرابع: موارد وحصيلة نشاط المؤسسات الصحية بولاية باتنة.....
186	المبحث الثاني: المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة.....
187	المطلب الأول: عرض حالة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة.....
189	المطلب الثاني: موارد المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة لسنة 2014.....
192	المطلب الثالث: حصيلة نشاط المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة لسنة 2014.....
	المبحث الثالث: أولويات أنشطة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية باستخدام أسلوب عملية التحليل
196	الهرمي .....
196	المطلب الأول: هيكلية مشكلة الأوزان النسبية للأنشطة بأسلوب عملية التحليل الهرمي.....

197	المطلب الثاني: تطوير مصفوفات المقارنات الزوجية.....
201	المطلب الثالث: اشتقاق الأولويات وحساب التناسق.....
206	المطلب الرابع: دمج الأولويات واشتقاق الأهمية النسبية.....
208	خلاصة الفصل الخامس .....
	<b>الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب تحليل</b>
210	<b>مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014</b> .....
211	المبحث الأول: دراسة كفاءة نشاطي الاستجالات والمداومة والاستشارات والرعاية الأولية.....
211	المطلب الأول: كفاءة نشاط الاستجالات والمداومة .....
219	المطلب الثاني: كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية.....
224	المبحث الثاني: دراسة كفاءة نشاطي التوليد ورعاية الأسنان.....
224	المطلب الأول: كفاءة نشاط التوليد.....
229	المطلب الثاني: كفاءة نشاط رعاية الأسنان.....
234	المبحث الثالث: دراسة كفاءة نشاطي التصوير الطبي والمخبر.....
235	المطلب الأول: كفاءة نشاط التصوير الطبي.....
240	المطلب الثاني: كفاءة نشاط المخبر.....
245	المبحث الرابع: دراسة كفاءة نشاط الفرق المتنقلة والكفاءة الكلية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية.....
245	المطلب الأول: نشاط الفرق المتنقلة .....
251	المطلب الثاني: حساب الكفاءة الكلية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية.....
253	خلاصة الفصل السادس.....
255	خاتمة .....
261	قائمة المراجع .....
270	الملاحق .....

## فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	مدخلات ومخرجات المستشفيات	27
2	نسب أداء المستشفيات	27
3	نسب الكفاءة المعيارية وترتيب المستشفيات	28
4	جدول تحديد اتجاه القيود وإشارة المتغيرات	41
5	مشاهدات مدخلات ومخرجات خمس وحدات	76
6	البيانات الدقيقة و غير الدقيقة	113
7	البيانات المحولة أو المعدلة	115
8	مقارنة بين نماذج تعدد الأهداف ونماذج تعدد الخواص	142
9	المقياس الأساسي للمقارنات الزوجية	154
10	قيم مؤشر الثبات العشوائي	161
11	نسب العائد إلى التكلفة	167
12	النتائج النهائية للتحليل	168
13	الهياكل العمومية بقطاع الصحة لولاية باتنة	183-182
14	الهياكل الخاصة بقطاع الصحة لولاية باتنة	183
15	الموارد البشرية للمؤسسات الصحية بولاية باتنة	184
16	التجهيزات الطبية وميزانية التسيير لسنة 2014	185
17	حصيلة الأنشطة للمؤسسات الصحية العمومية بباتنة لسنة 2014	186
18	المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة	187
19	هياكل ومصالح المؤسسات العمومية للصحة الجوارية	188
20	نسب تغطية السكان بولاية باتنة	189
21	الموارد البشرية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014	190
22	التجهيزات المتاحة للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014	191
23	حصيلة نشاط الرعاية الطبية والاستعجالات للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014	193-192
24	حصيلة نشاط التوليد والأشعة والتحليل للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014	194-193
25	حصيلة نشاط رعاية الأسنان للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014	195

198	مصنوفة المقارنات الزوجية بين المعايير الأساسية	26
198	مقارنة المعايير الفرعية في ظل معيار المدخلات	27
198	مقارنة المعايير الفرعية في ظل معيار المخرجات	28
198	مقارنة المعايير الفرعية في ظل معيار صفة النشاط	29
30	مقارنة الأنشطة في ظل الموارد البشرية	30
30	مقارنة الأنشطة في ظل نفقات الأدوية ولوازم العلاج	31
200-199	مقارنة الأنشطة في ظل التجهيزات	32
200	مقارنة الأنشطة في ظل الطلب على الخدمات الصحية	33
200	مقارنة الأنشطة في ظل قيمة المخرجات	34
202-201	مقارنة الأنشطة في ظل استمرارية النشاط	35
201	مقارنة الأنشطة في ظل صفة العلاج	36
201	أولويات المعايير الأساسية في ضوء الهدف	37
202	أولويات المعايير الفرعية لمعيار المدخلات	38
202	أولويات المعايير الفرعية لمعيار المخرجات	39
202	أولويات المعايير الفرعية لمعيار صفة النشاط	40
203	أولويات الأنشطة في ضوء الموارد البشرية	41
203	أولويات الأنشطة في ضوء نفقات الأدوية ولوازم الرعاية	42
204	أولويات الأنشطة في ضوء التجهيزات	43
204	أولويات الأنشطة في ضوء الطلب على المخرجات	44
205-204	أولويات الأنشطة في ضوء قيمة المخرجات	45
205	أولويات الأنشطة في ضوء استمرارية النشاط	46
205	أولويات الأنشطة في ضوء طبيعة العلاج	47
206	الأهمية النسبية للأنشطة	48
207	الأهمية النسبية للأنشطة مع إهمال نشاط التوليد	49
207	الأهمية النسبية للأنشطة مع إهمال نشاط الفرق المتنقلة	50
212	مدخلات ومخرجات نشاط المداومة والاستعدادات	51
213	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط الاستعدادات والمداومة	52
214-213	مدخلات ومخرجات نشاط المداومة والاستعدادات بعد تعديل متغير الوفيات	53
215-214	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط الاستعدادات والمداومة	54
216	التحسينات المطلوبة لنشاط الاستعدادات والمداومة	55

217-216	نتائج الكفاءة والوحدات المرجعية لنشاط الاستجالات والمداومة	56
218	حساب الوفيات المستهدفة لنشاط الاستجالات والمداومة	57
219-218	التحسينات المطلوبة لنشاط الاستجالات والمداومة	58
220-219	مدخلات ومخرجات نشاط الاستشارات والرعاية الأولية	59
221-220	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط المخبر	60
221	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية	61
222	التحسينات المطلوبة لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية	62
223	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية	63
224-223	التحسينات المطلوبة لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية	64
225	مدخلات ومخرجات نشاط التوليد	65
226-225	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات لنشاط التوليد	66
226	مدخلات ومخرجات نشاط التوليد بعد تعديل متغير وفيات حديثي الولادة	67
227-226	مدخلات ومخرجات نشاط التوليد بعد تعديل متغير وفيات حديثي الولادة	68
227	التحسينات المطلوبة لنشاط التوليد	69
228	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التوليد	70
228	حساب الوفيات المستهدفة لنشاط التوليد	71
229	التحسينات المطلوبة لنشاط التوليد	72
230-229	مدخلات ومخرجات نشاط الرعاية الأسنان	73
230	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط المخبر	74
231	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط المخبر	75
233-232	التحسينات المطلوبة لنشاط رعاية الأسنان	76
233	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط رعاية الأسنان	77
234	التحسينات المطلوبة لنشاط رعاية الأسنان	78
235	مدخلات ومخرجات نشاط التصوير الطبي	79
236	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط التصوير الطبي	80

237-236	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التصوير الطبي	81
238-237	التحسينات المطلوبة لنشاط التصوير الطبي	82
239-238	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التصوير الطبي	83
239	التحسينات المطلوبة لنشاط التصوير الطبي	84
240	مدخلات ومخرجات نشاط المخبر	85
241	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط المخبر	86
242-241	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط المخبر	87
243	التحسينات المطلوبة لنشاط المخبر	88
244-243	نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط المخبر	89
244	التحسينات المطلوبة لنشاط المخبر	90
245	التحسينات المطلوبة لنشاط المخبر	91
246	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط الفرق المتنقلة	92
250	الكفاءة الإجمالية وأوزان المدخلات والمخرجات للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية خلال سنة 2014	93
250	الكفاءة الإجمالية والكفاءتين الفرديتين للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية خلال سنة 2014	94
251	الكفاءة الكلية للمجموعة الأولى	95
252	الكفاءة الكلية للمجموعة الثانية	96
252	الكفاءة الكلية للمجموعة الثالثة	97
253-252	الترتيب الشامل للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية	98

## فهرس الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
12	الكفاءة التقنية لمدخلين و مخرج واحد	1
14	الكفاءة التقنية لمخرجين و مدخل واحد	2
15	الكفاءة الاقتصادية	3
20	المؤسسة الصحية كنظام	4
25	كفاءة المؤسسات الصحية	5
46	حدود الكفاءة وفقا لنموذج العوائد الثابتة	6
46	نموذج CCR بتوجه المدخلات	7
47	نموذج CCR بتوجه المخرجات	8
55	حدود الكفاءة وفقا لنموذج العوائد المتغيرة	9
59	نموذج CCR بتوجه المدخلات	10
71	مصفوفة الكفاءة المتقاطعة لـ Doyel و Green	11
77	منحنى الناتج المتساوي	12
87	عملية الإنتاج ذات المرحلتين	13
100	مخطط شبكي بثلاث مراحل	14
108	نظام الإنتاج المتوازي	15
125	منحنى دالة الإنتاج	16
143	مصفوفة القرار متعدد المعايير	17
148	مزايا أسلوب التحليل الهرمي	18
152	الشكل الهرمي العام لأسلوب التحليل الهرمي	19
162	هرمية بأربع مستويات	20
166	هرمية العوائد (المنافع)	21
167	هرمية التكاليف	22
169	هرمية لترتيب المواقع	23
197	هرمية أهمية أنشطة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية	24
215	مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستجالات والمداومة	25
217	مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستجالات والمداومة	26
222	مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية	27

232	مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط رعاية الأسنان	28
237	مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط التصوير الطبي	29
242	مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط المخبر	30

مقدمة

## تمهيد

يعتبر قطاع الصحة قطاعا هاما و استراتيجيا سواء من الناحية الاقتصادية أو الاجتماعية، ومن منطلق أن المواطن هو دعامة المجتمع الأولى و به يرقى و يتطور، حرصت الدولة الجزائرية و منذ فجر الاستقلال على المحافظة على صحته و عملت على ترقيةها من خلال إعداد وضبط منظومة صحية ملائمة، ومن خلال تتبع تطور هذه الأخيرة يلاحظ أن المنظومة قد عملت على فتح الأبواب لكل الجزائريين للاستفادة من الخدمات المقدمة دون تمييز قصد النهوض بالمستوى الصحي لمواطنيها إيماننا منها أن أي تقدم أو نمو يبقى مرهونا بالمحيط الصحي، فبذلت الدولة جهودا جبارة و خصصت أموالا طائلة لاستدراك و معالجة الأوضاع، ونتيجة لذلك أصبحنا من الدول الأكثر استهلاكاً للموارد المالية التي تعدت ما تخصصه الدول المجاورة لنفس القطاع، ولكن بالمقابل ظلت النتائج المحققة دون المرجوة و المسطرة.

فبحسب إحصائيات المنظمة العالمية للصحة لسنة 2014، تخصص الجزائر ما مقداره 7.2% من الناتج الوطني لتمويل نفقاتها الصحية، في حين تخصص لها ليبيا 5%، وتخصص لها تونس 7% ، وتخصص لها المغرب 7%، وقدرت النفقات الصحية للفرد في الجزائر بـ 932 دولار أمريكي، وفي تونس 785 دولار أمريكي، وفي ليبيا 806 دولار أمريكي، وفي المغرب 447 دولار أمريكي. وبالمقابل حققت الجزائر متوسط عمر مأمول أفضل من الدول الشقيقة بحسب إحصائيات المنظمة لسنة 2015، فبلغ متوسط العمر المأمول للذكور 74 سنة وللإناث 78 سنة، وبلغ في تونس 73 سنة للذكور و 78 للإناث، وبلغ في ليبيا 70 سنة للذكور و 76 سنة للإناث، وبلغ في المغرب 73 سنة للذكور و 75 سنة للإناث.

ويعتبر النظام الصحي لأي دولة هو المسؤول عن تقديم الخدمات الصحية المطلوبة للمواطنين، وتختلف هذه الخدمات حسب النظام الصحي القائم بها، فإذا كان النظام الصحي متطور ومميز فإن الخدمة المقدمة في الغالب تكون مميزة ومتطورة وإذا كان غير ذلك فإن الخدمة تكون أقل تطورا وتميزا. ويسعى أي نظام صحي إلى تقديم أربع مستويات من الخدمة بشرط أن تكون بجودة مقبولة، وتتمثل هذه المستويات في الرعاية الصحية الأولية والرعاية الصحية الثانوية والرعاية الصحية التخصصية والرعاية الصحية التأهيلية.

وتعتبر المؤسسات الصحية المكون الرئيسي للأنظمة الصحية، فهي المتكفل الأول بتقديم الخدمات الصحية من خلال استعمال مجموعة من الموارد البشرية و الموارد المالية و الموارد المادية التي يمكن اعتبارها مدخلات العملية الصحية. ومن ثم ينبغي على هذه المؤسسات استغلال مواردها بكفاءة وفاعلية لتلبية احتياجات المستفيدين منها. وتعتبر مؤسسات الصحة العمومية في الجزائر حجر الأساس

للنظام الصحي لكونها تمتلك موارد هائلة ومنتشرة على كامل التراب الوطني، وتقدم خدمات بالمجان أو بمبالغ رمزية بالإضافة إلى تحسن نوعي في خدماتها. وصنف المشرع الجزائري المؤسسات العمومية في خمس مؤسسات وهي: المركز الإستشفائي الجامعي، المؤسسة العمومية، المؤسسة الاستشفائية المتخصصة، المؤسسة العمومية للإستشفائية، المؤسسة العمومية للصحة الجوارية.

تعد المؤسسة العمومية للصحة الجوارية EPSP من المؤسسات المستحدثة طبقا للمرسوم رقم 07/140 المؤرخ في 2007/05/19 والذي يتضمن إنشاء المؤسسات العمومية للإستشفائية والمؤسسات العمومية للصحة الجوارية وتنظيمها. وجاءت كبديل لنظام القطاع الصحي السائد قبل ذلك والذي كان يعاني من جملة من المشاكل. ويسند إلى هذا النوع من المؤسسات مجموعة الأهداف هي: تشخيص المرض، العلاج الجوارية، فحوصات طبية عامة ومتخصصة، الأنشطة المرتبطة بالصحة الإنجابية والتخطيط العائلي، تنفيذ البرامج الوطنية للصحة والسكان، بالإضافة إلى اعتبارها ميدانا للتكوين الطبي والإداري.

### مشكلة الدراسة

من أجل ممارسة نشاطها في ظروف جيدة وتلبية الاحتياجات الصحية لمواطني ولاية معينة، يتاح للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية مجموعة معتبرة من الموارد البشرية والمالية والمادية، ويطلب منها توظيفها بأفضل طريقة من أجل تقديم أقصى ما يمكن من خدمات صحية. وبغية التأكد من الاستغلال الأمثل لهذه الموارد، يتوجب قياس كفاءة كل مؤسسة للوقوف على المستوى الحقيقي لعملية توظيف الموارد، واقتراح التحسينات التي من شأنها أن ترفع من كفاءة المؤسسات غير الكفؤة.

ولقياس مستوى كفاءة استغلال الموارد المتاحة، هناك مجموعة من الأدوات والأساليب الرياضية التي يمكن الاستناد إليها، ولعل من أهمها وأكثرها استخداما، في القياس واقتراح التحسينات، هو أسلوب تحليل مغلف البيانات، الذي يعد نسبيا حديثا، وبعض النماذج منه تعتبر معاصرة، لكون الأبحاث فيه لازالت مستمرة. وبحسب دراسة Liu وزملائه 2013 يعتبر قطاع الرعاية الصحية ثاني مجال يستخدم فيه بعد القطاع البنكي.

ولتقييم الكفاءة على مستوى المؤسسة العمومية للصحة الجوارية ككل بدل من تقييمها على مستوى أقسامها أو أنشطتها التي تمارسها، يطرح مجموعة من الإشكالات التي تحد من فعالية أسلوب تحليل مغلف البيانات. أولا: يعد عدد مدخلات ومخرجات المؤسسة ككل كبير مقارنة بعدد المؤسسات، وهذا ما يفقد الأسلوب القدرة على تمييز الكفاءة بين الوحدات، بمعنى آخر يمكن أن تظهر كل المؤسسات كفؤة تماما والواقع غير ذلك. ثانيا: يحدث ربط بين مخرجات قسم أو نشاط معين بمدخلات قسم أو أقسام أخرى، وهذا يتنافى مع أحد افتراضات الأسلوب. ثالثا: لا تقتضي كل الأقسام أو الأنشطة

استخدام النموذج نفسه، فتملك بعض منها مدخلات ومخرجات ذات خصوصية معينة، وهذا يتطلب النموذج المناسب لها، كما أن بعض الأقسام أو الأنشطة يمكن تجزئتها إلى مراحل وبالتالي فهي بحاجة إلى نموذج يناسب خصوصيتها أيضا. إذا تفرض كل هذه الصعوبات على المسؤولين تقييم كفاءة الأقسام أو الأنشطة على حدة بدلا من التقييم على مستوى المؤسسة ككل. في ظل هذا الحل يبرز إشكال آخر يتمثل في كيفية حساب الكفاءة الإجمالية لكل مؤسسة وخاصة في ظل اختلاف استهلاكات كل قسم أو نشاط داخل المؤسسة الواحدة من المدخلات وكذا الاختلاف في المخرجات، بمعنى آخر أن الأهمية التي تكتسبها الأقسام أو الأنشطة بالنسبة للمؤسسة تختلف باختلاف المعيار.

مما سبق تتبلور مشكلة البحث في السؤال الرئيسي التالي:

" ما مستوى كفاءة الأنشطة الصحية التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة؟ وكيف يمكن استخدامها لتطوير مؤشر الكفاءة الكلية لكل مؤسسة وفقا لنتائج أسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي؟ "

يقود السؤال الرئيسي إلى طرح مجموعة من الأسئلة الجزئية، يمكن صياغتها على هذا النحو:

- ما هي الأنشطة الكفؤة والأنشطة غير كفؤة لكل مؤسسة من وجهة تخفيض الموارد؟ وما هي التحسينات المطلوبة؟
- ما هي الأنشطة الكفؤة والأنشطة غير كفؤة لكل مؤسسة من وجهة تعظيم الخدمات الصحية المنجزة؟ وما هي التحسينات المطلوبة؟
- ما هي الأهمية النسبية التي يكتسبها كل نشاط؟
- ما هي المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة ذات أفضل كفاءة إجمالية؟

### أهمية الدراسة

تستمد هذه الدراسة أهميتها من مجموعة من النقاط:

- أهمية القطاع الصحي باعتباره المسؤول الأول على تقديم الخدمات الصحية للمواطنين والنهوض بالمستوى الصحي لهم، وباعتباره أيضا احد الدعائم الرئيسية لتحقيق التنمية الشاملة في المجتمع.
- يعد قطاع الصحة في الجزائر من القطاعات التي تستهلك موارد مالية جد معتبرة، حيث خصص لهذا القطاع سنة 2014 ما نسبة 7.2% من الناتج القومي، لهذا الغرض، يجب أن يكرس له اهتمام بالغ من أجل الارتقاء به إلى المستويات العالية.

- تقييم كفاءة المؤسسات الصحية من اجل الوقوف على مواطن الخلل من اجل تحديد المستويات المطلوبة من المدخلات والمخرجات، وهذا يعود عليها باستهلاك اقل للموارد أو إنتاج اكبر للخدمات الصحية.

- استخدام نموذجين حديثين نسبيا، الأول يسمى بتحليل مغلف البيانات ويهدف إلى قياس الكفاءة واقتراح التحسينات المطلوبة من كل مؤسسة صحية غير كفؤة وذلك من خلال القياس المقارن الذي أسس عليه النموذج، والثاني يسمى بعملية التحليل الهرمي ويساعد المسيرين على اتخاذ قرارات صائبة.

### أهداف الدراسة

يتمثل الهدف الرئيسي لهذه الدراسة في قياس كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة واقتراح مجموعة التحسينات المطلوبة من كل مؤسسة غير كفؤة للارتقاء بكفاءتها إلى المستويات الجيدة وتجعل منها مؤسسات كفؤة. ويمكن تفصيل هذا الهدف إلى الأهداف الفرعية التالية:

- استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات لتحديد الأنشطة ذات الكفاءة التامة وفقا لتقديم أكبر كمية من المخرجات باستخدام المتاح من المدخلات.

- استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات لتحديد الأنشطة ذات الكفاءة التامة وفقا لاستخدام أقل قدر ممكن من المدخلات في تقديم قدر معين من المخرجات.

- استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات لتحديد الأنشطة التي لم تحقق الكفاءة التامة ومعرفة الأسباب الكامنة خلف ذلك.

- استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات لاقتراح التحسينات المطلوبة المتعلقة بالكمية التي يجب تخفيضها من المدخلات أو التي يجب زيادتها من مخرجات الأنشطة التي لم تحقق الكفاءة التامة حتى تحقق الكفاءة المطلوبة.

- استخدام أسلوب عملية التحليل الهرمي لتقدير الأهمية النسبية لكل نشاط في ضوء تعدد المعايير.

- إدماج أسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي لتحديد الكفاءة الكلية لكل مؤسسة صحية وتطوير ترتيب شامل لهم.

## منهجية الدراسة

من أجل الإحاطة بجوانب الموضوع والإجابة عن الإشكالية المطروحة، سيتم الاعتماد على مراجعة مجموعة معتبرة من الأدبيات المتخصصة من أجل بناء نظري متماسك يخص الجزء النظري، وبالخصوص فيما يتعلق بأدبيات أسلوب تحليل مغلف البيانات و عملية التحليل الهرمي. وللقيام بالجانب التطبيقي، سيعتمد على أسلوبين كميين، الأول أسلوب تحليل مغلف البيانات ويدخل في دائرة النماذج الأكيدة واللامعلمية والثاني أسلوب عملية التحليل الهرمي وهو نموذج قياسي يعنى باشتقاق الأولويات المهيمنة.

## حدود الدراسة

تنصب الدراسة من حيث الحدود المكانية على قياس وتحسين كفاءة عشرة مؤسسات عمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة. وتم اختيار هذه المؤسسات بدلا من المؤسسات العمومية الاستشفائية، لأنها أكثر تجانسا من حيث الأنشطة التي تمارسها هذا من جهة، وإلى عددها الأكبر من جهة أخرى. أما فيما يخص الحدود الزمنية، فالدراسة متعلقة بدراسة كفاءة هذه المؤسسات خلال سنة 2014. وتستقي الدراسة التطبيقية بياناتها من منشور أعدته مديرية الصحة لولاية باتنة سنة 2015 بعنوان *Monographie de santé Batna 2014*، بالإضافة إلى المقابلات مع بعض المسؤولين على مستوى المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

## مبررات اختيار الموضوع

هناك مجموعة من المبررات التي دفعت إلى اختيار هذا الموضوع، ومن بينها:

- أهمية وحيوية قطاع الصحة بالنسبة للاقتصاد الوطني.
- التعرف أكثر على أسلوبين كميين حديثين، ومحاولة تطبيقهما.
- محاولة إعطاء فكرة عن تطبيق الطرق الكمية الحديثة في المؤسسات العمومية الصحية.
- تماشى الموضوع مع التخصص.

## الدراسات السابقة

بعد مراجعة مجموعة من الأبحاث المرتبطة بموضوع الدراسة، تبين أنه يمكن تصنيفها إلى مجموعتين، الأولى درست كفاءة المؤسسات الصحية باستخدام نموذج تحليل مغلف البيانات وهي

غزيرة، والثانية درست الكفاءة باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي دون تطبيقها على القطاع الصحي وعددها محدود جدا.

### 1- الدراسات التي تناولت كفاءة المؤسسات الصحية باستخدام نموذج تحليل مغلف البيانات

دراسة **Nunamaker R.** سنة 1983 تحت عنوان: " **Measuring Routine Nursing Service Efficiency: A Comparison of Cost Per Patient Day and Data Envelopment Analysis Models** ."

تعود أول دراسة نشرت حول تطبيق تحليل مغلف البيانات في المجال الصحي إلى Nunamaker R. سنة 1983 التي هدفت إلى توضيح كيفية استخدام نموذج تحليل مغلف البيانات في قياس كفاءة الخدمة التمريضية الروتينية في مجموعة من مستشفيات Wisconsin. لقياس كفاءة هذه الخدمات تم الاعتماد على مجموعة من المستشفيات قدرت بـ 16 مستشفى لا يهدف إلى الربح، وتمثلت المدخلات في مدخل وحيد وهو مجموع تكاليف المرضى الداخليين وتمثلت المخرجات في: مجموع أيام المراجعين (المرضى) من الأطفال والمسنين، مجموع أيام التوليد، مجموع أيام المراجعين الآخرين. ومن خلال الدراسة تم مقارنة نتائج الكفاءة المتوصل إليها بالنموذج مع نتائج أسلوب ثاني يتمثل في حساب تكلفة المرضى الداخليين لليوم الواحد خلال سنتي 1978 و 1979. نتائج الأسلوبين كانت مختلفتين، كما بينت الدراسة أن نتائج الكفاءة وفقا لأسلوب تحليل مغلف البيانات تتباين بتغير المدخلات والمخرجات في حين نتائج الأسلوب الآخر تبقى ثابتة. كذلك أكثر من 60% من المستشفيات كانت غير كفؤة خلال سنتي 1978 و 1979.

دراسة **Sherman David** سنة 1984 بعنوان " **Hospital Efficiency Measurement and Evaluation: Empirical Test of a New Technique** ."

ويعتبره البعض على انه السباق إلى تطبيق أسلوب تحليل مغلف البيانات في المجال الصحي باعتباره بدأ بحثه سنة 1981 ولم ينشر حتى 1984. من خلال بحثه عرض أسلوبين آخرين يمكن استخدامهما في عملية قياس الأداء المقارن وهما أسلوب تحليل النسبة و تقنيات الانحدار القياسية بجانب أسلوب تحليل مغلف البيانات. عينة المؤسسات الصحية المدروسة هي مجموعة من المستشفيات التعليمية المتواجدة بمنطقة Massachusetts وعددها سبعة مستشفيات ببيانات الدراسة من أصل تسعة. وركزت الدراسة على نشاط الجراحة الطبية من اجل دراسته بشكل وافي من جهة ومن جهة أخرى لان تكاليف هذا النشاط هي الأعلى في المستشفيات. تمثلت مدخلات الدراسة في الوقت الكلي للطواقم المساعد و القيمة النقدية للوازم والخدمات المستخدمة و عدد الأيام المتاحة على الأسرة، وكانت المخرجات عبارة عن أيام المرضى اكبر من 65 سنة وأيام المرضى أقل من 65 سنة و المتدربين من

المرضى والمتدربين من الأطباء. بينت الدراسة أن تحليل مغلف البيانات يتفوق على الأسلوبين الآخرين في تحليل الكفاءة وتوصلت الدراسة إلى أنه يمكن استخدامهما كمكملين لها.

**دراسة Huang و McLaughlin سنة 1989 تحت عنوان " Relative efficiency in rural primary health care: an application of data envelopment analysis "**

تناولت الدراسة الكفاءة التقنية لبرامج الرعاية الصحية الأولية في المناطق الريفية بالولايات المتحدة الأمريكية ما بين 1978 و 1982. عدد البرامج التي خضعت للتقييم هو 77 برنامجاً، المدخلات التي تم اعتمادها هي الدوام الكامل للأطباء و الدوام الكامل للمرضى والدوام الكامل لتقنيي الصحة والدوام الكامل للإداريين والدوام الكلي لممارسي الصحة الجدد (أطباء وممرضين)، أما المخرجات فكانت ممثلة في تدخلات الأطباء وتدخلات الممارسين الجدد وتدخلات الممرضين. بالإضافة إلى ذلك اعتمد الباحثين على متغيرات لا يمكن التحكم فيها تمثلت مخرج واحد وثلاث مدخلات. بتطبيق النموذج تبين أن هناك 29 برنامج تحصل على مؤشر كفاءة يساوي إلى الواحد وبالتالي هي كفوة و 13 حققوا نتيجة نقل عن الواحد وبالتالي غير كفوة، و 35 برنامج المتبقي يعتبر كفؤ لذاته لأن كل وحدة منه خضعت للمقارنة الذاتية ويعود السبب في ذلك إلى عدم تجانسها من جهة وإلى أبعاد النموذج (عدد المدخلات والمخرجات) من جهة أخرى.

**دراسة Hollingsworth و Parkin سنة 1995 بعنوان: " The efficiency of Scottish acute hospitals: An application of data envelopment analysis "**

من خلال هذه الدراسة حاول الباحثين دراسة كفاءة 75 مستشفى متخصص بالمملكة المتحدة للسنة المالية 1992-1993، مستعملين 5 مدخلات و 6 مخرجات. تمثلت المدخلات في الأدوية والنفقات الرأسمالية والطاقت الطبي وطاقم الممرضين وباقي الموظفين، وتمثلت المخرجات في أيام مكوث مرضى قسم الطب العام وأيام مكوث مرضى قسم العمليات الجراحية وعدد المراجعين لقسم الطوارئ والحوادث وأيام مكوث مرضى قسم أمراض النساء والتوليد وعدد أيام مكوث مرضى الأقسام الأخرى وعدد المرتجعين الخارجيين. بتطبيق نموذج تحليل مغلف البيانات لعوائد الحجم الثابتة، وجد أن 28 مستشفى فقط من أصل 75 مستشفى قد حقق كفاءة تامة.

**دراسة Helmig و Lapsley سنة 2001 بعنوان: " On the efficiency of public, welfare and private hospitals in Germany over time: a sectoral data envelopment analysis study "**

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة ثلاثة مجموعات من المستشفيات الألمانية خلال الفترة الممتدة بين 1992 و 1996، ثم مقارنة نسب الكفاءة فيما بينهم. المستشفيات المعنية هي المستشفيات العمومية

والمستشفيات الخيرية والمستشفيات الخاصة، تعتبر الأوليتين غير ربحيتين وفي المقابل الأخيرة تهدف إلى الربح. حددت مدخلات الدراسة في عدد الأسرة و المصاريف المرتبطة بالأطباء والمرضى والمساعدين (طاقم الطبي والفني)، أما المخرجات فعبر عنها بعدد الحالات المعالجة و عدد المتعلمين أو المتكويين. توصلت الدراسة إلى أن كفاءة المؤسسات الخاصة أقل من نظيرتها في المؤسسات العامة والمؤسسات الخيرية، ومنه فان المؤسسات التي لا تهدف إلى الربح تنشط أفضل من تلك التي تهدف إليه. وأرجع الباحثين السبب إلى القيم التي يأخذها مخرج المتعلمين والمتكويين، فهي جد ضئيلة في المؤسسات الخاصة، عكس المؤسسات العامة والمؤسسات الخيرية التي تعان مكان خصب لتكويين المتعلمين وتدريبهم.

**دراسة Dash وآخرون سنة 2007 تحت عنوان: " Benchmarking the Performance of Public Hospitals in Tamil Nadu: An Application of Data Envelopment Analysis "**

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة مجموعة من مستشفيات إحدى المناطق المتواجدة بتاميل نادو Tamil Nadu وكان عددها 29 مؤسسة استشفائية. تجسدت المدخلات المستعملة لغرض دراسة الكفاءة في عدد مساعدي الجراحين وعدد الجراحين وعدد المرضى وعدد الأسرة المتاح لكل مؤسسة. أما المخرجات فكانت ممثلة في عدد المرضى الداخليين وعدد المرضى الخارجيين وعدد العمليات الجراحية المنجزة وعدد الولادات. تم استعمال نموذج تحليل مغلف البيانات بتوجه المدخلات وبعوائد حجم متغيرة، وبينت النتائج أن ثمانية مستشفيات من أصل 27 نشطت بمستوى كفاءة تام، أما البقية فكانت دون ذلك وهي بحاجة إلى القيام بالتحسينات.

**دراسة Felix Masiye سنة 2007 بعنوان: " Investigating health system performance: An application of data envelopment analysis to Zambian hospitals "**

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم أداء النظام الصحي لزيمبيا، ومن اجل ذلك تم تطبيق نموذج تحليل مغلف البيانات على بيانات 30 مستشفى متواجد بالمنطقة، منها 18 مستشفى حكومي و 8 مستشفيات خيرية و 4 مستشفيات خاصة. تختص هذه المؤسسات بالرعاية الصحية الأولية والثانوية. النتائج المتوصل إليها هي: ينشط الثلاثون مستشفى عند مستوى كفاءة 67%، ما يفسر ضياع وإهدار 33% من الموارد، هناك 40% فقط من المؤسسات تعتبر كفؤة، ومصدر اللاكفاءة الرئيسي هو حجم المؤسسات، والمصدر الثانوي هو ازدحام المدخلات.

دراسة Shahhoseini وآخرون سنة 2011 تحت عنوان: " Efficiency measurement in developing countries: application of data envelopment analysis for Iranian hospitals ."

هدفت هذه الدراسة إلى توضيح أهمية استخدام نموذج تحليل مغلف البيانات والاعتماد عليه في قياس كفاءة مجموعة من المستشفيات الإيرانية بدلا من الاعتماد على مؤشرات النسبة. تمحورت الدراسة حول 12 مستشفى، منها الخاص ومنها العمومي، بيانات الدراسة الخاصة بها كانت فقط لسته أشهر من سنة 2008. لتطبيق النموذج تم اعتماد عدد الاطباء وعدد المرضى وعدد المهنيين الآخرين وعدد الأسرة المتاحة كمدخلات لنشاط المستشفيات، وعدد أيام اشتغال الأسرة ومتوسط مدة الإقامة ومعدل إشغال الأسرة وعدد الزيارات الخارجية وعدد العمليات كمخرجات. توصلت الدراسة إلى أن متوسط الكفاءة التي تشتغل به هذه المستشفيات هو 78.5%، وفقا لهذا الأداء، فهي مطالبة بتخفيض 21.5% من مدخلاتها دون المساس بحجم المخرجات المنجز.

دراسة قريشي و عرابة سنة 2012 بعنوان: " قياس كفاءة الخدمات الصحية في المستشفيات الجزائرية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA): دراسة تطبيقية لعينة من المستشفيات لسنة 2011 ."

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة الخدمات الصحية المقدمة من طرف المستشفيات الجزائرية، وذلك من خلال قياس الكفاءة النسبية لمجموعة من مستشفيات الشرق الجزائري، باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات. تتشكل عينة الدراسة من 10 مستشفيات تقع في مناطق الشرق الجزائري، منها 4 مستشفيات عامة، والأخرى 6 مستشفيات خاصة. أما بالنسبة لمدخلات ومخرجات الدراسة، فقد تم استخدام مدخلتين هما: عدد الأطباء وعدد المرضى، واستخدام مخرجتين هما: عدد المرضى الداخليين وعدد المرضى الخارجيين وذلك لبيانات سنة 2011. تم تطبيق النموذجين (CCR) الذي يستند إلى فرضية ثبات غلة الحجم و (BCC) الذي يستند إلى فرضية تغير غلة الحجم، في الاتجاهين الإدخالي والإخراجي، وتم التركيز على التوجيه الإدخالي في تحليل ومحاولة تفسير النتائج لأنه يتناسب وأهداف المؤسسات الصحية. وبالاعتماد على نموذج ثبات غلة الحجم، وجد أن 3 مستشفيات فقط تشتغل بكفاءة تامة من أصل 10 مستشفيات، وكذلك كفاءة المستشفيات الخاصة أعلى من كفاءة المستشفيات العامة.

دراسة Varabyova و Schreyögg سنة 2013 تحت عنوان: " International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: Panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches ."

ورمت الدراسة إلى مقارنة الكفاءة التقنية لقطاع المستشفيات بين مختلف دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) باستخدام نوعين من النماذج، الأول لامعلمي ممثلاً في تحليل مغلف البيانات والثاني معلمي ممثلاً في تحليل الحدود العشوائي، فترة الدراسة تمتد من 2000 حتى 2009. اعتمدت الدراسة كمدخلات لها إجمالي عدد الأسرة وإجمالي عدد الموظفين وعدد الأطباء وعدد الممرضين، أما المخرجات فتجسدت في عدد الوافدين و مؤشر الوفيات (1- معدل الوفيات داخل المستشفى). وبتطبيق أسلوب تحليل مغلف البيانات بخطوتين (two-step DEA) و أسلوب تحليل الحدود العشوائي على بيانات دول المنظمة بينت الدراسة أن الدول التي تمتلك إنفاق صحي عالي للفرد هي التي تميل إلى امتلاك مستويات عالية من الكفاءة التقنية. أما مصدر تمويل النفقات سواء كان خاص أو عام، فذلك لا يؤثر على الكفاءة التقنية. أما قطاعات البلدان التي تتسم بعدم المساواة في الدخل و متوسط مدة مكوث بالمستشفى طويل فهي أقل كفاءة.

دراسة منصور عبد الكريم سنة 2014: وتتمثل في رسالة دكتوراه والموسومة " قياس كفاءة النسبية ومحدداتها للأنظمة الصحية باستخدام تحليل مغلف البيانات (DEA) للبلدان المتوسطة والمرتفعة الدخل -نموذجة قياسية -".

هدفت هذه الدراسة إلى قياس الكفاءة النسبية لـ 131 نظام صحي تخص بلدان الدخل المتوسط والمرتفع و ذلك باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات على خطوتين : حيث تتمثل الخطوة الأولى في قياس مؤشرات الكفاءة بنموذج مغلف البيانات، بينما تعنى الخطوة الثانية باستخدام انحدار Tobit من أجل تفسير مؤشرات الكفاءة بمتغيرات هيكلية تخص النظام الصحي، ومتغيرات أخرى ذات طبيعة اجتماعية و ديموغرافية و اقتصادية تحيط بالنظام الصحي وتلعب دور المتغيرات غير المتحكم فيها. بينت الدراسة أن العينة المدروسة متقاربة جداً في طريقة استخدام الموارد الصحية وتباعد ملحوظ في كيفية اختيار الموارد الصحية، وبينت الدراسة أيضاً أن الدول التي تنفق أكثر على القطاع الصحي تمتاز أنظمتها الصحية بالكفاءة.

دراسة Deidda وآخرون سنة 2014 بعنوان: " Using Data Envelopment Analysis to Analyse the Efficiency of Primary Care Units ."

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة مجموعة من مراكز الرعاية الصحية الأولية المتواجدة بإقليم ألباسك بإسبانيا وذلك عن طريق نموذج تحليل مغلف البيانات ذو الأربعة خطوات، فترة الدراسة هي

سنة 2009. وقسمت منطقة ألباسك إلى سبع مناطق صحية بحيث كل منطقة لها مجموعة من مراكز الرعاية الصحية الأولية، العدد الكلي للمراكز هو 130 مركز. وتحليل كفاءة المراكز تم الاعتماد على 3 مدخلات وتمثلت في عدد الأطباء وعدد الممرضين وعدد الوصفات، و3 مخرجات ممثلة بعدد استشارات الأطباء وبعدد استشارات الممرضين ومتوسط عدد النقاط لكل مريض، وعاملين خارجيين لا يمكن التحكم فيهما وهما مؤشر الوفيات والنسبة المئوية للمرضى اكبر من 65 سنة. مع العلم أن كل هذه المتغيرات قد تعديلهما بمجموع السكان من اجل تفادي عدم التجانس. توصلت الدراسة إلى أن يجب على المسيرين الأخذ بعين الاعتبار العوامل الخارجية (مؤشر الوفيات، المسنين) عند دراسة كفاءة المراكز وذلك من اجل تفادي التحيز.

**دراسة Cordero وآخرون سنة 2015 تحت عنوان: " Efficiency assessment of primary care providers: A conditional nonparametric approach "**

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة مجموعة من مراكز الرعاية الصحية الأولية المتواجدة بإقليم ألباسك بإسبانيا وذلك عن طريق نموذج تحليل مغلف البيانات يأخذ بعين الاعتبار العوامل غير المتحكم فيها (عوامل المحيط) من جهة والعوامل غير مرغوبة من جهة أخرى. وتسمح أيضا هذه الدراسة باستخدام الاستدلال الإحصائي من اجل معرفة تأثير عوامل المحيط في كفاءة المراكز الصحية. وتمثلت المدخلات في عدد الأطباء لكل 10000 نسمة و عدد الممرضين لكل 10000 نسمة و عدد الوصفات لكل 10000 نسمة، أما المخرجات فتمثلت في مخرج وحيد هو: معدل استشفاء حالات الإسعافات المنتقلة. توصلت الدراسة إلى أن عوامل المحيط التي هي بمثابة مدخلات غير متحكم فيها تؤثر سلبا على أداء مراكز الرعاية الصحية الأولية.

**2- الدراسات التي تناولت الكفاءة باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي**

**دراسة Jyoti سنة 2008 تحت عنوان: " Evaluating performance of national R&D organizations using integrated DEA-AHP technique "**

من منطلق مفاده أن أسلوب تحليل مغلف البيانات عند استخدامه في تقييم كفاءة مؤسسة معينة لا يراعي سوى كمية المخرجات، ويغفل عامل مهم وهو جودة المخرجات. هذا العامل مهم جدا عند تقييم الكفاءة والأداء في أي مؤسسة، ولإدراج هذا العامل عند تقييم الأداء، اقترح الباحث إدماج أسلوب تحليل مغلف البيانات وأسلوب التحليل الهرمي للوصول إلى تقنية تسمح بتخطي الإشكال وتم تطبيقها على مجموعة من مؤسسات البحث والتنمية بالهند، وتمثلت خطوات المنهجية المقترحة كالآتي:

- تحديد المخرجات ذات العلاقة بالمؤسسة من خلال مناقشة الخبراء والاستفادة أيضا من الأبحاث السابقة.
  - تحديد الأولوية أو الوزن النسبي لكل مخرج باستعمال عملية التحليل الهرمي.
  - حساب النتيجة النسبية لكل مدخل ولكل مخرج.
  - حساب النتائج النسبية للمخرجات الموزونة (المرجحة) الخاصة بكل مؤسسة.
  - تقييم الأداء عن طريق تطبيق تحليل مغلف البيانات على النتائج النسبية للمخرجات الموزونة والنتائج النسبية للمدخلات.
  - تحديد المؤسسات المرجعية والمؤسسات غير الكفؤة.
- النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق هذه التقنية هي أكثر عادلة ومفيدة لاستخلاص معلومات حول أداء مختلف المؤسسات، وتعطي نتائج جد واقعية يمكن الاعتماد عليها لاتخاذ قرارات تحسينية.

دراسة Sueyoshi سنة 2009 وعنوانت الدراسة بـ: " A decision support framework for internal audit prioritization in a rental car company: A combined use between DEA and AHP ."

يسمح النموذج المقترح بإدراج عدد كبير من المتغيرات الكمية والنوعية مقارنة باستخدام كل نموذج لوحده. والهدف من الدراسة هو تحديد مؤسسات الأعمال التي هي بحاجة إلى تدقيق ومراقبة.

دراسة Lai وآخرون سنة 2015 بعنوان: " Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique ."

وهدفتم هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة مجموعة من المطارات على المستوى الدولي خلال سنة 2010، وكان عددها 24 مطارا. منطلق الدراسة كان حول الوزن الحقيقي للمدخلات والمخرجات، وأوضح الباحث أن أسلوب تحليل مغلف البيانات يعطي نفس الأهمية للمدخلات ونفس الأهمية للمخرجات، وفي الواقع هناك اختلاف في أوزانهم، ولمعالجة هذا المشكل حيث يجب الأخذ في الحسبان الأوزان أو الأهمية النسبية للمتغيرات، اقترح الاعتماد على إحدى طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير لتحديدها وهي عملية التحليل الهرمي (AHP) ودمجها مع أسلوب تحليل مغلف البيانات.

يعمل النموذج المقترح أولا على تحديد الأوزان باستخدام عملية التحليل الهرمي، ثم تستعمل النتائج المتوصل إليها في تطوير النموذج المدمج (AHP/DEA-AR). وتتمثل خطوات النموذج في:

1- تجسدت الخطوة الأولى في البحث عن أوزان المدخلات وأوزان المخرجات باستخدام عملية التحليل الهرمي. ومن أجل ذلك تم تطوير نموذجين، الأول يخص 6 مدخلات وهي: عدد

المستخدمين، عدد البوابات، عدد مدرجات الإقلاع والهبوط، حجم منطقة المحطة، طول مدرجات الإقلاع والهبوط، مصاريف التشغيل. والثاني يخص 4 مخرجات وهي: عدد المسافرين، الكميات المشحونة، عدد مرات هبوط وإقلاع الطائرات، إجمالي المدخلات. للحصول على البيانات اللازمة تم إرسال 35 استبيان للخبراء والأكاديميين تم استرجاع منهم 25 وتم قبول 22 استبينا فقط. في النهاية تم الحصول على مجموعة من الأوزان الخاصة بالمدخلات والمخرجات.

2- بعد الحصول على مختلف الأوزان، تم إدماجها في نموذج تحليل مغلف البيانات من خلال استخدامها كحدود قصوى وحدود دنيا لمختلف قيود الأوزان.

توصلت الدراسة إلى أن النموذج المقترح (AHP/DEA-AR) أفضل من النموذج التقليدي (DEA-AR) من حيث التمييز بين كفاءة مختلف المطارات ويمد المسؤولين معلومات مفيدة لاتخاذ القرارات.

دراسة LI وآخرون سنة 2016 بعنوان: " Evaluating transit operator efficiency: An enhanced DEA model with constrained fuzzy-AHP cones ."

هدفت الدراسة إلى اقتراح استخدام عملية التحليل الهرمي الضبابية إلى جانب تحليل مغلف البيانات كنموذج فعال لتقييم الكفاءة، وطبق لتقييم كفاءة سبع مؤسسات للنقل بالحافلات تنشط في مدينة Nanjing الصينية خلال فترتي 2009 و 2010. تستعمل هذه المؤسسات تكلفة الوقود وتكلفة العمالة ومصاريف الإهلاكات ومصاريف أخرى كمدخلات، وعدد الرحلات وعدد الكيلومترات ومؤشر الرضا كمخرجات. استعمل الباحث في البادئ عملية التحليل الهرمي الضبابية لإيجاد أهمية المدخلات وأهمية المخرجات، ومن بعد ذلك استخدام هذه الأوزان لتشكيل قيود إضافية تدرج في نموذج تحليل مغلف البيانات، وفي الأخير مقارنة نتائج الطريقة المقترحة بنتائج النموذج التقليدي. توصلت الدراسة أن النموذج المقترح يتميز بدرجة عالية للتمييز بين كفاءة المؤسسات ويعطي ترتيب أفضل مقارنة بالنموذج التقليدي.

#### موقع الدراسة الحالية من الدراسات السابقة

بعد الاطلاع على مجموعة من الأبحاث والدراسات ذات الصلة بموضوع بحثنا، تبين أنها تتشارك معها في مجموعة من النقاط المتمثلة في كفاءة المؤسسات الصحية وأسلوب تحليل مغلف البيانات هذا من جهة أو الكفاءة (غير المجال الصحي) وأسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي من جهة أخرى. وما يميز هذه الدراسة عن سابقتها يمكن حصرها في النقاط التالية:

- الدراسات التي تناولت الكفاءة وأسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي تم تطبيقها على قطاعات محدودة (غير المجال الصحي)، أما هذه الدراسة فطبقت الأسلوبين على

القطاع الصحي المعروف بكثرة مخرجاته، وفضلا عن ذلك تم تطبيق الأسلوبين بمنهجية مغايرة لسابقتها.

- تناولت هذه الدراسة قياس الكفاءة على مستوى كل أقسام المؤسسة الصحية، في حين الدراسات السابقة تعتمد على قسم واحد فقط أو تدرس الكفاءة على مستوى المؤسسة ككل.
- باعتماد هذه الدراسة على قياس الكفاءة على مستوى كل أقسام المؤسسة الصحية، سمحت بتطبيق مجموعة من نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات كنموذج المرحلتين ونموذج عوائد الحجم الثابتة ونموذج العوامل غير المرغوبة. في حين الدراسات السابقة بتركيزها على قسم واحد أو المؤسسة كل، يؤدي ذلك للاقتصار على نموذج واحد فقط.

### هيكل الدراسة

من أجل الإلمام بأهم جوانب موضوع الدراسة، تم تقسيم الدراسة إلى ستة فصول حيث الأربعة الأولى تغطي الجانب النظري والفصلين الأخيرين يغطيان الجانب التطبيقي، بالإضافة إلى مقدمة وخاتمة. خصص الجانب النظري للإحاطة بكفاءة المؤسسات الصحية وأسلوب تحليل مغلف البيانات وأسلوب عملية التحليل الهرمي، وخصص الجانب التطبيقي لعرض الأهمية النسبية للأنشطة التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية ثم تحديد كفاءة الأنشطة وكفاءة المؤسسات.

يتناول الفصل الأول مدخلا للإحاطة بكفاءة المؤسسات الصحية، بالإشارة إلى مفهوم الكفاءة وعلاقتها بالإنتاجية ويليها بعض تصنيفات الكفاءة، ثم التعرض للمؤسسات الصحية وكفاءتها، وأهم الطرق المستعملة في قياسها.

ويخصص الفصل الثاني لعرض النماذج الأساسية لتحليل مغلف البيانات، بدءا من تقديم ماهية الأسلوب والركائز المبني عليها ومزاياه المختلفة في حقل الإدارة وصيغته الرياضية، ثم عرض نمذجي عوائد الحجم الثابتة وعوائد الحجم المتغيرة والنموذج التجميعي والنموذج المضاعف ونموذج المتغيرات غير المتحكم فيها ونموذج المتغيرات التصنيفية، وبعدها تم التطرق إلى نماذج الكفاءة الممتازة والكفاءة المتقاطعة.

يقدم الفصل الثالث مجموعة من نماذج تحليل مغلف البيانات المتقدمة، بعضها حديث والبعض الآخر معاصر، وتهدف عموما إلى تجاوز بعض النقائص التي تعترى النماذج التقليدية. ويستهل هذا الفصل بعرض نماذج المرحلتين والتي تضم مجموعة معتبرة من النماذج، ويليه عرض النماذج التي تعالج البيانات النوعية، ويختتم بعرض النماذج التي تدرس حالة الازدحام والنماذج التي تعنى بالعوامل غير المرغوب فيها.

يتناول الفصل الرابع أسلوب عملية التحليل الهرمي، مستعرضاً في بادئ الأمر اتخاذ القرار متعدد المعايير ومفهوم عملية التحليل الهرمي ومسلّماتها وخصائصها مزاياها والأشكال الهرمية التي يمكن أن يأخذها، ثم يشرح خطواته الرئيسية التي تبدأ بهيكل المشكلة وتنتهي بتطوير الأولويات الكلية، وفي الأخير يستعرض أهم استخدامات وتطبيقات عملية التحليل الهرمي.

يوضح الفصل الخامس كلا من القطاع الصحي لولاية باتنة والمؤسسات العمومية للصحة الجوارية، ثم كيفية تطبيق عملية تحليل الهرمي من أجل تحديد الأهمية النسبية لكل نشاط تمارسه المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

ويخصص الفصل السادس لدراسة كفاءة مختلف الأنشطة التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية والتحسينات المطلوبة منها، باستخدام مجموعة من نماذج تحليل مغلف البيانات المناسبة، ثم تطوير مؤشر الكفاءة الكلية لمختلف المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

## الفصل الأول:

مدخل إلى كفاءة المؤسسات الصحية

### الفصل الأول: مدخل إلى كفاءة المؤسسات الصحية

#### تمهيد

لكفاءة المؤسسات أهمية حاسمة بالنسبة لاقتصاد أي دولة. إذ تعتبر دليلاً على استعمال واستغلال الموارد بشكل عقلاني وجيد يسمح لها بتحقيق أقصى إنتاج ممكن من الموارد المستهلكة. وقد استعمل هذا المصطلح في العديد من المناسبات ليحل محل الإنتاجية أو العكس. ولكن في الأصل لكل واحد منهما مدلوله الخاص.

يعد موضوع قياس الكفاءة وتحسينها من الانشغالات الهامة لكل مسير، فهو دائماً يبحث عن الأداة التي تسمح له بالقياس الصحيح من أجل الوقوف على الوضعية الحقيقية لأداء مؤسسته، ومن ثمة القيام بالعمل المناسب من أجل التحسين أو الحفاظ على المستوى المحقق.

وفي الوقت الراهن المؤسسات العمومية بحاجة ماسة للاهتمام بها ومحاولة ترشيدها، نظراً لما تملكه من موارد بشرية ووسائل مادية ولما يخصص لها أيضاً من اعتمادات لمباشرة نشاطها.

والمؤسسات الصحية واحدة من المؤسسات التي تتطلب دراسة واهتمام من قبل الباحثين والممارسين على حد سواء. وتفرض على مسيرها اللجوء إلى مختلف الأساليب الحديثة لإدارتها والارتقاء بمستوى أدائها إلى مستويات جيدة.

من خلال هذا الفصل، سيتم التطرق إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: الكفاءة والإنتاجية

المبحث الثاني: تصنيفات الكفاءة

المبحث الثالث: ماهية كفاءة المؤسسات الصحية

### المبحث الأول: الكفاءة والإنتاجية

سننتقل إلى الكفاءة والإنتاجية باعتبارهما مفهومين جد متقاربين إلى حد عدم التفرقة بينهما، واستعمالهما في العديد من الحالات كمترادفين.

### المطلب الأول: مفهوم الكفاءة

تعد الكفاءة جوهر هذا البحث، وللوصول إلى المفهوم المناسب له، يجب استعراض أهم إسهامات الباحثين والمختصين، بالإضافة إلى استعراض أهم المفاهيم المتبطة بها بشدة، كالفعالية و الإنتاجية والأداء. وتجدر الإشارة إلى أن مصطلح الكفاءة لا يؤخذ بمفرده بل هو مضاف إلى كلمة أخرى ليعطي مدلول دقيق كقول كفاءة اقتصادية أو كفاءة مؤسسة.

قبل استعراض مفهوم الكفاءة ، يجب التنويه أولاً عن أصلها أو مصدر كلمة الكفاءة، فمصطلح الكفاءة هو التعريب للمصطلح الانجليزي efficiency، فبهذا نحن لا نقصد المصطلح الانجليزي competence الذي هو الآخر غالباً ما يترجم بالكفاءة أو الكفاءات والذي معناه مجموعة المعارف والمفاهيم والمهارات والاتجاهات التي يكتسبها المورد البشري لتوجه سلوكه وترتقي بأدائه إلى مستوى من التمكن.

### 1- تعريف الكفاءة

حظيت الكفاءة في أدبيات الإدارة بجملة من التعريفات، نورد منها ما يلي:

عرف معهد القيادة والإدارة بلندن (institut of leadership and management) الكفاءة كما يلي :  
"تعرف الكفاءة على أنها مقياساً لمدى النجاح في تحويل الموارد إلى مخرجات، العمل بشكل جيد مع تقليل نسبة الضياع، تحقيق أكبر كمية من المخرجات من خلال ما تم استهلاكه من مدخلات، إنتاج أقصى ما يمكن إنتاجه بأقل جهد ممكن، الاستخدام الأمثل للموارد لتحقيق إنتاج السلع أو الخدمات."<sup>1</sup>

يتضح جلياً من التعريف أن الكفاءة تقتضي التحكم الجيد في عملية الإنتاج، وذلك بالاستخدام الأمثل للموارد التي تتوفر عليها لتحقيق الإنتاج المطلوب من سلع أو خدمات. تتمثل الموارد تحت الاستغلال في الموارد البشرية والمالية والمادية والمعلومات.

<sup>1</sup> Joe Johnson , Deirdre Thackray, **Improving efficiency**, 4ed, Eileen Cadman, London, 2003, p. 8

يعرفها الخبير الإداري Peter Drucker على أنها الحصول على أفضل العوائد من وراء استغلال مختلف الموارد التي تستعملها المؤسسة. وبتعبير آخر يقول بأنها القيام بانجاز المهام بشكل صحيح.<sup>1</sup>

من هذا التعريف يتضح أن كل مسير أو مدير عليه أن يقوم بالتخصيص الأمثل للموارد التي تتوفر عليها أي مؤسسة من أجل الحصول على أكبر قدر من المخرجات باستعمال كمية محددة من المدخلات، أو القدرة على تخفيض استعمال المدخلات في العملية الإنتاجية للحصول على مستوى معين من المخرجات أي مؤسسة، فدون ذلك يحرم المنظمة الحصول على أفضل العوائد.

أما الاقتصادي Farrell M. J. فيعرف الكفاءة الفنية للمؤسسة على أنها قدرتها ونجاحها في تعظيم مخرجاتها انطلاقاً من ما تملكه من مدخلات.<sup>2</sup>

يتضح من خلال هذا التعريف أن المؤسسة الكفوة هي التي بإمكانها تعظيم مخرجاتها باستعمال قدر محدد من المدخلات، أو بدل ما تعظم مخرجاتها فتعمل على تخفيض مدخلاتها إلى أدنى حد لتحقيق قدر محدد من المخرجات.

و يوضح كل من Harold O., Knox Lovell, and Shelton S. : " تدرك كفاءة الوحدة المنتجة بمقارنة قيم المخرجات و المدخلات المنجزة (الفعلية) مع قيم المخرجات و المدخلات المثلى، وينتج عن هذا إما مقارنة المخرجات المحققة مع المخرجات المثلى ولنفس الكمية المستخدمة من المدخلات، وإما مقارنة المدخلات المستهلكة مع أقل مدخلات يمكن استهلاكها لتحقيق نفس المستوى من المخرجات ".<sup>3</sup>

ينطوي هذا التعريف على العلاقة بين المدخلات و المخرجات كباقي التعريفات السابقة حيث يمكن النظر إليها من زاويتين مهمتين: الأولى تتجه نحو المدخلات وبمقتضاها الكفاءة هي مقياس للمقارنة بين المدخلات الفعلية والمدخلات الدنيا التي يمكنها إنتاج مستوى معين من المخرجات، والثانية تتجه نحو المخرجات، وبحسبها فإن الكفاءة هي مقياس للمقارنة بين المخرجات الفعلية والمخرجات القصوى الممكن تحقيقها من مدخلات محددة. وفضلاً عن ذلك يبين التعريف وبشكل دقيق كيفية حساب أو قياس كفاءة الوحدة الإنتاجية، فمن خلال قياس الكفاءة يمكن الحكم على مدى النجاح في استغلال الموارد المتاحة لها لإنتاج السلع و الخدمات. فإذا كانت النسبة واحد فهذا يدل على تساوي المخرجات الفعلية والمخرجات المعيارية لنفس مستوي المدخلات وبالتالي فالكفاءة تامة، ومنه فالموارد قد تم استخدامها

<sup>1</sup> Peter F. Drucker, **management Tasks, Responsibilities, Practices**, Transaction Publishers, New York, 2007, p. 36

<sup>2</sup> M. J. Farrell, The measurement of productive efficiency, **Journal of Royal Statistical Society** ,120 (1957), p. 254

<sup>3</sup> Harold O., Knox Lovell, and Shelton S., **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**, Oxford University Press, New York, 2008, p. 8

بطريقة مثلى، أما إذا كانت النسبة اقل تماما من الواحد فالكفاءة غير تامة، وهناك نسبة مقدارها هو الفرق بين الواحد و الكفاءة المحققة تمثل اللاكفاءة في استخدام الموارد.

يتضح من خلال التعاريف السابقة أن الكفاءة شيء ملازم لكيفية استخدام المؤسسة لمدخلاتها من الموارد مقارنة بمخرجاتها، حيث ينبغي أن يكون هناك استغلال عقلائي رشيد، أي القيام بعملية مزج عوامل الإنتاج بأفضل شكل يسمح بتعظيم المخرجات.

### 2- أوجه تحسين الكفاءة

استنادا إلى تعريف الكفاءة الذي ينظر إليها على أنها مقدرة المؤسسة على الحصول على أكبر قدر من المخرجات باستعمال كمية محددة من المدخلات، أو القدرة على تخفيض استعمال المدخلات في العملية الإنتاجية للحصول على مستوى معين من المخرجات، وعليه يمكن تحسين الكفاءة بخمسة مداخل<sup>1</sup>:

#### 2-1- ثبات المخرجات مع تقليل المدخلات

ويعني الحفاظ على نفس مستوى المخرجات والعمل على تخفيض المدخلات من خلال التخلص من عناصر المدخلات الزائدة وغير المستغلة والتي لا يترتب التخلي عنها التأثير في كم المخرجات المحققة ، ومثال ذلك أن تكتشف بعض المؤسسات أن لديها قطعا من الأراضي غير المستغلة وذات قيمة متميزة فتتخلص منها بالبيع ، مما يتيح لها موارد مالية دون التأثير على كم المخرجات وكذلك الأمر بالنسبة للعمالة الزائدة إذا كان ذلك ممكنا اجتماعيا ، سياسيا وقانونيا.

#### 2-2- زيادة المخرجات مع ثبات المدخلات

ويعني ذلك زيادة كمية المخرجات باستعمال نفس المستوى من المدخلات، ويمكن للمؤسسة الوصول إلى هذا الهدف من خلال استخدام كافة الأساليب الإدارية و الإشرافية والرقابية التي تعمل على تحريك الأفضل للموارد ومنع حدوث الفاقد أو العمل على تخفيضه إلى أقل حد ممكن، ويتضح ذلك بشكل أساسي عندما يتم إدخال نظم إدارية أو عند تغيير الإدارة العليا. ويمكن كذلك اللجوء إلى الأساليب الإدارية الحديثة للإنتاج، كتقنية الإنتاج في الوقت المحدد وغيرها من الطرق اليابانية.

#### 2-3- زيادة المخرجات وزيادة المدخلات

بشرط أن تكون نسبة الزيادة في المخرجات أعلى من نسبة الزيادة في المدخلات ، ويعتمد هذا المدخل على التوسع والإنفاق بشرط أن يكون هناك مقابل أكبر للإنفاق ، ومثال ذلك أن تقوم المؤسسة

<sup>1</sup> محمد توفيق ماضي، إدارة الإنتاج و العمليات، الدار الجامعية، مصر، دون سنة النشر، ص ص. 81-83

بتكوين عمالها أو بإدخال نظام جديد للكمبيوتر، فمن المتوقع في هذه الحالة أن يزيد عنصر المدخلات في شكل زيادة عنصر رأس المال، فإذا كان العائد المتوقع من هذا النظام أكثر من المتفق عليه أدى إلى زيادة الكفاءة، كذلك الحال عند تصميم نظام للحوافز بالشركات، فمن المعروف أن نظام الحوافز يستلزم زيادة المدفوع لعنصر العمل، ولكن مع توقع أن تزيد المخرجات بنسبة أكبر، وهنا يجب ربط الحوافز بمستوى الكفاءة وإلا أصبحت عبئا على المؤسسة.

### 2-4- تخفيض المخرجات وتخفيض المدخلات

بشرط أن يكون تخفيض المدخلات بنسبة أكبر من تخفيض المخرجات، ويكون ذلك مثلا عن طريق تقليص حجم النشاط و الخروج من بعض الأنشطة التي ليس للمؤسسة ميزة تنافسية فيها والتركيز على الأنشطة التي تحقق فيها مستوى كفاءة إنتاجية أفضل. والمثال الواضح في هذا الصدد هو قيام شركة IBM بالتخصص بإنتاج الأجهزة وترك صناعة البرامج الجاهزة لشركة MICROSOFT، وعن طريق التخصص في مجال معين يمكن لشركة تحقيق مستويات ربحية أفضل.

### 2-5- زيادة المخرجات مع تخفيض المدخلات

ويعتبر هذا أفضل المداخل وهو الحالة المثالية حيث يتم عن طريقه تحقيق مخرجات أكبر بتخفيض المدخلات، والمثال الواضح لهذه الحالة هو أن تنشط المؤسسة في مرحلة الإنتاج الثالثة، أين يكون الإنتاج الكلي في تناقص أي الإنتاجية الحدية سالبة، في هذه المرحلة تكون عوامل الإنتاج في ازدياد، وكعلاج لهذا الإشكال تقدم المؤسسة مثلا على التخلي عن بعض العمالة المسببة للازدحام ويؤدي ذلك إلى زيادة الإنتاج أو المخرجات.

### المطلب الثاني: الإنتاجية

حظيت الإنتاجية باهتمام كبير في الأدبيات الاقتصادية والإدارية لما لها من أهمية بارزة في النواحي الاجتماعية والاقتصادية والثقافية، حيث تعد الإنتاجية مؤشرا أساسيا لتقدم الاقتصاد الوطني وزيادة الدخل القومي، وهو الهدف الذي تسعى إلى تحقيقه جميع الدول النامية والمتقدمة على حد سواء وبنفس الدرجة من الاهتمام.

### 1- تعريف الإنتاجية

يرى البعض أن عبارة الإنتاجية التي يقابلها في اللغة الانجليزية productivity قد استخدمت أول مرة في بحث للاقتصادي الفرنسي Quesnay نشر عام 1766. ومنذ ذلك الحين إلى يومنا هذا استعملت بكثرة وخاصة عقب الحرب العالمية الثانية.<sup>1</sup>

عرفتها منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OECD) في دليلها قياس الإنتاجية على أنها " نسبة حجم المخرجات إلى حجم المدخلات المستخدمة".<sup>2</sup> وهو التعريف الشائع والمتفق عليه بشكل كبير بين اغلب الباحثين. وبتعبير اقتصادي يمكن القول أن الإنتاجية هي النسبة بين الإنتاج الإجمالي المحقق في وقت محدد وعوامل الإنتاج المستخدمة في تحقيقه. فالإنتاجية تبين العلاقة بين كمية السلع والخدمات التي تنتجها وحدة ما وكمية العمل ورؤوس الأموال والموارد المادية التي تستخدم لإنتاج هذه السلع والخدمات في فترة زمنية محددة. فإذا كانت هذه الوحدة ممثلة بالدولة نجد أن الإنتاجية العالية تعني تحقيق أكبر كمية إنتاج ممكنة باستغلال المقومات الاقتصادية أفضل استخدام يقضي على كافة أوجه الإسراف. وفي حالة ما كانت هذه الوحدة مؤسسة، فتعني الإنتاجية العالية تحقيق أكبر قدر ممكن من الإنتاج من إمكانياتها من موارد بشرية ومادية.

ويعد الفرد باعتباره موردا بشريا، أهم عامل يمكن أن يحرك الإنتاجية ويطورها. وتتوقف مساهمة العامل البشري في العملية الإنتاجية على عنصرَي القدرة والرغبة في أداء العمل. فما لم يكن الفرد قادرا على القيام بما يناط به من أعمال، فإن أداءه الفعلي سيكون ضعيفا حتى وإن كانت لديه رغبة أكيدة في العمل. وبالمثل فإن كان الفرد لا يشعر برغبة حقيقية في انجاز العمل الذي كلف به، فإنه لا ينتظر منه أداء جيدا حتى وإن كان لديه القدرة التامة. لذلك فالعنصرين يسهمان سويا في تحديد مستوى الأداء والإنتاجية. ويتوقف عنصر القدرة على التعليم والتدريب والخبرة المهنية والمواهب وعنصر الرغبة على الظروف المادية والاجتماعية للعمل واحتياجات ورغبات الأفراد.<sup>3</sup>

### 2- قياس الإنتاجية

بصفة عامة تقاس الإنتاجية من خلال حساب المؤشر التالي : الإنتاجية = المخرجات / المدخلات

<sup>1</sup> وجيه عبد الرسول علي، الإنتاجية: مفهومها، قياسها، العوامل المؤثر فيها، دار الطليعة، بيروت، 1983، ص. 16

<sup>2</sup> OECD Manual, **Measuring productivity**, OECD Publications, Paris, France, 2001, p. 11

<sup>3</sup> وجيه عبد الرسول علي، مرجع سابق، ص. 114

يمكن فهم هذا المؤشر بأسلوبين مختلفين، إما على أساس علاقة المخرجات بمدخل واحد من المدخلات المستعملة، أو علاقة المخرجات بجميع المدخلات التي ساهمت في تحقيقها. وبناء على هذا يمكن تقسيم المفاهيم المختلفة للإنتاجية إلى مفاهيم جزئية ومفاهيم كلية.<sup>1</sup>

### 2-1- المفاهيم الجزئية للإنتاجية

وتشمل هذه المجموعة مفاهيم الإنتاجية الخاصة بكل عنصر من عناصر المدخلات، ونحصل عليها بقسمة المخرجات (الناتج) على العنصر مراد قياسه. ويعبر عن الإنتاجية الجزئية بالعلاقة التالية:

$$\text{الإنتاجية الجزئية} = \frac{\text{المخرجات}}{\text{مدخل واحد من المدخلات}}$$

على أساس العلاقة السابقة، يمكن أن نميز بين أنواع متعددة من الإنتاجية الجزئية، كإنتاجية العمل وإنتاجية رأس المال. ويستحسن لغويا استعمال الإنتاجية بالنسبة للعمل أو رأس المال بدلا من إنتاجية العمل وإنتاجية رأس المال.

تتميز الإنتاجية الجزئية بالبساطة وسهولة القياس، إلا أنها لا تعطي نتائج دقيقة بدرجة كبيرة، باعتبارها مجرد إحصاء بوجود علاقة سببية بين الناتج والعنصر المراد قياسه، في حين أنها ليست سوى علاقة كمية، ويمكن قياس الإنتاجية الجزئية لعناصر الإنتاج كل على حدة، فهناك إنتاجية العمل أو إنتاجية رأس المال أو إنتاجية المواد و ذلك حسب الكيفية التي تقسم بها عوامل الإنتاج أو المدخلات.

### 2-2- المفاهيم الكلية للإنتاجية

بحسب هذا المفهوم فإن الإنتاجية الكلية هي النسبة الحسابية بين كمية المخرجات التي أنتجت خلال فترة معينة وكمية المدخلات التي استخدمت في تحقيق ذلك القدر من الإنتاج. ويعبر عن الإنتاجية الكلية بالعلاقة التالية:

$$\text{الإنتاجية الكلية} = \frac{\text{المخرجات}}{\text{المدخلات}}$$

تمثل الإنتاجية الكلية العلاقة بين حجم الإنتاج وبين الموارد الإنتاجية التي استخدمت في الحصول عليه وبمعنى آخر نسبة المخرجات إلى المدخلات، فليست الإنتاجية حسب مضمون هذا التعريف سوى النسبة الحسابية بين كمية المخرجات من السلع والخدمات التي أنتجت خلال فترة زمنية معينة وكمية المدخلات التي استخدمت في تحقيق هذا القدر من الإنتاج. وفي هذه الصيغة يوضع في البسط جميع المخرجات التي تنتجها المؤسسة كما يوضع في المقام جميع المدخلات التي تستخدمها. وتستخدم في

<sup>1</sup> وجيه عبد الرسول علي، مرجع سابق، ص ص. 20-23

الصيغة الكميات أو القيمة بالنسبة للمخرجات والمدخلات على السواء، ويتطلب الأمر تحديد وحدة قياس عامة يمكن استخدامها لقياس الأنواع المختلفة من المخرجات والمدخلات.

تواجه عملية قياس الإنتاجية الكثير من المشاكل العملية في التطبيق، وذلك لاختلاف وحدات القياس وكذلك لتعدد المنتجات، وعليه يلجأ الكثير من الباحثين إلى استخدام القيم النقدية للمتغيرات بإيجاد أسعار مختلف المدخلات و المخرجات، أي احتساب الناتج والمستخدمات بالقيمة النقدية. هذا الأمر معقول إن كان هناك سوق يسمح بتحديد الأسعار ولكن في حالات معينة تغيب الأسعار أو يصعب تحديدها، وهذا يجعل المهمة في غاية الصعوبة. ولصعوبة قياس الإنتاجية الكلية، أدى هذا الأمر إلى تقليل فائدتها العملية. لذلك تم اعتماد الإنتاجية الجزئية كمقياس للإنتاجية لسهولة قياسها.

### 3- عوائد الحجم

يقصد بعوائد الحجم المعدل الذي تزيد المخرجات بموجبه حين تزداد جميع المدخلات بمقادير متناسبة. وهناك ثلاث أنواع من عوائد الحجم هي: عوائد الحجم المتزايدة، عوائد الحجم الثابتة، عوائد الحجم المتناقصة.

### 3-1-1 عوائد الحجم المتزايدة

في هذه الحالة، إذا زادت جميع المستخدمة الإنتاجية بنسبة معينة فإن المخرجات أو الناتج سيزيد بنسبة أكبر. فإذا ما ضاعفنا هذه المدخلات فإن الناتج سيزيد بأكثر من الضعف. إذا كان لدينا مدخليين  $X_1$  و  $X_2$ ، ودالة الإنتاج  $F$ ، فيعبر عن هذه الحالة رياضياً كما يلي:

$$F(\alpha X_1, \alpha X_2) > \alpha F(X_1, X_2)$$

وترجع هذه الزيادة إلى سببين هما مزايا التخصص وتقسيم العمل و عدم قابلية بعض عناصر الإنتاج للتجزئة.

### 3-1-1-1 التخصص وتقسيم العمل

وهو عبارة عن تقسيم العملية الإنتاجية أو تجزئتها إلى مراحل قصيرة تتطلب مهارة معينة، ثم يتخصص العامل في جزء معين من هذه الأجزاء. وهذا خلافاً لما يحدث في المؤسسات الصغيرة حيث يقوم العامل فيها بأداء مهام كثيرة ومتنوعة، وهذا بدوره يؤثر بشكل سلبي على عملية الإنتاج ويؤدي في النهاية إلى انخفاض الإنتاجية. ولتقسيم العمل عدة مزايا أهمها:

- زيادة مهارة العامل وخبرته، وذلك نتيجة الممارسة والتخصص.

- تجنب إضاعة الوقت عند التنقل من مهمة إلى أخرى، إذ يقوم العامل بنفس العملية، وتكون نتيجة توفير الوقت هي زيادة الإنتاج.

- تحسين مردود العامل، فالعامل الذي يقوم باستمرار بنفس المهمة يتحكم فيها أكثر ويمكنه تطويرها وأدائها في وقت أقل.

وتكون نتيجة تطبيق التخصص وتقسيم العمل هي ارتفاع الكفاءة الفنية مما يؤدي إلى انخفاض تكاليف الإنتاج.

### 3-1-2- عدم قابلية بعض عناصر الإنتاج للتجزئة

يعني هذا إن بعض عناصر الإنتاج لا تؤدي وظيفتها بكفاءة عالية إلا إذا كان حجمها كبيرا. فإذا ما صممت هذه العناصر على أساس حجم صغير، فإنها تفقد كفاءتها جزئيا، فيكون الناتج أقل نسبيا مما لو صممت على أساس الحجم الكبير، وبذلك ترتفع تكاليف إنتاج الوحدة الواحدة.

### 3-2- عوائد الحجم الثابتة

إن تزايد الغلة التي تحققة المؤسسات نتيجة لتوسعها المستمر، لا يستمر إلى ما لا نهاية، إذ أن هذه المؤسسات لا بد وأن تصل إلى حجم معين تستنفد عنده الوفورات التي تكتسبها من التخصص وعدم قابلية بعض عناصر الإنتاج للتجزئة عندما تكون قد استخدمت أفضل أنواع المعدات الرأسمالية. بعد هذا الحد، فإن أي زيادة في المستخدمات الإنتاجية بنسبة معينة تؤدي إلى زيادة الناتج بنفس النسبة تقريبا. و يعبر عن هذه الحالة رياضيا كما يلي:

$$F(\alpha x_1, \alpha x_2) = \alpha F(x_1, x_2)$$

### 3-3- عوائد الحجم المتناقصة

قد ترغب بعض المؤسسات التي وصلت إلى مرحلة ثبات عوائد الحجم في زيادة حجمها لترفع من الكميات المنتجة. مما لا شك فيه أنها تستطيع فعل ذلك، ولكن النتيجة هي أن نسبة الزيادة في الكمية المنتجة أقل من نسبة الزيادة في عناصر الإنتاج. و يعبر عن هذه الحالة رياضيا كما يلي:

$$F(\alpha x_1, \alpha x_2) < \alpha F(x_1, x_2)$$

ليس بالضرورة أن تمر أي مؤسسة عند توسعها بالمراحل السابقة الثلاث، فقد تمر من المرحلة الأولى مباشرة إلى المرحلة الثالثة.<sup>1</sup>

بعد استعراض مفهومي الإنتاجية والكفاءة، يمكن القول أنهما جد مرتبطين و جد متقاربين في المضمون حيث الكثير من الباحثين يعاملانها على أساس أنهما سواء، ويستعملان مصطلح الكفاءة الإنتاجية. وتحسين أي واحد منهما يعني أن الآخر قد تحسن، وذلك لأن كليهما يتعامل مع المدخلات والمخرجات. والفرق الأساسي بينهما هو أن الكفاءة هي مفهوم معياري أي لا يمكن الحكم على كفاءة مؤسسة إلا بمقارنة الكيفية التي تستغل بها مدخلاتها لتحقيق مخرجاتها مع الكيفية المعيارية (تتحدد هذه الأخيرة من دالة الإنتاج أو أداء أفضل مؤسسة)، وتحسب كذلك في شكل نسبة مئوية تحدد نسبة الكفاءة في استغلال الموارد مستغنية عن وحدة القياس. أما الإنتاجية فهو مفهوم لا يحتاج إلى معيار بالإضافة إلى أنها تقاس بوحدات قد تكون عينية أو نقدية.

### المبحث الثاني: تصنيفات الكفاءة

في هذا المبحث، يتم استعراض بعض أنواع الكفاءة المختلفة التي تناولتها الأدبيات الاقتصادية والإدارية.

### المطلب الأول: الكفاءة التقنية (الفنية) وكفاءة تخصيص الموارد

#### 1- الكفاءة التقنية (الفنية)

تعرف الكفاءة الفنية على أنها شطر الكفاءة الاقتصادية الذي يهتم بتشغيل المؤسسة حسب الموارد المتاحة. والكفاءة الاقتصادية تشمل الكفاءة الفنية وكفاءة التخصيص. فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا مؤسستين (A) و (B) تشتغلان بنفس مستوى التكنولوجيا، فتعتبر المؤسسة (A) أكثر كفاءة فنية من المؤسسة (B) إذا استطاعت إنتاج مستوى أعلى من الإنتاج بالقدر نفسه من الموارد أو المدخلات.

ويعتبر Kopmmans و Debreu أولاً من تطرقا إلى مفهوم الكفاءة الفنية عام 1951، ثم من بعدهما Farrell عام 1956، و Charnes و Cooper عام 1978. وقدم Kopmmans تعريفا لما نشير إليه بالكفاءة الفنية على النحو التالي: متجه مدخلات و مخرجات هو كفاء من الناحية الفنية إذا فقط إذا كانت زيادة أي مخرجات أو تقليل أي مدخلات لا يمكن تحقيقه إلا من خلال خفض بعض المخرجات الأخرى أو زيادة بعض المدخلات الأخرى.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> إبراهيم احمد داوود، محاضرات في الاقتصاد الجزئي، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1984، ص ص. 84-87

<sup>2</sup> Cinzia Daraio, Leopold Simar, **Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis**, Springer USA, 2007, p. 14

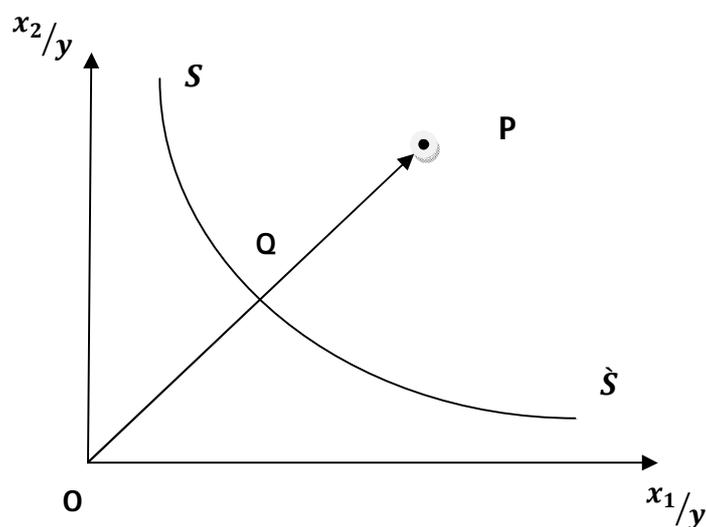
أما مساهمة Debreu فتتمثلت في اقتراح أول مقياس للكفاءة باسم معامل استخدام الموارد، و هو مقياس شعاعي للكفاءة الفنية. و في ظل اقتصاد ما، يسمح هذا المعامل بقياس كفاءة تخصيص الموارد عن طريق حساب المقدار الأدنى من الموارد (المدخلات) التي يمكن استعمالها لبلوغ نفس مستوى رضا المستهلكين.

يعتبر Farrell أول من تحدث عن كيفية قياس الكفاءة مستفيدا من نتائج أبحاث Kopmmans (1951) و (1951) Derbeu، فكان له الفضل في تجزئة الكفاءة الكلية إلى شقيها المتمثلين في كفاءة التقنية وكفاءة تخصيص الموارد. وحسب Farrell، فإن الكفاءة التقنية تظهر مقدرة المؤسسة على الحصول على أكبر قدر من المخرجات باستعمال كمية محددة من المدخلات، أو القدرة على تخفيض استعمال المدخلات في العملية الإنتاجية للحصول على مستوى معين من المخرجات. وينتج عن ذلك نوعين من القياسات الأول يسمى مؤشرات التوجيه الإخراجي والثاني مؤشرات التوجيه الإستهلاكي (الإدخالي).<sup>1</sup>

### 1-1- الكفاءة التقنية بتوجه المدخلات

يمثل الشكل رقم (1) حدود الإنتاج من وجهة الاستخدام لمؤسسة تنتج مخرج  $y$  مستخدمة مدخلي الإنتاج  $x_1$  و  $x_2$ ، وباستعمال تكنولوجيا ما و تحت ظروف تقنية تتسم بثبات اقتصاديات الحجم.

الشكل رقم (1) : الكفاءة التقنية لمدخلين و مخرج واحد



Source : Peter Bogetoft, Lars Otto, **Benchmarking with DEA, SFA, and R**, Springer Science and Business Media, USA, 2011, p. 14

<sup>1</sup> Cinzia Daraio, Leopold Simar., Op. Cit., pp. 14-15

$SS'$  هو منحنى الناتج المتساوي المحدب نحو نقطة الأصل، والمنحدر إلى الأسفل انطلاقاً من اليسار إلى اليمين. يبين لنا إمكانية إنتاج نفس الكمية من المخرج  $y$  والمقدرة بوحدة واحدة (لان المدخلين  $x_1$  و  $x_2$  تم قسمتهما على الكمية المنتجة من المخرج  $y$ ) باستعمال توليفات مختلفة من المدخلين  $x_1$  و  $x_2$ . فكل النقاط التي تقع على هذا المنحنى تمثل نقاط الاستخدام ذات الكفاءة التامة للإنتاج.

المؤسسة التي تشتغل عند النقطة  $P$  هي اقل كفاءة من المؤسسة التي تشتغل عند النقطة  $Q$  ، المؤسسة الثانية تستعمل كميات اقل من المدخلين لإنتاج وحدة واحدة من المخرج  $y$  وفي نفس الوقت كفاءتها تامة لأنها تنشط على منحنى الناتج المتساوي . وتعتبر المسافة  $PQ$  عن مدى الانخفاض في الكفاءة التقنية حيث تشير إلى الكمية التي يمكن بها تقليص جميع المدخلات تناسيباً دون تقليص الإنتاج.

ويحسب مؤشر الكفاءة التقنية للمؤسسة التي تنشط عند النقطة  $P$  بالقانون الآتي :

$$TE_P(\text{technical efficiency}) = \frac{OQ}{OP} , \quad 0 \leq TE_P \leq 1$$

وتأخذ الكفاءة التقنية قيماً تتراوح بين الصفر و الواحد، حيث القيمة واحد تدل على الكفاءة التقنية التامة للمؤسسة. بينما يقال عن المؤسسات التي تحقق قيم اقل من الواحد أنها مؤسسات لم تحقق كفاءة تامة.

### 1-2- الكفاءة التقنية بتوجه المخرجات

الكفاءة التقنية بموجب توجه المخرجات هي الحصول على أقصى مخرجات ممكنة باستخدام كمية محددة من المدخلات.

نفترض في هذه الحالة إنتاج مخرجين  $y_1$  و  $y_2$  باستخدام مدخل وحيد  $x$  ، وتحت ظروف تقنية تنسم بثبات اقتصاديات الحجم.

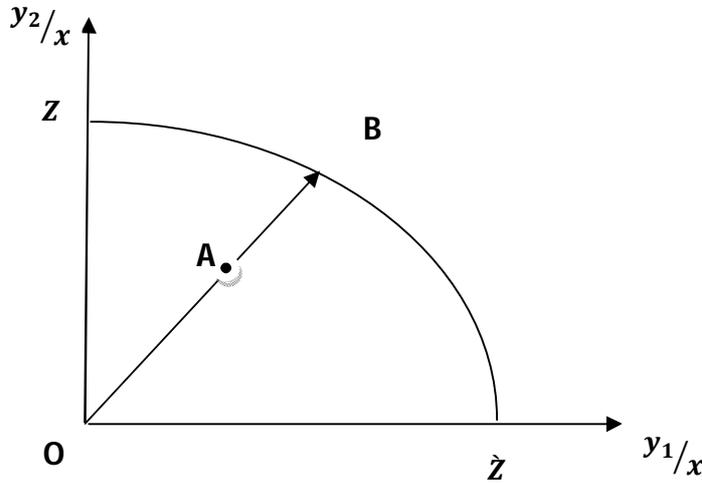
من الشكل رقم (2) تمثل  $ZZ'$  منحنى إمكانية الإنتاج، وتمثل النقطة  $A$  مؤسسة غير كفؤة، لأنه يمكن زيادة إنتاج المخرجين  $y_1$  و  $y_2$  إلى مستوى النقطة  $C$ ، دون أي زيادة في المدخلات.

ويحسب مؤشر الكفاءة التقنية للمؤسسة  $A$  بالقانون الآتي :

$$TE_A = \frac{OA}{OB}$$

وتأخذ الكفاءة التقنية قيماً تتراوح بين الواحد والصفر.

الشكل رقم (2): الكفاءة التقنية لمخرجين و مدخل واحد



Source : Peter Bogetoft, Lars Otto, **Benchmarking with DEA, SFA, and R**, Springer Science and Business Media, USA, 2011, p. 14

## 2- كفاءة تخصيص الموارد

يقصد بها قدرة المؤسسة على استخدام المدخلات بنسب مثلى آخذة بعين الاعتبار أسعارها.<sup>1</sup> بتعبير آخر تعكس الكفاءة التخصيضية أو الكفاءة التوظيفية قدرة المؤسسة على اختيار مزيج المدخلات بحيث تكون التكلفة الكلية للمخرجات المصاحبة لها أقل ما يمكن .

### المطلب الثاني: الكفاءة الاقتصادية

يعود الفضل في تحديد مفهوم الكفاءة الاقتصادية إلى Farrell عام 1957، حيث بين أن الكفاءة الاقتصادية لمؤسسة ما هي محصلة الكفاءة التقنية والكفاءة التخصيضية. فتكون المؤسسة كفؤة من الناحية الاقتصادية إذا تمكنت أن تكون في آن واحد كفؤة من الناحية التقنية وكفؤة من ناحية تخصيص أو توظيف الموارد.

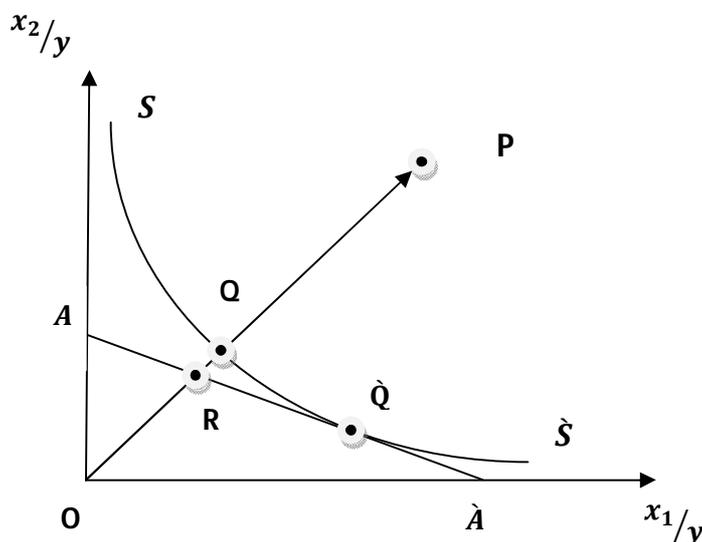
ولإيضاح فكرة الكفاءة الاقتصادية نستعين بالشكل رقم (3).

$SS$  هو منحنى الناتج المتساوي المحدب نحو نقطة الأصل، والمنحدر إلى الأسفل انطلاقاً من اليسار إلى اليمين. يبين لنا إمكانية إنتاج نفس الكمية من المخرج  $y$  والمقدرة بوحدة واحدة باستعمال

<sup>1</sup>Sophocles N., Manthos D., Efthymios G., Technical and allocative efficiency in European banking, **European Journal of Operational Research**, 204 (2010), p. 153

توليفات مختلفة من المدخلين  $x_1$  و  $x_2$ . فكل النقاط التي تقع على هذا المنحنى تمثل نقاط الاستخدام ذات الكفاءة التامة للإنتاج.

الشكل رقم (3) : الكفاءة الاقتصادية



Source : Vincent Charles, Mukesh Kumar, **Data Envelopment Analysis**

and Its Applications to Management, Cambridge Scholars Publishing, UK, 2012, p. 4

$AA'$  هو منحنى التكلفة المتساوية لإنتاج الوحدة، وعلى طول هذا الخط نفس المبلغ الذي تدفعه المؤسسة للحصول على كمية معينة من المدخلين  $x_1$  و  $x_2$  لإنتاج وحدة واجدة من المخرج  $y$ .

المؤسسة التي تشتغل عند النقطة P هي مؤسسة غير كفؤة من الناحية التقنية، لأنها لا تعمل على طول خط الناتج المتساوي، وتحسب كفاءتها كما يلي :

$$TE_p = \frac{OQ}{OP}$$

تعتبر المؤسسة التي تنشط عند النقطة R مؤسسة غير كفؤة من ناحية تخصيص الموارد، لأن بإمكانها بإنفاق نفس المبلغ الحصول على كمية أكبر من المخرج  $y$  وبالتالي تخفيض التكلفة المتوسطة للوحدة. وتحسب كفاءة التخصيص على هذا النحو :

$$AE_R \text{ (allocative efficiency)} = \frac{OR}{OQ}$$

وتمثل المسافة  $RQ$  المقدار الذي يمكن به تخفيض تكلفة إنتاج الوحدة من  $y$  بتوظيف المدخلات حسب النقطة  $Q$  بدلا عن النقطة  $R$ .

وتعتبر المؤسسة التي تنشط عند النقطة  $Q$  مؤسسة كفؤة من الناحية التقنية لكنها غير كفؤة من ناحية تخصيص الموارد، لأن بمقدورها الحصول على هذا المستوى من الإنتاج بتكلفة أقل كلما اتجهت إلى الأسفل وعلى نفس منحنى الناتج المتساوي. وباعتبار أن الكفاءة الاقتصادية هي محصلة الكفاءة التقنية و كفاءة تخصيص الموارد، فالمؤسسة غير كفؤة تماما من الناحية الاقتصادية، فتمكنت من الحصول على أقصى المخرجات بالكمية المتاحة من المدخلات ولم تتمكن من اختيار المزيج الأمثل من المدخلات الذي يسمح بتخفيض التكاليف إلى أدنى المستويات.

المؤسسة التي تنشط عند النقطة  $Q$  هي مؤسسة كفؤة من الناحية التقنية لأنها تقع على منحنى الناتج المتساوي أي تنتج وحدة من المخرج  $Y$  بأقل قدر من المدخلات  $x_1$  و  $x_2$ ، وكفؤة من ناحية تخصيص الموارد لأنها اختارت المزيج الأمثل من المدخلات. إذا يمكن اعتبارها مؤسسة كفؤة من الناحية الاقتصادية. ويحسب مؤشر الكفاءة الاقتصادية بالعلاقة الآتية:

$$EE(\text{economic efficiency}) = TE \times AE$$

$$= \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ}$$

$$EE(\text{economic efficiency}) = \frac{OR}{OP} , 0 < EE \leq 1$$

أي أن الكفاءة الاقتصادية تساوي حاصل ضرب الكفاءة التقنية وكفاءة تخصيص الموارد.<sup>1</sup>

### المطلب الثالث: الكفاءة الهيكلية

يعبر مفهوم الكفاءة الهيكلية (Structural Efficiency) عن الكفاءة لصناعة ما أو قطاع ما، وأول من قدمه هو الأمريكي Farrell سنة 1957 وطوره كلا من Forsund و Hjalmarsson في دراستهما سنة 1979، و Ylvinger سنة 2000، و Li و Cheng سنة 2007.<sup>2</sup>

وحسب Farrell فان الغرض من قياس الكفاءة الهيكلية أو كفاءة الصناعة هو قياس المدى الذي عنده صناعة معينة تواكب وتطلع على أداء أفضل مؤسساتها، وتقاس هذه الكفاءة بحساب المعدل المرجح أو المعدل الموزون ( weighted average ) للكفاءة التقنية للمؤسسات التي تشكل الصناعة، ويكون الترجيح بكمية المخرجات، ورياضيا يمكن حسابها باستخدام العلاقة الآتية:

<sup>1</sup> M. J. Farrell, Op. Cit., pp. 254-255

<sup>2</sup> Sung-ko Li , Yuk-shing Cheng, Solving the puzzles of structural efficiency, *European Journal of Operational Research*, 180 (2007), pp. 714-715

$$S_Y^F = \frac{\sum_{j=1}^J Y_j E_j}{\sum_{j=1}^J Y_j}$$

حيث:  $S_Y^F$  تمثل الكفاءة الهيكلية،  $J$  تمثل عدد الوحدات،  $Y_j$  تمثل مخرج الوحدة  $j$ ،  $E_j$  الكفاءة التقنية للوحدة  $j$ .<sup>1</sup>

بينما يرى Forsund و Hjalmarsson أن حساب الكفاءة الهيكلية للصناعة يتم بأخذ المتوسط الحسابي للمدخلات والمخرجات بدلا من المعدل المرجح، الذي قد يكون كفاء من الناحية التقنية ولكنه ليس كفاء من الناحية الاقتصادية، وذلك اعتمادا على فرضية عدم تجانس دوال الإنتاج للمؤسسات داخل الصناعة.

وقد أثمرت دراستهما سنة 1978 على نوعين أو مقياسين للكفاءة الهيكلية للصناعة هما :

الكفاءة الهيكلية التقنية (Structural Technical Efficiency)

والكفاءة الهيكلية للحجم (Structural Scale Efficiency)

حيث تقيس الأولى مستوى الادخار في المدخلات، وتقيس الثانية مستوى الزيادة في الإنتاج وذلك بالنسبة للمؤسسة أو للصناعة.<sup>2</sup>

أما حسب Ylvinger فإنه من أجل حساب ما يمكن توفيره من مدخلات و ما يمكن زيادته من مخرجات وفقا للكفاءة الهيكلية للصناعة التي تستعمل مدخلات متعددة للحصول على مخرجات عدة فإنه يجب معرفة الأوزان النسبية لكل مدخل ولكل مخرج. فإن كانت هذه الأوزان معلومة، فإشكال حساب الكفاءة لا يطرح أساسا، ولكن ما يحدث في حالات معينة هو عدم معلوميتها، فضلا عن اختلافها من وحدة إلى أخرى. لتحديد هذه الأوزان استعمل Ylvinger تقنية البرمجة الخطية التي تسمح بتحديدتها، ومن ثمة قياس الكفاءة الهيكلية للصناعة.<sup>3</sup>

قدم Li و Chen عام 2007 دراسة متميزة بعنوان Solving the puzzles of structural efficiency، وبين من خلالها أن الإسهامات السابقة في دراسة الكفاءة الهيكلية لم تتمكن من تحديد وبشكل دقيق المدلول الاقتصادي لها وكذلك مكوناتها. فبتحديد مكونات الكفاءة الهيكلية يصبح إشكال التضارب بين كفاءة الوحدة وكفاءة المجموعة سهل الحل. وخلصت دراستهما المعتمدة في طياتها على

<sup>1</sup> Svante Ylvinger, industry performance and structural efficiency measures: solution to problems in firms models, *European Journal of Operational Research*, 121 (2000), p.165

<sup>2</sup> محمد الجموعي قريشي، الحاج عرابية، قياس كفاءة الخدمات الصحية في المستشفيات الجزائرية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) - دراسة تطبيقية لعينة من المستشفيات - لسنة 2011، *مجلة الباحث - ورقة*. عدد 11، 2012، ص. 13

<sup>3</sup> Svante Ylvinger, Op. cit., p.173

نموذج سعر الظل إلى أن الكفاءة الهيكلية (H) يمكن تجزئتها إلى ثلاث مكونات ذات مدلول اقتصادي واضح. المكون الأول هو الكفاءة التقنية التجميعية (ATE)، والثاني هو كفاءة التخصيص التجميعية (AAE)، والثالث هو كفاءة إعادة التخصيص (RE). وتحسب الكفاءة الهيكلية بموجب العلاقة التالية :

$$H = RE \times AAE \times ATE$$

- ويكون قطاع ما كفوًا تمامًا إذا تحققت الشروط الثلاث الآتية :
- أن تكون كل الوحدات الإنتاجية كفوّة تقنياً.
- أن تكون كل الوحدات الإنتاجية كفوّة من حيث تخصيص الموارد.
- لا يمكن لإعادة تخصيص الموارد ( بنقل جزء أو بعض منها من وحدة إلى وحدة أخرى ) أن ترفع من المخرجات التجميعية.<sup>1</sup>

### المطلب الرابع: كفاءة باريتو وكفاءة-X

#### 1- كفاءة باريتو

تعتبر كفاءة باريتو واحدة من أهم المعايير للتمييز بين كفاءة مجموعة من وحدات اتخاذ القرار، ويعود الفضل في استحداث هذا المفهوم للاقتصادي الإيطالي Vilfredo Pareto (1848-1923) ، حيث أصبح يعرف هذا المفهوم لاحقاً بأمثلية باريتو. وحسب باريتو تكون هناك كفاءة إذا أمكن من عمل تغييرات تؤدي إلى تحسين وضع شخص في مجموعة دون تدهور أو انخفاض وضع شخص آخر، وبالتالي هناك تحسين باريتو.<sup>2</sup> فأي تخصيص للموارد يمكن أن يكون تخصيص كفاء ومنه لا وجود لعملية التحسين، أو تخصيص غير كفاء ومنه هناك إمكانية لتحسين الكفاءة، وأي تخصيص غير كفاء للموارد فهو يعبر عن اللاكفاءة.

#### 2- كفاءة-X

تسمى كفاءة-X أو الكفاءة المجهولة. وأول من تكلم عنها هو الاقتصادي H. Leibenstein سنة 1966 عندما نشر مقال بعنوان " كفاءة التخصيص مقابل كفاءة-X " في مجلة American Economic Review. في هذا المقال تمكن من إعطاء مفهوم بسيط ولكن مهم. وحسب Leibenstein فان نظرية الاقتصاد الجزئي التقليدية تركز بشكل كبير على كفاءة تخصيص الموارد وتتجاهل المصادر والعوامل الأخرى التي يمكنها أن تؤثر على الكفاءة و تفسرها. ومن أهم هذه

<sup>1</sup> Sung-ko Li , Yuk-shing Cheng, Op. cit., pp. 718-719

<sup>2</sup> Hal R. Varian, **Intermediate microeconomics : a modern approach**, 8ed, W. W. Norton and Company, new York, 2010, P.15

العوامل التي يراها هي الحوافز والدوافع الإدارية. ويرى أنه في ظل وجود نظام تحفيزي فعال و قوي سيجرص العمال والموظفين على تقديم مستويات أداء عالية تمكنهم من تحقيق مستوى إنتاجي قريب من المستوى الأمثل أو يساويه. فكفاءة-X هي انعكاس مباشر لجودة العملية الإدارية، إذا كان تسيير المنظمة جيدا فالكفاءة المجهولة تكون عالية أما إذا كان التسيير رديء فحتما الكفاءة المجهولة ضعيفة المستوى.<sup>1</sup>

### المبحث الثالث: ماهية كفاءة المؤسسات الصحية

تعتبر المؤسسات الصحية أحد المؤسسات المهمة في اقتصاد أي دولة، فهي المنتج الأول للصحة والوقاية من الأمراض. وتعتبر المؤسسات العمومية هي الأكثر خدمة للمجتمع الجزائري فلا تخلو بلدية من خدماتها. ويلقى على عاتقها توفير الخدمات الصحية بالكمية والجودة المطلوبتين. يتناول هذا المبحث ماهية المؤسسات الصحية ومفهوم كفاءة المؤسسات الصحية وطرق تقييمها.

### المطلب الأول: ماهية المؤسسات الصحية

يخص هذا المطلب للوقوف على مفهوم المؤسسة الصحية وبعض تصنيفاتها ووظائفها.

### 1- مفهوم المؤسسات الصحية

تعتبر المؤسسات الصحية من أهم مكونات النظام الصحي باعتبارها المسؤول الأول عن تقديم الخدمات الصحية لأي مجتمع. ولتوضيح وفهم المؤسسات الصحية سيتم سرد بعض التعريفات المتداولة في بعض الكتب المختصة في مجال الإدارة الصحية.

عرفت المنظمة العالمية للصحة المؤسسة الصحية على أنها " ذلك الجزء المتكامل من التنظيم الاجتماعي والصحي الذي يعمل على توفير الرعاية الصحية الكاملة بشقيها العلاجي والوقائي للمواطنين، ويصل بخدماته الخارجية إلى الأسرة في بيئتها المنزلية. وهو أيضا مركز لتدريب العاملين في الخدمة الصحية."<sup>2</sup>

من التعريف يتبين أنها تنظيم اجتماعي وصحي يقدم خدمات علاجية أو وقائية وذلك بحسب حاجة الفرد، وكذلك هي مركز لتكوين المتعلمين في المجال الصحي.

<sup>1</sup> Faridah Djellal, Faiz Gallouj, *Meseasuring and improving productivity in services*, Edward Elgar Publishing, USA, 2008,P. 129

<sup>2</sup> سليم بطرس جلد، إدارة المستشفيات والمراكز الصحية، دار الشروق للطبع والتوزيع، الأردن، 2007، ص. 27

## الفصل الأول: مدخل إلى كفاءة المؤسسات الصحية

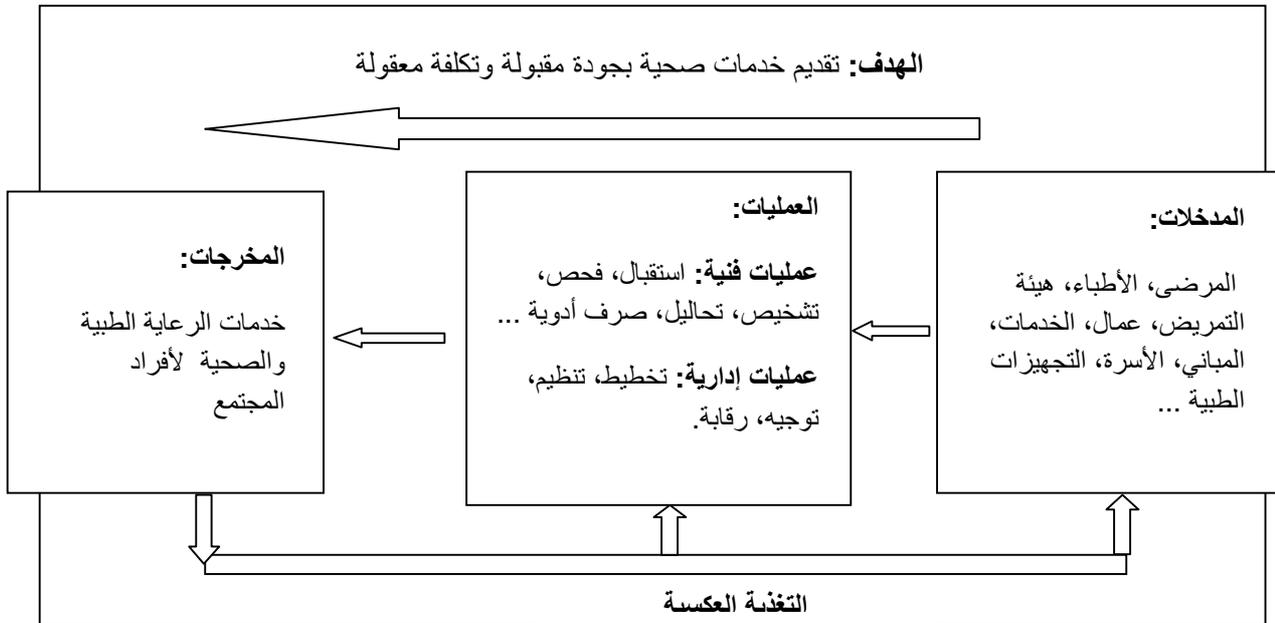
وعرفت المؤسسة الصحية على أنها " بناء تنظيمي خاص يحتوي على مجموعة كبيرة من الكوادر البشرية بمختلف التخصصات الطبية وغير الطبية والتكنولوجيا المختلفة بهدف تقديم خدمات طبية بمختلف المستويات الأولية والثانوية والتخصصية والتأهيلية للمرضى على أسرة الشفاء وكذلك متابعة المرضى الخارجيين للوصول معهم إلى أفضل مستوى من الصحة".<sup>1</sup>

من خلال هذا التعريف فإن المؤسسة الصحية تنظيم خاص من الإطارات البشرية من أطباء وممرضين وفنيين، وتكنولوجيا، من أجل تقديم خدمات صحية مختلفة وتختلف درجة تعقيدها من أبسط الخدمات إلى أعدها، وظل هذا للوصول إلى مستويات صحية عالية.

وبالنظر إلى المؤسسة الصحية على أنها نظام فعرفت على أنها " نظام كلي يضم مجموعة من النظم الفرعية المتكاملة والمتمثلة في نظام الخدمات الطبية ونظام الخدمات الطبية المعاونة، ونظام الخدمات الفندقية، ونظام الخدمات الإدارية وتتفاعل تلك النظم معا بهدف تحقيق أقصى رعاية ممكنة للمريض والمصاب وتدعيم الأنشطة التعليمية والتدريبية والبحثية للدارسين والعاملين في المجال الطبي".<sup>2</sup>

من التعريف يتضح أن المؤسسة الصحية نظام مفتوح يتألف من أنظمة فرعية تعمل معا من أجل تحقيق أهداف النظام، تتمثل هذه الأنظمة الفرعية في نظام الخدمات الطبية والمسؤول عن تقديم خدمات علاجية ووقائية، ونظام الخدمات الطبية المعاونة والمسؤول عن تقديم الخدمات المساعدة لعملية العلاج

### الشكل رقم (4): المؤسسة الصحية كنظام



المصدر: مريزق محمد عدمان، مداخل في الإدارة الصحية، دار الراية للنشر والتوزيع، الأردن، 2012، ص. 17

<sup>1</sup> صلاح محمد ذياب، إدارة المستشفيات والمراكز الصحية الحديثة، دار الفكر، الأردن، 2009، ص. 33

<sup>2</sup> سليم بطرس جلدة، مرجع سابق، ص. 27

والمتمثلة أساسا في خدمات المخبر والتصوير الطبي، ونظام الخدمات الفندقية والمتمثلة في توفير المبيت والإطعام للمرضى، ونظام الخدمات الإدارية والمسؤول عن التسيير الإداري للمؤسسة الصحية.

وبما أن المؤسسة الصحية نظام مفتوح يمكن توضيحها بالشكل رقم (4). و وفقا لذلك فهي تستعمل مجموعة من المدخلات كالأطباء والمرضى والأسرة والتجهيزات، وتمارس مجموعة من العمليات الفنية والإدارية من أجل الحصول على مجموعة من المخرجات.

### 2- تصنيف المؤسسات الصحية

هناك مجموعة من المعايير التي يمكن الاستناد عليها عند تصنيف المؤسسات الصحية، من بينها معيار الإنتاج، معيار الملكية، معيار التخصص.

#### 2-1- تصنيف المؤسسات الصحية على أساس الإنتاج

هناك نوعين من المؤسسات الصحية: مؤسسات صحية منتجة للخدمات الصحية، ومن أمثلتها المستشفيات والمراكز الصحية، ومؤسسات صحية غير منتجة للخدمات الصحية وهي مؤسسات صحية إدارية كالوزارة الوصية بالصحة (وزارة الصحة والسكان وإصلاح المستشفيات) ومديريات الصحة والسكان اللتين تتكفلان بالأمر الإداري والتنسيقية المتعلقة بالصحة.<sup>1</sup>

#### 2-2- تصنيف المؤسسات الصحية على أساس الملكية

تقسم المؤسسات الصحية على أساس الملكية إلى مؤسسات حكومية (عمومية) ومؤسسات خاصة ومؤسسات خيرية.

**2-2-1- المؤسسات العمومية:** وهي ملك للدولة، وفي الغالب تهدف إلى تقديم الخدمات الصحية بمختلف مستوياتها دون أن يكون لها هدف الربحية، وتهدف عموما إلى تقديم أقصى مستوى ممكن من الخدمات الصحية.

**2-2-2- المؤسسات الخاصة:** إما أن تكون ملك لشخص أو مجموعة من الأشخاص، ويهدف هذا النوع من المؤسسات إلى تقديم الخدمات الصحية بهدف الربح.

**2-2-3- المؤسسات الخيرية:** وتكون ملكا لجهات خيرية تطوعية مبنية على أساس عرقي أو ديني أو جهوي. وهذا النوع يشكل الوسطية بين الخاص والعام، حيث تسعى إلى تغطية نفقاتها من جهة ومن

<sup>1</sup> Belghiti Alaoui, *Principes généraux de planification stratégique à l'hôpital*, Ministère de la santé marocaine, Maroc, 2005, p. 15

جهة أخرى تحقيق درجة من الرضا ومساعدة المحتاجين للخدمة الصحية. بصفة عامة خدماتها محدودة نظرا لمحدودية المخصصات المالية.<sup>1</sup>

### 2-3- تصنيف المؤسسات الصحية على أساس التخصص

وفقا لهذا المعيار تقسم المؤسسات الصحية إلى مؤسسات عامة ومؤسسات متخصصة

**2-3-1- المؤسسات العامة:** وهي تلك المؤسسات التي تقدم الخدمات الصحية والطبية على مستوى مجموعة من الأقسام ومجموعة من التخصصات، وتخدم فئة كبيرة من السكان.

**2-3-2- المؤسسات الخاصة:** وهي مستشفيات تخصصية تعالج في أقسامها أمراضا معينة خاصة في فرع واحد أو اثنين فقط من التخصص الطبي، وخاصة تلك التي تحتاج إلى رعاية وخدمة طبية مركزة وعناية خاصة بالمرضى.<sup>2</sup>

### 3- وظائف المؤسسات الصحية

يمكن تحديد أربع وظائف أساسية للمؤسسات الصحية وهي:

#### 3-1- تقديم خدمات طبية ملائمة وعناية صحية للمرضى

وتتضمن خدمات الرعاية الطبية الأولية والثانوية والتخصصية بالإضافة إلى خدمات الرعاية طويلة الأمد والخدمات الطبية المساندة كالمخبر والأشعة. تتمثل الرعاية الأولية في الرعاية الصحية الأساسية والهامة والمتاحة لكافة أفراد المجتمع، ومن بين الخدمات التي تقدمها يذكر التنقيف والتوعية الصحية، وتقديم خدمات أمومة وطفولة متكاملة والتطعيم ضد الأمراض المعدية، وتقديم العلاج الأولي للمرضى، وحماية المجتمع من الأمراض المعدية والسيطرة عليها. وتتمثل الرعاية الثانوية في مختلف الرعاية المتخصصة وتشمل أساسا الإسعاف والطوارئ والجراحة العامة والتوليد ورعاية الأطفال بالإضافة إلى الأمراض الباطنية. وتتمثل خدمات الرعاية التخصصية في الخدمات التخصصية والدقيقة، وهي ذات تكلفة عالية، وتشمل هذه الخدمات على سبيل المثال جراحة العيون وجراحة الأنف والأذن والحنجرة وجراحة القلب. وتتمثل خدمات الرعاية طويلة الأمد في خدمات الطب الطبيعي والتأهيل والعلاج النفسي والاجتماعي، وتهدف إلى تمكين المريض من التعايش مع الإصابة التي لازمته.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> صلاح محمود ذياب، مرجع سابق، ص. 209

<sup>2</sup> سليم بطرس جلدة، مرجع سابق، ص. 39

<sup>3</sup> صلاح محمود ذياب، مرجع سابق، ص. 212-213

### 3-2- تعليم وتدريب العاملين في المجالات الطبية والتمريضية وفي العلوم الطبية المساعدة

تعد المؤسسات الصحية المكان الخصب لتنمية معلومات عددا كبيرا من العاملين في المجالات الطبية وشبه طبية، وتطوير لمهاراتهم وقدراتهم. ومن ناحية عملية قد تكون المؤسسات الاستشفائية هي المكان الأفضل لتعليم وتدريب الأطباء والممرضين وأخصائيي العلوم الطبية والتغذية والأشعة ومسيري المؤسسات الصحية وغيرهم.

### 3-3- تعزيز البحوث في المجالات الطبية والعلوم الأخرى التي لها علاقة بالصحة

حيث أن التقدم الهائل في علوم وتكنولوجيا الطب والعلوم الصحية الأخرى في تشخيص المشاكل الصحية الفردية وعلاجها هو خير دليل على أهمية البحوث في مجالات العلوم الطبية والعلوم الأخرى التي لها علاقة بالصحة. ويمكن القيام بالأبحاث الطبية بالاستفادة من إمكانيات المؤسسات الصحية التالية:

- تساعد السجلات الطبية على توفير بيانات ومعلومات طبية مهمة للباحثين للقيام بمختلف الأبحاث العلمية.
- يساعد وجود المخابر ومراكز التصوير الطبي والأجهزة الطبية الأخرى على إتاحة الفرصة أمام الباحثين حتى يقوموا بالبحوث التطبيقية.

### 3-4- توفير خدمات الرعاية الصحية الأولية واللازمة للنهوض بصحة المجتمع

تساعد المؤسسات الصحية على تقديم خدمات الرعاية الصحية الأولية وذلك عن طريق العيادات الأولية الخارجية، حيث يتم التوفير فيها العناية الشاملة والمستمرة للمريض وتنسيق أمور رعايته مع العيادات التخصصية التي تقدم رعاية طبية من مستوى أعلى.<sup>1</sup>

### المطلب الثاني: مفهوم كفاءة المؤسسات الصحية وتقييمها

#### 1- مفهوم كفاءة المؤسسات الصحية

عرفت الكفاءة في مبحث سابق على أنها التخصيص الأمثل للموارد التي تتوفر عليها أي مؤسسة من أجل الحصول على أكبر قدر من المخرجات باستعمال كمية محددة من المدخلات، أو القدرة على تخفيض استعمال المدخلات في العملية الإنتاجية للحصول على مستوى معين من المخرجات. هذا

<sup>1</sup> سليم بطرس جلدة، مرجع سابق، ص ص. 33-34

التعريف ينطبق على كل مؤسسة تستعمل مجموعة من المدخلات للحصول على مجموعة من المخرجات، وتحديد ومعرفة كفاءة مؤسسة معينة يتطلب معرفة مدخلاتها ومعرفة مخرجاتها.

ولتحديد كفاءة المؤسسة الصحية يكفي التعرف على مختلف المدخلات المستعملة للحصول على مختلف مخرجاتها.

### 1-1- مدخلات المؤسسات الصحية

تتمثل مدخلات المؤسسات الصحية في مختلف الموارد الضرورية لممارسة أنشطتها ومهامها، ويمكن أن تحدد في النقاط التالية:

#### 1-1-1- الموارد البشرية

تشكل الموارد البشرية العمود الفقري لأي نظام صحي، فالأشخاص هم الذين يديرون ويؤدون خدمات الرعاية الصحية إلى أفراد مجتمع ما، لذلك يجب أن يكونوا مؤهلين ومحفزين وفاعلين في تنفيذ المهام الموكلة إليهم. وتتمثل هذه الموارد في مختلف الإطارات الطبية والتمريضية المتخصصة والفتيون التي تحتاجها المؤسسة الصحية من أجل تحقيق هدفها، ويجب أن تتوفر بالعدد الكافي وبالنوعية العالية، وفي جميع مراحل تقديم الخدمة الصحية. فتوافر الموارد البشرية بالكم والنوع المناسبين شرط أساسي لتقديم خدمات صحية ذات جودة عالية.

#### 1-1-2- المباني

تحتاج المؤسسات الصحية سواء كانت مستشفى أو مركز صحي أو عيادة طبية إلى تصميم مباني خاص يتناسب وطبيعة الخدمات التي تقدمها. وتعتبر ضرورية باعتبارها مكان استقبال الزبائن وتقديم الخدمة لهم.

#### 1-1-3- الآلات والمعدات والأجهزة

من المعروف أن العصر الحديث هو عصر التكنولوجيا والمعلومات وقد برزت فيه الكثير من الصناعات المتطورة في شتى المجالات، والقطاع الصحي إحداها. ولكي تعطي التكنولوجيا أكلها يجب أن تستخدم بالشكل الأمثل والصحيح هذا من جهة، وأن تستخدم بالكمية والجودة الجيدتين من جهة أخرى، بحيث مطلوب من كل مؤسسة صحية نقادي استعمال تكنولوجيا لقلّة تكلفتها ورداءة مخرجاتها.

#### 1-1-4- المستهلكات الطبية وغير الطبية

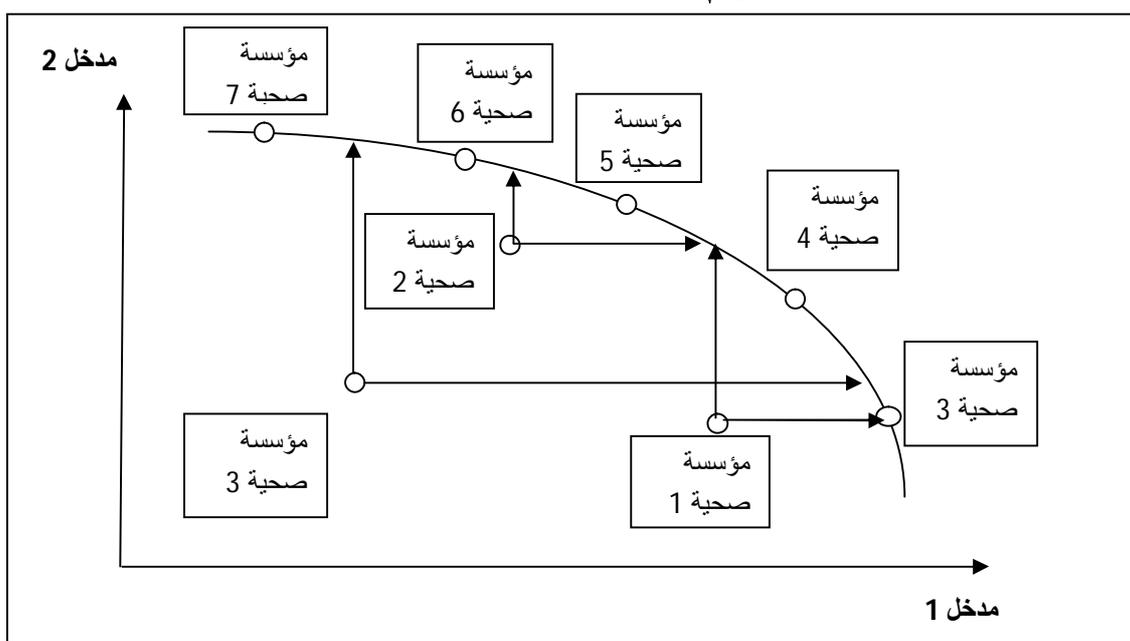
وتشمل الأدوية والمستلزمات الطبية المختلفة كالمحاليل والحقن وخيوط الجراحة والتي يتم استخدامها مرة واحدة فقط أو تستخدم لمريض واحد، وتشمل أيضا المواد غير الطبية كالمنظفات والمواد الورقية والملابس والأغذية المختلفة. وهي مهمة باعتبار جزء معتبر من الميزانية يخصص لها.<sup>1</sup>

#### 1-2- مخرجات المؤسسات الصحية

وهي حصيلة النشاط المؤسسة الصحية أو الخدمات التي تقدمها للأفراد والجماعات وما يرتبط بها من نتائج نهائية تتعكس على الصحة والمستوى الصحي، وتختلف باختلاف النشاط الذي تمارسه.<sup>2</sup>

الشكل رقم (5) يستعرض كفاءة المؤسسات الصحية باستخدام مفهوم حدود الكفاءة.

الشكل رقم (5): كفاءة المؤسسات الصحية



Source : Umakant Dash et al, Benchmarking the Performance of Public Hospitals in Tamil Nadu: An Application of Data Envelopment Analysis, **Journal of Health Management**, 9, (2007), p. 60

المؤسسات الصحية التي تقع على المغلف تعتبر كلها كفؤة، أما التي تقع تحته فهي غير كفؤة وتحتاج إلى تحسين كفاءتها.

<sup>1</sup> صلاح محمد ذياب، مرجع سابق، ص ص، 40-42

<sup>2</sup> فريد توفيق نصيرات، إدارة منظمات الرعاية الصحية، الطبعة الثانية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان-الأردن، 2009، ص. 25

يستخلص أن كفاءة المؤسسة الصحية هي التخصيص الأمثل للموارد البشرية والهيكل والمعدات والمستلزمات الطبية التي تتوفر عليها أي مؤسسة من أجل الحصول على أكبر قدر من الخدمات الصحية الموجهة لسكان منطقة معينة، أو القدرة على تخفيض استعمال الموارد السابقة الذكر في العملية الإنتاجية للحصول على مستوى معين من الخدمات الصحية. واشترط Ozcan (2014) أن تستجيب الخدمات الصحية المقدمة إلى حد أو مستوى مقبول من الجودة.<sup>1</sup>

### 2- طرق قياس كفاءة المؤسسات الصحية

تستعمل عدة مناهج أو طرق للقيام بالأداء المقارن من بينها: تحليل النسب، الانحدار باستخدام المربعات الصغرى، إنتاجية العوامل الإجمالية، تحليل الحدود العشوائي، تحليل مغلف البيانات.

#### 2-1- تحليل النسب

منهج تحليل النسب هو من أسهل المناهج لتقييم الأداء خاصة من ناحية الإنتاجية أو الكفاءة، كما يعمل على تقديم معلومات حول العلاقة بين مدخل واحد ومخرج واحد، لذا الكفاءة هي عدد وحدات المخرجات لكل وحدة من المدخلات.

$$\text{الكفاءة (الإنتاجية)} = \frac{\text{المخرج}}{\text{المدخل}}$$

في غالب الأوقات يجب أن تحسب العديد من النسب للوقوف على أبعاد مختلفة لأداء المؤسسات المتماثلة، أو من خلال المؤسسة المقترحة عبر فترات زمنية مختلفة، وهذا في العادة يكون صحيحا في ميدان أو قطاع المؤسسات الصحية.

ويترتب عن استخدام نسب متعددة، عند مقارنة الأداء بين المؤسسات الصحية فيما بينها، تشويش على مديري ومسيري الصحة، ولتقديم مثال على ذلك، سيتم تحليل الحالة المقدمة في الجدول (1) المتعلق بمقارنة عشر مستشفيات، وللتبسيط نفترض وجود مدخلين هما ساعات التمريض والإمدادات الطبية بالدولارات، وكذا نوعين من المخرجات وهما: عدد المرضى الداخليين وعدد زيارات المرضى الخارجيين.

<sup>1</sup> Ozcan A. Yasar, Health Care Benchmarking and Performance Evaluation, 2ed, Springer Science and Business Media, New York, 2014, p. 4

## الفصل الأول: مدخل إلى كفاءة المؤسسات الصحية

الجدول رقم (1): مدخلات ومخرجات المستشفيات

المخرجات		المدخلات		المستشفيات
المرضى الخارجيين	المرضى الداخليين	الإمدادات الطبية (\$)	ساعات التمريض	
211	409	2678	567	1
85	90	1200	350	2
186	295	1616	445	3
71	560	1450	2200	4
94	195	890	450	5
100	209	1660	399	6
57	108	3102	156	7
252	877	3456	2314	8
310	189	4000	560	9
390	530	4500	1669	10

Source : Ozcan A. Yasar, **Health Care Benchmarking and Performance Evaluation**, 2ed, Springer Science and Business Media, New York, 2014, p. 8

من خلال هذه البيانات يمكن حساب أربع نسب، والجدول رقم (2) يبين هذه النسب، مع العلم أن الأرقام العريضة في كل عمود تفسر بأفضل أداء.

الجدول رقم (2): نسب أداء المستشفيات

إمدادات الطبية/المرضى الخارجيين	ساعات التمريض/المرضى الخارجيين	إمدادات الطبية/المرضى الداخليين	ساعات التمريض/المرضى الداخليين	المستشفيات
12.69	2.69	6.55	<b>1.39</b>	1
14.12	4.12	13.33	3.89	2
<b>8.69</b>	2.39	5.48	1.51	3
20.42	30.99	<b>2.59</b>	3.93	4
9.47	4.79	4.56	2.31	5
16.60	3.99	7.94	1.91	6
54.42	2.74	28.72	1.44	7
13.71	9.18	3.94	2.64	8
12.90	<b>1.81</b>	21.16	2.96	9
11.54	4.28	8.49	3.15	10

Source : Ozcan A. Yasar, **Health Care Benchmarking and Performance Evaluation**, 2ed, Springer Science and Business Media, New York, 2014, p. 8

## الفصل الأول: مدخل إلى كفاءة المؤسسات الصحية

النسب المحسوبة تعكس النسبة مدخل/مخرج، وهي عكس النسبة مخرج/مدخل، إذا أفضل النتائج هي اصغر النسب، النسبة الأولى مثلا تبين أن أفضل أداء حققه المستشفى الأول. ولتحديد المستشفى المرجعي حسب كل نسبة، يتم ترميز النتائج. لتتميز نتائج النسبة الأولى نعتبر اصغر نتيجة (1.39) كقيمة معيارية وتقسّم على باقي نتائج النسبة الأولى، والشئ نفسه يطبق مع النسب الأخرى. أعلى قيمة يحصل عليها هي الواحد وتعني الكفاءة التامة للمستشفى الذي يحققها. الجدول رقم (3) يعرض نتائج كفاءة المستشفيات حسب كل نسبة.

يتضح من الجدول أن أفضل مستشفى يختلف باختلاف النسبة، وهذا ما يجعل المدير الصحي في مأزق عند رغبته في تحديد المستشفى الواجب تقليده (المرجعي) من أجل تحسين الأداء. مثلا المستشفى الأول يعتبر مرجعي بالنسبة لساعات التمريض/المرضى الداخليين، ويأتي خامسا بالنسبة للإمدادات الطبية/المرضى الداخليين، وثالثا بالنسبة لساعات التمريض/المرضى الخارجيين، ورابعا بالنسبة للإمدادات الطبية/المرضى الخارجيين. من جهة أخرى، تعتبر نتائج المستشفى الرابع أكثر تناقضا، حيث صنف أولا بالنسبة للإمدادات الطبية/المرضى الداخليين، وعاشر فيما يخص ساعات التمريض/المرضى الداخليين و ساعات التمريض/المرضى الخارجيين، وتاسعا بالنسبة للإمدادات الطبية/المرضى الخارجيين. نفس الكلام تقريبا يقال عن المستشفيات الثالث والتاسع.

الجدول رقم (3): نسب الكفاءة المعيارية وترتيب المستشفيات

إمدادات الطبية/المرضى الخارجيين		ساعات التمريض/المرضى الخارجيين		إمدادات الطبية/المرضى الداخليين		ساعات التمريض/المرضى الداخليين		المستشفيات
الرتبة	الكفاءة	الرتبة	الكفاءة	الرتبة	الكفاءة	الرتبة	الكفاءة	
4	0.68	3	0.67	5	0.40	1	1	1
7	0.62	6	0.44	8	0.19	9	0.36	2
1	1	2	0.76	4	0.47	3	0.92	3
9	0.43	10	0.06	1	1	10	0.35	4
2	0.92	8	0.38	3	0.57	5	0.60	5
8	0.52	5	0.45	6	0.33	4	0.73	6
10	0.16	4	0.66	10	0.09	2	0.96	7
6	0.63	9	0.20	2	0.66	6	0.53	8
5	0.67	1	1	9	0.12	7	0.47	9
3	0.75	7	0.42	7	0.30	8	0.44	10

Source : Ozcan A. Yasar, **Health Care Benchmarking and Performance Evaluation**, 2ed, Springer Science and Business Media, New York, 2014, p. 9

و هذا ما يبين القصور في طريقة التحليل باستخدام النسب، حيث في غالب الأحيان لا يستطيع المديرين الصحيين تحديد بدقة المرجع الثابت الذي يحتوي على كل مدخلات و مخرجات المؤسسة الصحية.<sup>1</sup>

## 2-2- الانحدار باستخدام المربعات الصغر (LSR)

تعتبر طريقة الانحدار باستخدام المربعات الصغرى الطريقة المعلمية الأكثر استخداما، و من خلال صياغتها، تفترض أن كل منظمات الرعاية الصحية تعتبر كقوة. الصيغة العامة للانحدار الخطي هي:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + e$$

هناك مجموعة من الفرضيات لهذا النموذج و هي:

- لأي قيمة ثابتة  $x$ ،  $y$  هي متغير عشوائي  $(y/x) = \beta_0 + \beta_1x_1$ ،
- قيم  $y$  هي قيم مستقلة كل منها على حدة،
- متوسط قيم  $y$  هي دالة خطية في  $x$ ،  $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + e$ ،
- تباين  $y$  هو نفسه تباين لأي قيمة من  $x$ ،
- يتبع  $y$  التوزيع الطبيعي لأي قيمة ثابتة لـ  $x$ .

و لانحدار المربعات الصغرى مزايا، منها: يمكن استخدامها في قياس التغير التقني أو التكنولوجي إذا توفرت بيانات السلسلة الزمنية، ويمكن أن تقيس اقتصاديات الحجم، بينما لها عيوب أكبر، منها: استخدام طريقة المربعات الصغرى لتحليل الأداء يطرح عدة نقائص، أولا الطريقة تستعمل قياسات الاتجاه المركزي و التي لا تكون بالضرورة علاقة كفاءة، بالإضافة الطريقة لا تحدد الوحدات غير الكفاءة، و تتطلب تحديد مسبق لدالة الإنتاج، و التي لها شكل محدد.<sup>2</sup>

## 2-3- الإنتاجية العوامل الكلية (TFP)

تتفوق هذه الطريقة على طريقة تحليل النسب من جهة أنها تمزج بين كل المدخلات وكل المخرجات في مؤشر واحد يقيس الأداء الكلي للمؤسسة. وتقاس باستخدام الأرقام القياسية، هذه الأخيرة تستعمل أساسا لقياس التغير في السعر والكمية عبر الزمن، كما تقيس أيضا التطورات بين المؤسسات الصحية. ويعبر عنها بالصيغة التالية:

<sup>1</sup> Ozcan A. Yasar, Op. Cit., pp. 7-9

<sup>2</sup> Ibid., pp. 9-10

$$TFP_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{ib}q_{ib}}{\sum_{i=1}^N P_{ia}q_{ia}}$$

وتقيس التغير الذي يحدث في قيمة المخرجات بين الفترتين  $a$  و  $b$  وتعتبر  $P$  عن أسعارها و  $q$  عن كمياتها. من أهم المؤشرات وأكثرها استخداماً مؤشر Laspeyres ومؤشر Pashe ومؤشر Fisher ومؤشر Tornqvist ومؤشر Malmquist<sup>1</sup>.

#### 2-4- تحليل الحدود العشوائي SFA

تعتبر طريقة تحليل الحدود العشوائي إحدى الطرق المعلمية. وهذه الطريقة تختلف عن أسلوب الانحدار في عدة أشياء. فعلى سبيل المثال، يستخدم أسلوب الانحدار طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لإيجاد أفضل توفيق لمتوسط دالة التكلفة، في حين يستخدم هذا الأسلوب طريقة الاحتمال الأعظم لتقدير الكفاءة الحدودية لدالة التكلفة. إضافة إلى ذلك، فإن هذا أسلوب يميز بين مكونات الخطأ وحالة نقص الكفاءة، وهذا الأمر يتطلب وضع افتراضات معينة إلى توزيع حالة نقص الكفاءة ومكونات الخطأ، الأمر الذي يقود إلى قياس أدق للكفاءة النسبية.

يستخدم تحليل الحدود العشوائي لتقدير الكفاءة النسبية لمجموعة من الوحدات. وهذا التحليل يستند على فرضية مفادها أن منحنى الكفاءة الحدودي للوحدة المنظورة ينحرف عن منحنى الكفاءة الحدودي الأمثل بجزء يمثل الخطأ العشوائي، وآخر يعكس نقص الكفاءة.<sup>2</sup>

يمكن أن يصاغ النموذج العام لهذا النموذج على هذا النحو:

$$TC = TC(Y, W) + V + U$$

حيث:  $TC$  هي التكلفة الاجمالية، و  $Y$  هي المخرجات، و  $W$  هي أسعار المدخلات، و  $V$  هو الخطأ العشوائي الذي يفترض ان يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط وتباين معدومين، و  $U$  هو نقص الكفاءة. يستخدم تحليل الحدود العشوائي لاختبار الفرضيات ويستخدم أيضاً لقياس الكفاءة التقنية وكفاءة الحجم وكفاءة تخصيص الموارد والتغيرات التقنية.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ozcan A. Yasar, Op. Cit., pp. 11-12

<sup>2</sup> علي بن صالح بن علي الشايح، قياس الكفاءة النسبية للجامعات السعودية باستخدام تحليل مغلف البيانات، أطروحة دكتوراه، كلية التربية جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية، غير منشورة، 2008، ص. 60

<sup>3</sup> Ozcan A. Yasar, Op. Cit., p. 13

### 2-5- تحليل مغلف البيانات DEA

ويعتبر من أهم الطرق اللامعلمية المبنية على أساس البرمجة الخطية المستخدمة في قياس الكفاءة، وسيتم التطرق إليه بإسهاب في الفصلين الثاني والثالث.

#### خلاصة الفصل الأول

تعتبر المؤسسات الصحية الدعامة الرئيسية لأي نظام صحي، فهي المنتج المباشر للخدمات الصحية التي يحتاجها أي مجتمع. ومن أجل مباشرة نشاطها تتطلب موارد مالية وبشرية ومادية معتبرة، وللوقوف على مدى حسن استخدام هذه الموارد يجب تقييم كفاءتها. ويقصد بالكفاءة تقديم أقصى من المخرجات باستخدام المتاح من المدخلات، أو لتحقيق قدر محدد من المخرجات يجب استخدام أقل ما يمكن من المدخلات. وعرفت كفاءة المؤسسات الصحية على أنها التخصيص الأمثل للموارد البشرية والهياكل والمعدات والمستلزمات الطبية التي تتوفر عليها أي مؤسسة من أجل الحصول على أكبر قدر من الخدمات الصحية الموجهة لسكان منطقة معينة، أو القدرة على تخفيض استعمال الموارد السابقة الذكر في العملية الإنتاجية للحصول على مستوى معين من الخدمات الصحية. ولتقييم الكفاءة عن طريق منهج المقارنة هناك مجموعة من الأساليب من بينها: تحليل النسب، تحليل النسب، الانحدار باستخدام المربعات الصغرى، إنتاجية العوامل الإجمالية، تحليل الحدود العشوائي، تحليل مغلف البيانات.

## الفصل الثاني:

النماذج الأساسية لأسلوب تحليل مغلف  
البيانات

الفصل الثاني: النماذج الأساسية لأسلوب تحليل مغلف البيانات

تمهيد

يتناول هذا الفصل عرض مدخل إلى تحليل مغلف البيانات بدءاً من تحديد ماهيته ثم أسسه ثم البرمجة الخطية ثم استعراض مجموعة مهمة من أساليب تحليل مغلف البيانات بدءاً بالأساليب الأساسية أو كما يسميها البعض بالتقليدية مروراً إلى بعض الأساليب المتقدمة. وعليه تم تقسيم هذا الفصل إلى أربعة مباحث على هذا النحو:

المبحث الأول: مدخل إلى أسلوب تحليل مغلف البيانات

المبحث الثاني: نماذج تحليل مغلف البيانات لعوائد الحجم الثابتة (CCR) ولعوائد الحجم المتغيرة (BCC)

المبحث الثالث: نماذج الكفاءة التجميعية والمضاعفة ونماذج المتغيرات غير المتحكم فيها والمتغيرات التصنيفية

المبحث الرابع: نماذج الكفاءة المتقاطعة والكفاءة الممتازة

## المبحث الأول: مدخل إلى أسلوب تحليل مغلف البيانات

يعتبر أسلوب تحليل مغلف البيانات من الأساليب الفعالة وذات الاستخدام الواسع في حساب الكفاءة واقتراح التحسينات المطلوبة. يستعرض هذا المبحث ماهيته وركائزه ومزاياه وكذلك صيغته الرياضية العامة.

### المطلب الأول: ماهية أسلوب تحليل مغلف البيانات

#### 1- نشأة أسلوب تحليلي مغلف البيانات

يرجع الفضل إلى ميلاد أسلوب تحليل مغلف البيانات إلى طالب الدكتوراه Edwardo Rhodes عندما كان يحضر أطروحة الدكتوراه بمدرسة الأعمال الحضرية و العامة بجامعة Carnegie Mellon بالولايات المتحدة الأمريكية ومشرفه الأستاذ Cooper W. W. وبدعم من الحكومة الفدرالية. حيث كان يرمي الطالب إلى تقييم أداء البرامج التعليمية للطلبة المتعثرين دراسياً (الزنج والاسبان) لمجموعة من المدارس المتماثلة في إحدى المقاطعات، والتحدي الكبير الذي واجههما هو كيفية قياس الكفاءة مع وجود مجموعة من المدخلات ومجموعة من المخرجات دون توفر أسعارهما، فالتحدي كان جد كبير. فحاولوا أولاً استخدام أساليب الإحصاء و الاقتصاد القياسي لكن دون جدوى ، بعد ذلك وبتبنيه من Edwardo عن مقال للاقتصادي Farrell بعنوان " قياس الكفاءة الإنتاجية " المنشور في مجلة journal of royal statistical society 1957 ، توجه Cooper إلى زميله Charnes A. ليتعاونوا معاً لحل إشكال قياس الكفاءة في ضل وجود مدخلات متعددة ومخرجات متعددة، وهو ما توج فعلاً ببناء نموذج رياضي يعتمد على البرمجة الخطية سمي بتحليل مغلف البيانات Data Envelopment Analysis ، من عام 1978.<sup>1</sup>

#### 2- أصل المصطلح

إن تحليل مغلف البيانات هو التعريب الشائع لمصطلح Data Envelopment Analysis، ويوجد من يستخدم مصطلح تحليل تطويق البيانات، ومصطلح تحليل تطريف البيانات، ويلاحظ أن مصدر الاختلاف نابع من الاختلاف في ترجمة كلمة Envelopment، حيث عربت في حالات بمغلف وفي حالات أخرى بتطريف ووضعيات أخرى بتطويق. كما يلاحظ أن الخلاف لغوي لا يصل إلى بناء

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L. M. Seiford, J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2ed, springer,2011, pp. 4-5

الموضوع على الإطلاق، فجميع من كتب عن الموضوع باللغة العربية أو الانجليزية يعرفون الأسلوب بتعريف واحد كما عرفه مؤسسيه Cooper و Charnes و Rhodes.<sup>1</sup>

### 3- تعريف تحليل مغلف البيانات

عرف Charnes و زملائه أسلوب تحليل مغلف البيانات على انه استخدام منهج البرمجة الخطية لتقييم الكفاءة النسبية لوحدات اتخاذ القرار التي تمزج مجموعة متعددة من المدخلات من أجل الحصول على مجموعة متعددة من المخرجات.<sup>2</sup>

ورد تعريف نموذج تحليل مغلف البيانات في مقال لـ Cook W. , Tone K., Zhu J. على هذا النحو: "تقنية كمية مرتكزة على أسلوب البرمجة الرياضية لتقييم الكفاءة النسبية لوحدات اتخاذ القرار التي تستعمل مجموعة من المدخلات بغرض إنتاج مجموعة من المخرجات."<sup>3</sup>

ويعرف Sherman و Zhu تحليل مغلف البيانات على انه تقنية كمية تستعمل أساسا لإيجاد مجموعة من وحدات الإنتاج التي حققت أفضل ممارسة أو أداء؛ وتحديد الوحدات غير الكفؤة مقارنة بالوحدات المحققة لأفضل أداء. وبناء على ذلك ، فأسلوب تحليل مغلف البيانات هو أداة تساعد متخذي القرار بشكل واضح و موضوعي على التعرف على الوحدات التي تحتاج إلى تحسين كفاءتها، وتحديد مقدار الموارد الواجب اقتصادها أو مقدار المخرجات الواجب تحقيقه باستعمال الموارد الحالية كي تصبح ضمن الوحدات التي تحقق أفضل ممارسة أو أداء.<sup>4</sup>

من التعارف السابقة، يتضح أن أسلوب تحليل مغلف هو أسلوب كمي يتضمن مجموعة من النقاط المهمة:

- يعتمد الأسلوب على طريقة البرمجة الخطية في حساب كفاءة وحدات اتخاذ القرار، حسب ما تستعمله كل وحدة من مدخلات لتحقيق مخرجاتها.
- وجود عدد من الوحدات التنظيمية أو ما يسمى بوحدات اتخاذ القرار، التي تعمل في نفس المجال أو تؤدي نفس الوظيفة. وتقاس كفاءة أي وحدة قرار بالمقارنة مع بقية الوحدات، لذلك تسمى بالكفاءة النسبية.

<sup>1</sup> محمد شامل بهاء الدين مصطفى فهمي، قياس الكفاءة النسبية للجامعات الحكومية بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية، المجلد الأول، العدد الأول، جانفي 2009، ص ص. 255-256

<sup>2</sup> Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E., Measuring the efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Research**, 2 (1978), pp.429-431

<sup>3</sup> Cook W. , Tone K., Zhu J. , Data envelopment analysis: Prior to choosing a model, **international journal of management science**, 44 (2014), p. 1

<sup>4</sup> David Sherman, Joe Zhu, **services productivity management: improving service performance using data envelopment analysis (DEA)**, springer business- media, USA, 2006, p. 38

- تستعمل هذه الوحدات مجموعة من المدخلات لإنتاج مجموعة من المخرجات، والشرط الأساسي لهما هو تماثلها بالنسبة لجميع الوحدات.
- الهدف من وراء حساب كفاءة كل وحدة هو التعرف على الوحدات التي لم تحقق كفاءة تامة ومن ثمة تزويدها بالتحسينات المطلوبة منها.

ويعود سبب تسمية هذا الأسلوب بهذا الاسم إلى أن الوحدات التنظيمية ذات الكفاءة التامة تكون في المقدمة وتغلف (تطوق) الوحدات التنظيمية غير الكفؤة، وعليه يتم تحليل البيانات للتفرقة بينهما.

تحليل مغلف البيانات (DEA) هو منهج رياضي يستند إلى البرمجة الرياضية لقياس الكفاءة النسبية لوحدات صنع القرار (DMUs) التي تستخدم مدخلات متعددة لإنتاج مخرجات متعددة. تكمن أهمية تحليل مغلف البيانات (DEA) في القدرة على تقييم الكفاءة النسبية لوحدة صنع القرار (DMU) التي تعمل في قطاع معين مثل القطاع المصرفي، القطاع الصحي، قطاع الزراعة، قطاع الصناعة وقطاع النقل الخ.<sup>1</sup> ولعل أهم قطاع طبقت فيه هو القطاع المصرفي، ويليه القطاع الصحي.<sup>2</sup>

عند معاينة هذا التعريف يتضح انه يركز على مجموعة من العناصر المتمثلة في البرمجة الخطية، الكفاءة، وحدات اتخاذ القرار، و المدخلات و المخرجات. كل المصطلحات المستعملة كانت موجودة قبل إرساء الأسلوب إلا مصطلح واحد متمثل في " وحدات اتخاذ القرار" فهو مستحدث من قبل الباحثين. ولقد استعمل في بحثهم ليدل على البرامج التعليمية المنتهجة من قبل مختلف المدارس. والمدخلات التي تستعملها أي وحدة اتخاذ قرار هي الاستهلاكات أو الاستعمالات الفعلية، ونظريا لا مانع أن تستعمل مدخل واحد ولكن تطبيقيا تستخدم أكثر من مدخل واحد، أما المخرجات فهي الكمية الفعلية التي تقوم بإنتاجها، ويمكن أن تكون مخرج واحد فقط.

#### 4- وحدات اتخاذ القرار

ويقابل هذا الاصطلاح في اللغة الانجليزية (Decision Making Units (DMU)، واستعمل لأول مرة من قبل Cooper وزملائه عام 1978 ليعبر عن الوحدات غير الهادفة إلى الربح والتي تقيم كفاءتها باستخدام نموذج تحليل مغلف البيانات، ومنذ ذلك الحين وهو يستعمل في أدبيات النموذج، سواء للوحدات التي لا تهدف إلى الربح أو إلى تلك التي تهدف إليه.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L. M. Seiford, J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2ed, Op. Cit., pp. 1-2

<sup>2</sup> John S. Liu, A survey of DEA applications, **Omega**, 41 (2013), p. 893

<sup>3</sup> A. Chernes, W. W. Cooper, E. Rhodes, Measuring efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Research**, 2 (1978), p. 429

بشكل عام يمكن النظر إلى وحدة اتخاذ القرار ككيان مسؤول عن تحويل المدخلات إلى مخرجات بحيث يمكن تقييم كفاءتها. في التطبيقات الإدارية، قد تكون هذه الوحدات مجموعة بنوك أو محلات تجارية أو مراكز تسوق، وتمتد إلى شركات صناعة السيارات، والمستشفيات، والمدارس، والمكتبات العامة، إلى غيرها. وفي التطبيقات الهندسية يمكن أن تكون مثلاً مجموعة من الطائرات أو المحركات.<sup>1</sup> فضلاً عن ذلك يمكن أن تكون وحدة اتخاذ القرار فرد بشري واحد، ففي دراسة قام بها Cooper et al ، تم تقييم كفاءة مجموعة من لاعبي كرة السلة المحترفين، ولقد أثبتت الطريقة نجاحها من خلال تحديد نقاط القوة والضعف لكل لاعب على حدة.<sup>2</sup> كذلك هناك دراسة أخرى قام بها Nuria Ramón et al ، تم تطبيق الأسلوب لترتيب لاعبي التنس المحترفين.<sup>3</sup>

### المطلب الثاني: ركائز ومزايا أسلوب تحليل مغلف البيانات

#### 1- ركائز تحليل مغلف البيانات

يعتمد أسلوب تحليل مغلف البيانات على مفهومين أساسيين ، الأول هو كفاءة Farrell عام 1957 والثاني هو أمثلية Pareto .

- كفاءة Farrell: والتي أوضحت إمكانية تحديد الكفاءة لوحدة إنتاجية تستعمل مدخل واحد ومخرج واحد، ودون وضع أي فرضيات متعلقة بصيغة دالة الإنتاج. وتمكن Farrell من تحديد حدود الإنتاج القصوى لمجموعة من الوحدات الإنتاجية و التي تستعمل مخرجا واحدا لإنتاج مخرج واحد. بعد ذلك بعقد من الزمن قام Charnes وزميليه بتعميم هذه الدراسة لتشمل قياس الكفاءة في حالة وجود أكثر من مدخل وأكثر من مخرج. وتقاس الكفاءة لأي وحدة إنتاجية بنسبة المخرجات الموزونة إلى المدخلات الموزونة، ويعبر عنها رياضياً كما يلي:

الكفاءة = المدخلات الموزونة\المخرجات الموزونة.

- أمثلية Parreto: وفقاً لمفهوم الأمثلية عند Pareto فإن أي وحدة اتخاذ قرار تكون غير ذات كفاءة إذا استطاعت وحدة أخرى أو مجموعة من وحدات اتخاذ القرار إنتاج نفس الكمية من

<sup>1</sup> W. W. Cooper, L. M. Seiford, Kaoru Tone, **Data Envelopment Analysis**, Kluwer Academic Publishers New York, USA. 2002, p. 22.

<sup>2</sup> W. Cooper , Jose L. Ruiz , Inmaculada Sirvent , Selecting non-zero weights to evaluate effectiveness of basketball players with DEA, **European Journal of Operational Research**, 195 (2009), p. 563.

<sup>3</sup> Nuria Ramon, Jose L. Ruiz , Inmaculada Sirvent , Common sets of weights as summaries of DEA profiles of weights: With an application to the ranking of professional tennis players, **Expert Systems with Applications**, 39 (2012), p. 4882.

المخرجات بكمية اقل من المدخلات و دون زيادة في أي مورد آخر، وتكون وحدة اتخاذ القرار ذات كفاءة Pareto إذا تحقق العكس.<sup>1</sup>

## 2- مزايا نموذج تحليل مغلف البيانات

- يستمد نموج تحليل مغلف البيانات قوته كأداة فعالة لتقييم الأداء وللتقييم المقارن من المزايا العديدة التي يتوفر عليها، ومن بين أهم مزاياه ما يلي :
- عدم الحاجة إلى وضع أي فرضيات (صيغة رياضية) للدالة التي تربط بين المتغيرات التابعة والتمثلة في مختلف مخرجات العملية الإنتاجية والمتغيرات المستقلة المتمثلة في مدخلات العملية، كما هو الحال في دالة الإنتاج المعروفة في المجال الاقتصادي Cobb-Douglas، ويرى Stolp أن تحليل مغلف البيانات يجعل البيانات تتحدث لنفسها بدلا من أن تتحدث في إطار صيغة دالة مفروضة عليها وذلك لأن تحليل مغلف البيانات يركز على تعظيم دالة كل وحدة بمفردها عكس ما يحدث في تحليل الانحدار على سبيل المثال ، حيث نحاول أن نجعل كل وحدة تنطبق على خط الانحدار الذي افترض أن يصنف تصرف جميع الوحدات في المتوسط مقللا الانحرافات عنه إلى أدنى المستويات.<sup>2</sup>
  - يمكن لهذا الأسلوب في قياسه للكفاءة أن يتعامل مع المتغيرات سواء كانت كمية أو وصفية، فهناك العديد من الدراسات التي تمكنت مثلا من إدراج المتغيرات التصنيفية عند حساب الكفاءة، فهذه الميزة تزيد أكثر من فاعليته.
  - لا يحتاج إلى تحديد أوزان مسبقة للمدخلات والمخرجات، وإنما يترك الحرية للنموذج الرياضي الذي يقوم بتحديدتها تلقائيا، كما انه لا يشترط معرفة أسعار المدخلات والمخرجات، الأمر المستعصي في غالب الأحيان على المؤسسات التي لا ترمي إلى تحقيق الأرباح.
  - من أقوى مزايا نموذج تحليل مغلف البيانات هي مقدرته على استخدام مدخلات متعددة ومخرجات متعددة في حساب الكفاءة لوحدة اتخاذ القرار، مع العلم أن وحدات قياس المدخلات والمخرجات مختلفة تماما. هذا ما جعله يتميز عن باقي طرق تقييم الكفاءة والأداء.
  - يمكن اعتبار هذا الأسلوب أداة فعالة من اجل القيام بالمقارنة المعيارية أو المرجعية، حيث يوفر الأسلوب معلومات تفصيلية كثيرة تساعد الإدارة في تحديد مواطن الخلل ومواطن القوة في الوحدات التي يتم تقييمها، ومن أهم هذه المعلومات :
  - تحديد الوحدات ذات الكفاءة النسبية التامة التي تقع على خط الحدود القصوى للإنتاج، مما يمكن الإدارة العليا من دراسة أسلوب الإدارة في هذه الوحدات ومعرفة أسباب التفوق فيها باعتبارها نموذج

<sup>1</sup> نهاد نادر، خالد عليطو، باسل ونوس، قياس كفاءة محطات الحاويات باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات، سلسلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات الاقتصادية-سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 38، العدد 8، 2013، ص.132

<sup>2</sup> Chandler Stolp, strengths and weaknesses of data envelopment analysis : an urban and regional perspective, computer, environment and urban systems, 14(1990), p. 104

- مرجعي لتطبيق هذه العوامل بعد ذلك على بقية الوحدات الأخرى منخفضة الأداء، كما يمكن تحديد الوحدات غير الكفوة ويحدد لها بدقة الوحدة أو الوحدات المرجعية لها.
- تحديد مصادر وكمية الطاقة الراكدة من المدخلات المستخدمة من قبل الوحدات الأقل كفاءة، فالأسلوب يحدد مقدار المدخلات العاطلة التي يمكن التخلي عنها دون المساس بالكمية المنتجة سلفاً.
  - تحديد مصادر وكمية الطاقة الفائضة أو إمكانية زيادة المخرجات في الوحدات الأقل كفاءة وبدون زيادة المدخلات، في هذه الحالة يجب مطالبة الوحدات بزيادة مخرجاتها لان الكميات التي تتوفر عليها من المدخلات تسمح بذلك.
  - بعض نماذج هذا الأسلوب تسمح بتحديد طبيعة العائد على حجم الإنتاج عند حدود الكفاءة، التي قد تكون عوائد ثابتة أو عوائد متغيرة.<sup>1</sup>
  - يمكن إدراج قيود إضافية تتعلق بأوزان المدخلات والمخرجات متى رغب فيها، وهذا الإجراء يسمح بزيادة كفاءة النموذج في حد ذاته.
  - يركز على الوحدات التي تتميز بأعلى كفاءة والتي تشكل منحنى الحدود القصوى للإنتاج لا على تلك التي تتصف بالكفاءة المتوسطة.<sup>2</sup>
  - يحسب الكفاءة من خلال مؤشر واحد فقط، وهذا يساعد كثيراً على ترتيب الوحدات الإنتاجية، على عكس طريقة النسب التي تحسب العديد من نسب المقارنة للوحدة الواحدة، الأمر الذي يطرح إشكال الترتيب، لان بعض الوحدات جيدة من منظور نسبة معينة وسيئة من منظور نسبة أخرى.
- هذا الكم من المعلومات عن الوحدات ذات الكفاءة المنخفضة تمكن الإدارة من تشخيص الخلل والعمل على إصلاح النقص وذلك أثناء عملية التقييم لتلك الوحدات.

### المطلب الثالث: الصيغة الرياضية لأسلوب تحليل مغلف البيانات

الشكل العام الذي تأخذه معظم نماذج تحليل مغلف البيانات هو البرمجة الكسرية الخطية، هذا الشكل يمكن تحويله إلى صيغة خطية باستعمال التحويل الذي اقترحه Charnes و Cooper عام 1962.<sup>3</sup> إذا من الضروري التذكير بالبرمجة الخطية قبل استعراض الصيغة الرياضية للأسلوب.

#### 1- البرمجة الخطية

البرمجة الخطية هي واحدة من التقنيات الكمية الأكثر تنوعاً و قوة وإفادة في يدي متخذي القرار، فهي أداة رياضية فعالة تستخدم لحل مسائل الأمثلية للمشاكل التي تكون علاقاتها في شكل خطي. ولقد

<sup>1</sup> محمد شامل بهاء الدين مصطفى فهمي، مرجع سابق، ص ص. 254-256

<sup>2</sup> Abraham Charnes, William W. Cooper, Arie Y. Lewin, Lawrence M. Seiford , **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application**, Springer Science and Business Media, USA, 1994, p. 8

<sup>3</sup> A. Charnes, W. W. Cooper, programming with linear fractional functional, **naval research logistics**, 9 (1962), pp. 181-185

عرفها George B. Dantzig " تختص البرمجة الخطية بتعظيم أو تدنية دالة هدف خطية لعدد من المتغيرات وتحت مجموعة من القيود التي تكون في شكل مساواة أو متراجحات خطية " <sup>1</sup>.

### 1-1- الصيغة العامة

الشكل العام لنموذج البرمجة الخطية يكون على هذا النحو :

$$(Max \text{ or } Min) Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$$

$$\text{Subject to } a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n (\geq, =, \leq) b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n (\geq, =, \leq) b_2$$

⋮

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n (\geq, =, \leq) b_m$$

$$\text{and } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, \dots, x_n \geq 0,$$

إن المعاملات  $a_{ij}$  و  $b_i$  و  $c_j$  هي معاملات معلومة بشكل تام. تسمى  $c_j$  بمعاملات أو معايير الأمثلية و  $b_i$  بالموارد أو الشروط و  $a_{ij}$  بالمعاملات التقنية أو التكنولوجية. أما  $x_j$  فتسمى بمتغيرات القرار.

حل النموذج معناه إيجاد قيم المتغيرات التي تحترم قيود المسألة، وفي نفس الوقت تجعل دالة الهدف مثلى. ومن أهم طرق الحل الطريقة المبسطة ( أو طريقة السمبلكس). وهي خوارزمية تكرارية لصاحبها George Dantzig ( 1947 ) تقوم بادئ بدء باختبار حل أولي ممكن ثم تنتقل مباشرة إلى حل أفضل منه وهكذا إلى أن تصل إلى أفضل حل وهو الأمثل <sup>2</sup>.

ما يزيد من قوة هذه الأداة هو ظهور الإعلام الآلي وتطوره السريع، فقد أعطى لها دفعا قويا، فهناك العديد من البرمجيات المتوفرة والتي تساعد على حل النموذج في ظرف قياسي. من بين هذه البرمجيات : LIPS, CEPLEX , Express-MP, Gurobi, LINDO . بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام صفحات الإكسل من خلال Solver لحل نماذج البرمجة الخطية.

### 1-2- البرنامج الثنائي

يسمى نموذج البرمجة الخطية المشكل لأي مسألة بالبرنامج الأصلي، ولكل نموذج أصلي (أولي)

<sup>1</sup> George B. Dantzig, Mukund N. Thapa, **Linear programming, 1: introduction**, springer, New York, 1997, p.1

<sup>2</sup> Gérald Baillargeon, **programmation linéaire appliqué**, les edition SMG, Québec Canada, 2005, p. 8

## الفصل الثاني: النماذج الأساسية لأسلوب تحليل مغلف البيانات

نموذج شديد الارتباط به يسمى بالبرنامج الثنائي. وبناء النموذج الثنائي يعتمد على طريقة تعريف القيود وكذلك إشارة المتغيرات. ويمكن انتهاج هذه الخطوات لإعداده.<sup>1</sup>

- يتم إرفاق لكل قيد من البرنامج الأولي بمتغير ثنائي يرمز له بـ  $y_i$ . وبالتالي فإن عدد المتغيرات الثنائية هو نفسه عدد قيود المسألة الأولية.
- إذا كان دالة الهدف في النموذج الأولي تهدف إلى التعظيم (max) فإن دالة الهدف في النموذج المقابل تهدف إلى التقليل (min) و العكس صحيح وعدد متغيراتها هو نفسه عدد قيود النموذج الأصلي.
- الأطراف الثانية لقيود المسألة الأولية  $b_i$  تصبح معاملات دالة الهدف في المسألة الثنائية.
- معاملات دالة الهدف  $c_j$  للمسألة الأولية تصبح الأطراف الثانية لقيود المسألة الثنائية.
- معاملات الأطراف الأولى لقيود المسألة الثنائية هي منقول مصفوفة معاملات الأطراف الأولى للمسألة الأولية.
- يتم تحديد اتجاه قيود المسألة الثنائية وإشارة المتغيرات من خلال الجدول رقم (4)، وقراءة الجدول تكون حسب نوع دالة الهدف الأصلية، فإذا كانت دالة الهدف الأصلية تعظيم فيقرأ الجدول من اليمين إلى اليسار، وإذا كان العكس يقرأ الجدول من اليسار إلى اليمين.

### الجدول رقم (4) : جدول تحديد اتجاه القيود وإشارة المتغيرات

تخفيض	تعظيم
عدد المتغيرات فان المتغير   يكون غير مقيد فان المتغير   يكون سالب $\geq$ فان المتغير   يكون موجب $\leq$	عدد القيود إذا كان القيد   في صورة مساواة = إذا كان القيد   في صورة اكبر من أو يساوي $\leq$ إذا كان القيد   في صورة اصغر من أو يساوي $\geq$
فان القيد   يكون في صورة مساواة فان القيد   يكون في صورة اكبر من أو يساوي $\leq$ فان القيد   يكون في صورة اصغر من أو يساوي $\geq$	إذا كان المتغير   غير مقيد إذا كان المتغير   موجب $\leq$ إذا كان المتغير   سالب $\geq$

Source : Michel Nedzela, **Introduction à la science de la gestion**, Univ Quebec Les Presses, Canada, 1986, p.196

بافتراض أن البرنامج الخطي السابق هو نموذج لتعظيم دالة هدف والقيود كلها في صورة اقل من أو يساوي، فالبرنامج الثنائي له يكون كما يلي :

$$(Min) Z' = b_1y_1 + b_2y_2 + b_3y_3 + \dots + b_my_m$$

<sup>1</sup> Eric V. Denardo, **Linear programming and generalizations**, Springer, New York, 2011, p. 283

$$\text{Subject to: } a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + a_{31}y_3 + \dots + a_{m1}y_m \geq c_1$$

$$a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + a_{32}y_3 + \dots + a_{m2}y_m \geq c_2$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$a_{1n}y_1 + a_{2n}y_2 + a_{3n}y_3 + \dots + a_{mn}y_m \geq c_n$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0, \dots, y_m \geq 0,$$

من خصائص المسألة الثنائية أن إذا كان للمسألة الأصلية حل أمثل فالمسألة الثنائية هي الأخرى تقبل حلا أمثل، وينتج عن ذلك نفس القيمة بالنسبة لدالة الهدف. كما يمكن استخلاص حل إحدى المسألتين بمعلومية الآخر وذلك وفقا للطريقة المبسطة. كذلك إذا لم تقبل المسألة الأولية حلا أمثلا فالمسألة الثنائية هي الأخرى لا تقبل حلا أمثل.<sup>1</sup>

من بين مزايا المسألة الثنائية التي يمكن الاستفادة منها هي أن في حالات معينة يمكن تحويل بعض النماذج الأولية المعقدة إلى نماذج بسيطة حيث يمكن حلها بكفاءة عالية.

### 1-3- فرضيات البرمجة الخطية

ويقصد بها الشروط العلمية الأساسية الواجب توفرها في المشكلة العلمية حتى يمكن صياغتها بشكل صحيح في صورة برمجة خطية. ويمكن القول أن هناك خمسة افتراضات يمكن تلخيصها كما يلي :

1- التأكيد: ويعني ذلك أن معاملات المتغيرات في دالة الهدف و معاملات المتغيرات في قيود المسألة والأطراف الثانية للقيود كلها معلومة بشكل متيقن منه وثابتة وغير قابلة للتغيير خلال فترة معالجة المسألة.

2- التناسبية: ويعني ذلك أن كل نشاط مستقل عن الآخر. كذلك أن الكميات التي يتم استخدامها من الموارد المختلفة تتناسب مع احتياجات العوامل المختلفة من كل هذه الموارد. فمثلا إنتاج وحدة واحدة يتطلب ثلاث ساعات عمل، فخمس وحدات يحتاج إذا إلى خمسة عشرة ساعة عمل.

3- الإضافية: ويعني انه لا يوجد تداخل بين الأنشطة المختلفة حيث يمكن جمع ما يستهلكه كل مورد للحصول على الاستهلاك الكلي.

4- قابلية التجزئة: ويقصد أن قيم الحل التي تأخذها متغيرات المسألة ليس بالضرورة أن تكون أعداد صحيحة، وهذا يعني قبول الكسور كحلول لمتغيرات المسألة. وإذا اقتضى الأمر أن

<sup>1</sup> Wayne L. Winston, **Operations research: Application and algorithms**, 4ed, Duxbury Press, USA, 2003, pp. 308-309

تكون الحلول قيم صحيحة فهذا لا يطرح إشكال مع ظهور ما يسمى ببرمجة الأعداد الصحيحة.<sup>1</sup>

## 2- الشروط والصيغة الرياضية لنموذج تحليل مغلف البيانات

### 2-1- شروط تطبيق نموذج تحليل مغلف البيانات (الفرضيات)

كي يتسنى تطبيق النموذج و الحصول على نتائج مفيدة للوحدات الإدارية ، يجب أن تتحقق مجموعة من الشروط، تتمثل أساسا في النقاط التالية :

- واحدة من أهم الافتراضات، تتمثل في التشابه الوظيفي لوحدات اتخاذ القرار داخل عينة الدراسة. ويقصد بهذا أن من أجل القيام بدراسة مقارنة لكفاءات الوحدات الإدارية، يجب أن تستعمل هذه الأخيرة نفس المدخلات ونفس المخرجات في العملية الإنتاجية.
- بالإضافة إلى فرض التشابه الوظيفي، هناك فرض التشابه الدلالي semantic similarity داخل العينة. ويقصد به مقارنة الوحدات التي تأخذ نفس التسمية، فلا يمكن مقارنة مؤسسة صحية متخصصة في التوليد بمؤسسة صحية متخصصة في أمراض القلب، رغم أن كلا المؤسساتين تستخدمان نفس المدخلات (الأطباء والممرضين) و نفس المخرجات (الأشخاص المستفيدين من الخدمات الطبية).
- الافتراض الأخير الذي يجب أخذه بعين الاعتبار هو تشابه البيئة التنافسية لوحدات اتخاذ القرار. فإن لم يتحقق هذا الافتراض، يجب على مقيم الكفاءة إدراج متغير آخر للنموذج، هذا المتغير يطلق عليه اسم المتغير البيئي، عندئذ تكون نتائج الدراسة عاكسة لوقائع الوحدات الإدارية.<sup>2</sup>

### 2-2- الصيغة العامة لنموذج تحليل مغلف البيانات

لتشكيل هذا النموذج يتم الاعتماد على أسلوب البرمجة الخطية. وكل نموذج رياضي، يجب استعمال مجموعة من الرموز الجبرية للتعبير عنه، والرموز المعتمدة لتشكيل نموذج تحليل مغلف البيانات هي:

J : عدد وحدات اتخاذ القرار تحت التقييم

$\theta$  : كفاءة الوحدة

$Yrj$  : كمية المخرج r الذي تنتجه الوحدة j

<sup>1</sup> Frederick S., Gerald J., **introduction to operations research**, 10ed, McGraw-Hill Education, USA, 2015, pp. 38-43

<sup>2</sup> Kweku-Muata O., Ojelanki N., **Advances in Research Methods for Information Systems Research**, Springer Science and Business Media, USA, 2014, pp.141-142

$X_{ij}$  : كمية المدخل  $i$  الذي تستعمله الوحدة  $j$

$i$  : عدد المدخلات المستخدمة من طرف وحدات اتخاذ القرار

$j$  : عدد المخرجات المستخدمة من طرف وحدات اتخاذ القرار

$U_r$  : الوزن أو المعامل الذي يسنده نموذج تحليل مغلف البيانات للمخرج  $r$

$V_i$  : الوزن أو المعامل الذي يسنده نموذج تحليل مغلف البيانات للمدخل  $i$

ولتحديد كفاءة أي وحدة من وحدات اتخاذ القرار يجب أولاً صياغة النموذج الرياضي الموالي ثم بعد ذلك حله باستخدام إحدى الطرق المعروفة :

**دالة الهدف :** وتتمثل في تعظيم كفاءة الوحدة (0) من خلال تحديد الأوزان المثلى للمدخلات الفعلية التي تستهلكها والمخرجات الفعلية التي تنتجها :

$$\text{Maximize } \theta = \frac{U_1 Y_{10} + U_2 Y_{20} + \dots + U_r Y_{r0}}{V_1 X_{10} + V_2 X_{20} + \dots + V_i X_{i0}}$$

**قيود النموذج:** دالة الهدف السابقة تخضع لمجموعة من القيود التي تفرضها مختلف الوحدات. وباستعمال الأوزان السابقة نفسها مع مختلف القيم الفعلية من مدخلات ومخرجات كل الوحدات نحصل على عدد من القيود يساوي عدد الوحدات تحت التقييم، أي كل وحدة قرار يقابلها قيد.

$$\text{DMU1 : } \frac{U_1 Y_{11} + U_2 Y_{21} + \dots + U_r Y_{r1}}{V_1 X_{11} + V_2 X_{21} + \dots + V_i X_{i1}} \leq 1$$

$$\text{DMU2 : } \frac{U_1 Y_{12} + U_2 Y_{22} + \dots + U_r Y_{r2}}{V_1 X_{12} + V_2 X_{22} + \dots + V_i X_{i2}} \leq 1$$

...

$$\text{DMUO : } \frac{U_1 Y_{10} + U_2 Y_{20} + \dots + U_r Y_{r0}}{V_1 X_{10} + V_2 X_{20} + \dots + V_i X_{i0}} \leq 1$$

...

$$\text{DMUj : } \frac{U_1 Y_{1j} + U_2 Y_{2j} + \dots + U_r Y_{rj}}{V_1 X_{1j} + V_2 X_{2j} + \dots + V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$U_1 > 0, U_2 > 0, \dots, U_r > 0, V_1 > 0, V_2 > 0, \dots, V_i > 0$$

باختصار يمكن كتابة النموذج السابق كما يلي:

$$\text{Maximize } \theta = \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}}$$

$$\text{Subject to } \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$U_r > 0, V_i > 0$  for all  $r$  and  $i$

النموذج السابق هو نموذج كسري يمكن تحويله إلى صيغة خطية في ظل ايجابية متغيرات النموذج ( $U_r > 0, V_i > 0$ ) ، حيث يمكن اشتقاق نموذجين خطيين، الأول يسمى بنموذج تحليلي مغلف البيانات ذو التوجه المخرجي، والثاني بنموذج تحليلي مغلف البيانات ذو التوجه المدخلي، وكلاهما مهمين في حقل الإدارة.<sup>1</sup>

المبحث الثاني: نماذج تحليل مغلف البيانات لعوائد الحجم الثابتة (CCR) ولعوائد الحجم المتغيرة (BCC)

يعتبر العمل الأصيل الذي قام به Cooper و Charnes و Rhodes عام 1978 الانطلاقة الفعلية لنموذج تحليل مغلف البيانات. والفرضية الأساسية المبني عليها هي ثبات عوائد الحجم، حيث يطلق عليه الكثير اسم نموذج عوائد الحجم الثابتة. ونظرا إلى أن الوحدة الإنتاجية يمكن أن تتصف عملياتها الإنتاجية بتغير عوائد الحجم كان لا بد من نموذج يناسب هذه الفرضية، وهو ما تحقق فعلا بفضل Banker و Charnes و Cooper من عام 1984.

المطلب الأول: نموذج عوائد الحجم الثابتة CCR

### 1- مفهوم نموذج CCR

ويعد النموذج الأساسي الذي بنيت عليه النماذج اللاحقة لتحليل مغلف البيانات، و لقد قام بصياغته كل من طالب الدكتوراه Rhodes و مشرفيه Charnes و Cooper، لهذا سمي بنموذج CCR نسبة إلى الحروف الأولى من أسمائهم، واستعمل هذا النموذج لقياس و تقييم الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية قيد التحليل، كما يحدد مصدر و قيمة عدم الكفاءة في كل وحدة إدارية. و لأن نموذج CCR مبني على افتراض ثبات عوائد الحجم، فإنه يطلق عليه أيضا اسم "نموذج العوائد الثابتة للحجم".

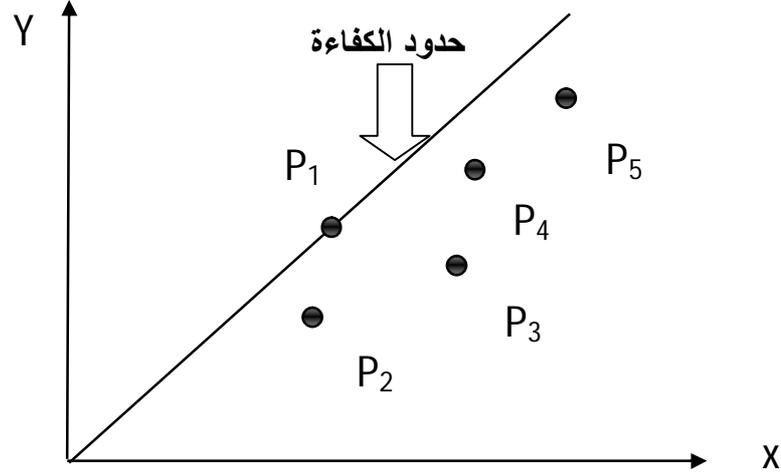
بما أن هذا النموذج يفترض أن وحدات اتخاذ القرار تشتغل في ظل عوائد حجم ثابتة، فإن منحنى جدار حدود الكفاءة يكون خطي، حيث يمر بنقطة الأصل ويمس الوحدة أو الوحدات ذات أقصى كفاءة. ويمكن توضيح ذلك بالمثال الموالي.

نفترض أن هناك خمس وحدات اتخاذ قرار وهي  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  وتستعمل مدخل واحد فقط (X) للحصول على مخرج واحد فقط (y). الشكل رقم (6) يبين منحنى حدود الكفاءة وفقا لنموذج العوائد الثابتة للحجم.

<sup>1</sup> David Sherman, Joe Zhu, services productivity management: improving service performance using data envelopment analysis (DEA), Op. Cit. , pp. 63-64

منحنى حدود الكفاءة هو الخط الذي يمر بنقطة الأصل ويلمس النقطة  $P_1$  ذات أعلى كفاءة (100%)، أم باقي وحدات اتخاذ القرار غير كفؤة لأنها تقع بعيدة عن منحنى حدود الكفاءة. لتحسين كفاءة الوحدات غير الكفؤة يجب تحريكها نحو جدار حدود الكفاءة، ويكون إما بتخفيض المدخلات بالمقدار الذي يجعلها تقع على حدود الكفاءة ويكون التوجه مدخلاتي، أو بزيادة المخرجات بالمقدار الذي يسمح لها بان تكون على حدود الكفاءة ويكون التوجه في هذه الحالة توجه مخرجاتي.

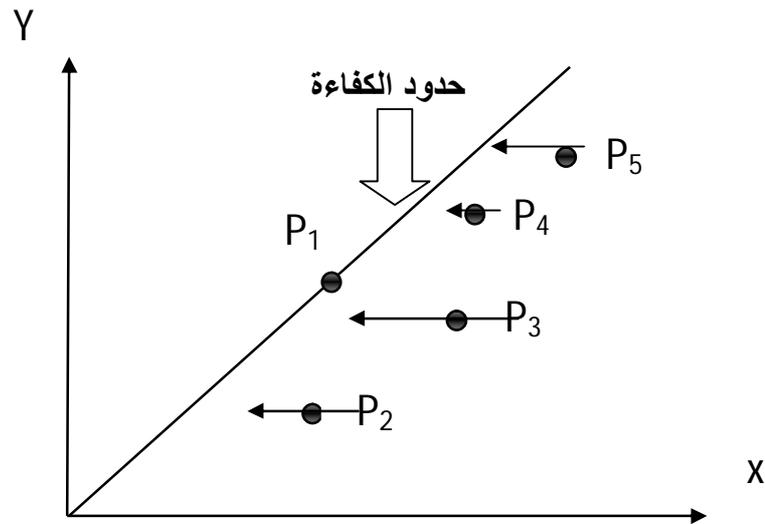
الشكل رقم (6): حدود الكفاءة وفقاً لنموذج العوائد الثابتة



Source: Cooper W., Seiford L., Tone K., data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007, p.88

ويمكن توضيح التوجهين بالشكلين الآتيين:

الشكل رقم (7) : نموذج CCR بتوجه المدخلات

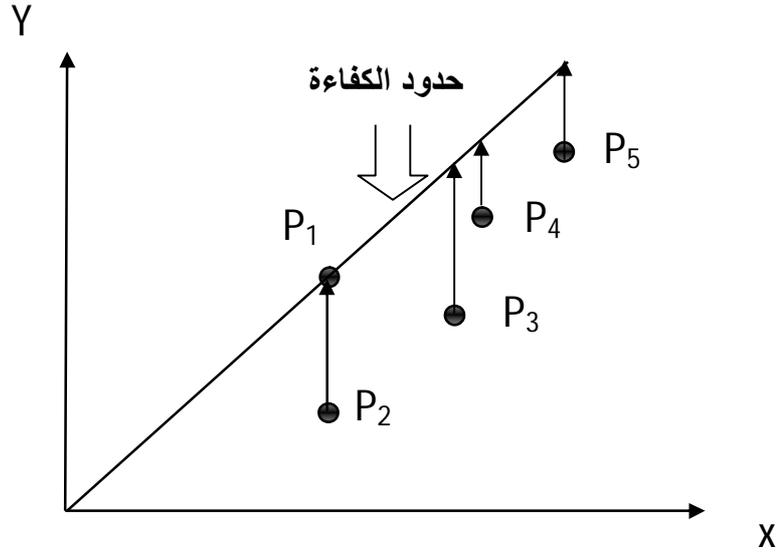


Source: Cooper W., Seiford M., Zhu J., Handbook on Data Envelopment Analysis, Kluwer Academic Publishers, New York, USA, 2004, P.16

توجه المدخلات يقتضي أن تتحرك الوحدات أفقياً لتحديد مقدار التخفيض الواجب في المخلات.

في حالة توجه المخرجات يجب على الوحدات غير الكفؤة أن تتحرك نحو الأعلى وبشكل عمودي، كما هو موضح في الشكل، حتى تبلغ جدار حدود الكفاءة ومن ثم معرفة المقدار الواجب زيادته من مخرجات.

الشكل رقم (8): نموذج CCR بتوجه المخرجات



Source: Cooper W., Seiford M., Zhu J., **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Kluwer Academic Publishers, New York, USA, 2004, p. 16

## 2- الصيغة الرياضية لنموذج CCR

نفترض أن هناك  $n$  من وحدات اتخاذ القرار التي سيتم تقييمها، كل وحدة تستهلك كميات متفاوتة من المدخلات والمقدرة بـ  $m$  مدخل، لإنتاج مجموعة من المخرجات عددها  $s$ . على وجه الخصوص، وحدة اتخاذ القرار رقم  $j$  تستهلك الكمية  $x_{ij}$  من المدخل رقم  $i$  وتنتج الكمية  $y_{rj}$  من المخرج  $r$ . نفترض أن المدخلات والمخرجات موجبة ( $x_{ij} \geq 0, y_{rj} \geq 0$ ) وأن كل وحدة قرار تملك على الأقل مدخل واحد موجب تماماً وعلى الأقل أيضاً مخرج واحد موجب تماماً. لتكن الوحدة رقم  $o$  هي الوحدة المراد تقييمها من  $n$  وحدة متوفرة.  $V_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) هي أوزان المدخلات و  $U_r$  ( $r = 1, 2, \dots, n$ ) هي أوزان المخرجات التي نبحث عن إيجاد قيمها المثلى باستخدام تقنية البرمجة الرياضية.

$$\text{Max } \theta_o(U, V) = \frac{U_1 Y_{1o} + U_2 Y_{2o} + \dots + U_r Y_{ro}}{V_1 X_{1o} + V_2 X_{2o} + \dots + V_m X_{mo}} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \frac{U_1 Y_{1j} + U_2 Y_{2j} + \dots + U_s Y_{sj}}{V_1 X_{1j} + V_2 X_{2j} + \dots + V_m X_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$V_1, V_2, \dots, V_m \geq 0 \quad (3)$$

$$U_1, U_2, \dots, U_s \geq 0 \quad (4)$$

تعني قيود المسألة أن نسبة المخرجات الافتراضية إلى المدخلات الافتراضية لا يجب أن تتعدى الواحد لكل وحدة اتخاذ قرار. الهدف هو تحديد قيم مختلف الأوزان  $V_i$  و  $U_r$  التي تعظم الدالة  $\theta_0$  التي تعبر عن كفاءة الوحدة  $o$  المراد تقييمها. الأوزان المثلى يعبر عنها بـ  $U_r^*, V_i^*, \theta_0^*$ .

للتعرف على مستوى كفاءة أي وحدة قرار يجب حل نموذج رياضي لكل وحدة اتخاذ قرار، وحل النموذج على شكله الكسري يترتب عليه عدد لا نهائي من الحلول. فإذا كان  $(U^*, V^*)$  حل امثل فان كذلك  $(\alpha U^*, \alpha V^*)$  حل امثل من اجل كل  $\alpha > 0$ . وبالإستفادة من التحويل الذي طوره Charnes و Cooper سنة 1962 يمكن اشتقاق نموذج برمجة خطية من البرنامج الخطي الكسري و مكافئ له، ويترتب عليه عدد محدود من الحلول المثلى.<sup>2</sup>

### 3- الانتقال من البرنامج الخطي الكسري إلى البرنامج الخطي

#### 3-1- التوجه المدخلاتي

يمكن الآن استبدال النموذج الكسري السابق بالنموذج الخطي التالي:

$$\text{Max } \theta_0(U, V) = U_1 Y_{10} + U_2 Y_{20} + \dots + U_r Y_{r0} \quad (5)$$

$$\text{Subject to } V_1 X_{10} + V_2 X_{20} + \dots + V_m X_{m0} = 1 \quad (6)$$

$$U_1 Y_{1j} + U_2 Y_{2j} + \dots + U_s Y_{sj} \leq V_1 X_{1j} + V_2 X_{2j} + \dots + V_m X_{mj} \quad (7) \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$V_1, V_2, \dots, V_m \geq 0 \quad (8)$$

$$U_1, U_2, \dots, U_s \geq 0 \quad (9)$$

#### 3-1-1-3- المبرهنة 1: البرنامج الكسري مكافئ للبرنامج الخطي

في ظل الافتراض الذي بمقتضاه الأوزان  $V$  غير معدومة و وجود على الأقل مدخل واحد موجب تماماً، فان مقام قيود البرنامج الكسري يكون موجب لكل وحدة اتخاذ قرار. الآن نأخذ مقام المتراحة (2) ويضرب في بسطها ومقامها فتبقى القيمة الكسرية دون تغير وتصبح كل القيود خطية كما هو موضح في المتراحة (7). بعد تحويل المتراحات الكسرية إلى متراحات خطية نضع مقام الدالة (1) مساو للواحد فينتج قيد إضافي للنموذج كما هو موضح في المتراحة (6) ودالة هدف تعظم البسط

<sup>1</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis a comprehensive text with models, applications, and DEA-solver software**, springer, USA, 2002, pp.22-23

<sup>2</sup> Cooper W., Seiford L., Zhu J., op cit., p.8

كما هو موضح في العلاقة (5) من البرنامج الخطي. ليكن لدينا حل امثل  $(U = U^*, V = V^*)$  وقيمة مثلى لدالة الهدف  $\theta^*$ . الحل  $(U = U^*, V = V^*)$  هو الآخر حل امثل للبرنامج الكسري وهذا بموجب التحويل السابق.

### 3-1-2- المبرهنة 2: ثبات وحدات القياس

تعتبر القيم المثلى لدالة الهدف  $\theta^*$  مستقلة عن وحدات القياس التي تستعمل لقياس المدخلات والمخرجات المستعملة في قياس كفاءة مجموعة من الوحدات، فمثلا شخص يقيس المسافة المقطوعة (كمخرج) بالأمتال وشخص آخر يقيسها بالكيلومترات، فلا مجال للشك حول تماثل نتائج الكفاءة في كلتا الحالتين، فهي قطعا واحدة.<sup>1</sup>

### 3-1-3- تعريف كفاءة-CCR

1- تعتبر وحدة اتخاذ القرار  $(DMU_o)$  كفؤة وفقا لنموذج CCR إذا كانت  $\theta^* = 1$  و يوجد على الأقل حل واحد امثل  $(U^*, V^*)$ ، مع  $V^* > 0$  و  $U^* > 0$ .

2- فيما عدا ذلك، تعتبر وحدة اتخاذ القرار  $(DMU_o)$  غير كفؤة وفقا لنموذج CCR.

وبالتالي تتحقق اللاكفاءة وفقا لنموذج CCR بإحدى الحالتين:  $\theta^* < 1$  أو  $\theta^* = 1$  و يوجد على الأقل عنصر واحد من  $(U^*, V^*)$  يساوي الصفر لكل حل امثل من البرنامج الخطي.

وبشكل مختصر، يمكن التعبير عن النموذج الخطي بالكيفية التالية:

$$\text{Max } \theta_o(U, V) = \sum_{r=1}^s U_r Y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}$$

$$U_r \geq 0, V_i \geq 0 \text{ for all } r \text{ and } i$$

لكي يتم الحصول على كفاءة وحدات اتخاذ القرار، يجب حل النموذج السابق لكل وحدة على حدة. ولربح بعض الوقت عند عملية الحل يمكن استخدام صيغة أخرى تسمى الصيغة الثنائية أو النموذج المقابل في الحصول على النتائج، وتبرير ربح الوقت هو أن المسألة الثنائية للمسألة الأصلية يكون بها عدد اقل من القيود مقارنة بالمسألة الأصلية، لأن عدد الوحدات الإدارية يصبح

<sup>1</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., op cit., p.24

عدد متغيرات المسألة الثنائية، وعدد المدخلات و المخرجات يصبح عدد القيود، وكما جرت العادة فان عدد وحدات اتخاذ القرار يكون دائما اكبر من عدد المدخلات والمخرجات. بالإضافة إلى ذلك، يعطي النموذج الثنائي تفسيرات مهمة ومكاملة لنتائج النموذج الأصلي حول الكفاءة النسبية لكل وحدة والتحسينات المطلوبة من كل وحدة لم تتمكن من بلوغ الكفاءة التامة.<sup>1</sup>

الصيغة الثنائية للبرنامج السابق هي :

$$\theta_o^* = \text{Min } \theta_o$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يسعى نموذج الثنائية إلى تحديد كفاءة الوحدات الإدارية من خلال تدنية قيمة  $\theta$  و في ظل احترام القيود التالية :

- 1- أن يكون المجموع المرجح أو الموزون لمدخلات الوحدات الأخرى أقل أو يساوي قيم مدخلات الوحدة المراد قياس كفاءتها ( الوحدة O).
- 2- أن يكون المجموع المرجح لمخرجات الوحدات الأخرى أكبر من أو يساوي من مخرجات الوحدة المراد قياس كفاءتها .
- 3- يجب أن تكون الأوزان  $\lambda_j$  المستعملة في ترجيح المدخلات والمخرجات موجبة.

متغيرات النموذج الثنائي هي  $\theta$  و  $\lambda_j$  ( $j= 1, 2, \dots, n$ ). المتغير  $\theta$  هو نسبة التخفيض الواجبة تطبيقها على مدخلات الوحدة (O) كي تصبح كفاءة تماما، أما المتغير  $\lambda_j$  فيسمح بتحديد الوحدات المرجعية للوحدات غير كفاءة تماما.<sup>2</sup>

عند حل أحد البرنامجين السابقين، يمكن أن نحصل على مؤشر كفاءة يساوي 1 لوحدة معينة، ولكنها في الأصل غير كفاءة تماما، ويطلق عليها اسم الكفاءة الضعيفة (weak efficiency). وسبب الضعف ينجم عن أن الوحدة تقع على منحنى حدود الكفاءة وفي نفس الوقت يمكن لها أن تقوم بالتحسين. رياضيا يمكن إدراك هذه الحالة بمعرفة قيمة المتغيرات الراكدة للوحدات ذات مؤشرات

<sup>1</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007, pp.52-53

<sup>2</sup> H. Sherman David, Zhu Joe, **service productivity management**, springer, USA, 2006, pp.69-70

كفاءة تساوي إلى 1، فإذا كانت هذه المتغيرات تختلف عن الصفر نقول أن الوحدة ذات كفاءة ضعيفة. ويستعمل النموذج التالي للكشف عن مثل هذه الحالات:

$$\text{Min } \theta_0 - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

حيث تشير  $s_i^-$  و  $s_r^+$  إلى المتغيرات الراكدة التي تضاف إلى القيود التي في صورة متراجحات كي تصبح في صورة معادلات. و  $\varepsilon$  هو عدد غير أرخميدسي يدل على عدد صغير مقارنة بأي اصغر عدد حقيقي موجب.<sup>1</sup>

حل النموذج السابق في مرحلة واحدة يتطلب إعطاء قيمة لـ  $\varepsilon$ ، وهذا من شأنه أن يعطي نتائج غير صحيحة، إذا من غير المجدي تحديد قيمته. ولتجاوز هذا الإشكال يمكن الاستعانة بطريقة المرحلتين لحل النموذج السابق. ففي المرحلة الأولى نبحث عن تدنية الدالة  $\theta$  فقط وعند إيجاد قيمتها تدرج ضمن النموذج حيث يكون الهدف في المرحلة الثانية هو تعظيم قيم المتغيرات الراكدة.<sup>2</sup>

**المرحلة الأولى:** خلال هذه المرحلة، يتم حل النموذج دون الأخذ في الحسبان المتغيرات الراكدة، أي دون إدراجها في النموذج:

$$\theta_0^* = \text{Min } \theta_0$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

**المرحلة الثانية:** بعد حل النموذج السابق و الحصول على القيمة المثلى  $\theta_0^*$ ، يتم ادراجها كثابت في النموذج التالي وحله :

$$\text{Max } (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, ., **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Op. cit., pp.10-11

<sup>2</sup> Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup>, Springer, USA, 2014, p.15

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta_o^* x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

**تعريف:** تكون وحدة اتخاذ القرار DMU<sub>o</sub> ذات كفاءة تامة إذا وفقط إذا كان  $\theta_o^* = 1$  و  $s_i^- = s_r^+ = 0$  من أجل كل قيم  $i$  و  $r$ . تكون الوحدة DMU<sub>o</sub> ذات كفاءة ضعيفة إذا كانت  $\theta_o^* = 1$  و أحد المتغيرات الراكدة يختلف عن الصفر.

من أهم الأشياء التي يقدمها تحليل مغلف البيانات للمسيرين هي التحسينات اللازمة أو ما يسمى بالمدخلات والمخرجات المستهدفة، أي ما هي المستويات المثلى التي يبلوغها تكون وحدات اتخاذ القرار غير كفؤة ذات كفاءة تامة. وحسب نموذج عوائد الحجم الثابتة، تحسب المدخلات والمخرجات المستهدفة بالصيغة الموالية:

### 3-1-4- الوحدات المرجعية والتحسينات المطلوبة

بعد حل النموذج، واكتشاف أن الوحدة DMU<sub>o</sub> الخاضعة للتقييم غير كفؤة ( $\theta_o^* < 1$ )، أو  $\theta_o^* = 1$  و يوجد على الأقل متغير راكد واحد موجب تماماً، يمكن في هذه الحالة تحديد الوحدة المرجعية أو الوحدات المرجعية الواجب إتباعها لتحسين كفاءة الوحدة DMU<sub>o</sub>، ويتم معرفتها من خلال البحث عن القيم الموجبة تماماً لـ  $\lambda_j$ . ونقول أن الوحدة DMU<sub>z</sub> هي وحدة مرجعية للوحدة DMU<sub>o</sub> إذا كان  $\lambda_j > 0$ . أما التحسينات المطلوبة فيتم حسابها بالصيغة التالية<sup>1</sup>:

$$\hat{x}_{io} = \theta_o^* x_{io} - s_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\hat{y}_{io} = y_{ro} + s_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

### 3-2- التوجه المخرجاتي

### 3-1-2-3- الصيغة الرياضية

بافتراض أننا نبحث عن الكفاءة من خلال توجه المخرجات، فإننا نستعمل النموذج الموالي :

$$\text{Min } \theta_o(U, V) = V_1 X_{10} + V_2 X_{20} + \dots + V_m X_{m0}$$

$$\text{Subject to } U_1 Y_{10} + U_2 Y_{20} + \dots + U_r Y_{r0} = 1$$

$$U_1 Y_{1j} + U_2 Y_{2j} + \dots + U_s Y_{sj} \leq V_1 X_{1j} + V_2 X_{2j} + \dots + V_m X_{mj}$$

<sup>1</sup>Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup>, OP. Cit., p.20-21

(j = 1, ..., n)

$$V_1, V_2, \dots, V_m \geq 0$$

$$U_1, U_2, \dots, U_s \geq 0$$

وبشكل مختصر يمكن التعبير عن النموذج كما يلي :

$$\text{Min } \theta_0 (U, V) = \sum_{i=1}^m V_i X_{io}$$

Subject to :

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{ro} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}$$

$$U_r \geq 0, V_i \geq 0 \text{ for all } r \text{ and } i$$

النموذج الثنائي للنموذج السابق يكون كما يأتي :

$$\theta_0^* = \text{Max } \theta$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq \theta_0 y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يبحث هذا النموذج عن ما إن يمكن زيادة مقدار المخرجات من خلال تعظيم الدالة  $\theta_0$ . عند حل النموذج، يمكن مصادفة إحدى الحالتين، الأولى تكون فيها  $\theta_0^*$  مساوية للواحد الصحيح، وهذا يعني أن الوحدة الإدارية تحت التقييم هي وحدة كفاءة تماما و  $\lambda_0^* = 1$  و  $\lambda_j^* = 0$  ( $j \neq 0$ )، والثانية تكون فيها  $0 < \theta_0^* < 1$  ومنه فإن الوحدة  $O$  وحدة غير كفاءة، و  $\lambda_0^* = 0$  وبعض الوحدات يكون لديها ( $j \neq 0$ )  $\lambda_j^* \neq 0$ . تبين لنا القيم المثلى والتي تختلف عن الصفر ( $\lambda_j^* \neq 0$ ) الوحدات المرجعية للوحدات غير كفاءة<sup>1</sup>.

نموذج المتغيرات الراكدة المصاحب للنموذج السابق يأخذ الصيغة التالية:

$$\text{Max } \theta + \epsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_r^+ = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

<sup>1</sup> Greg N. Gregoriou, Joe Zhu, **Evaluating Hedge Fund and CTA Performance**, John Wiley & Sons, USA, 2005, pp. 13-14

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_i^- = \theta_0 y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

يتم حل هذا النموذج خلال مرحلتين.

المرحلة الأولى:

$$\theta_0^* = \text{Max } \theta$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq \theta_0 y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

المرحلة الثانية: المرحلة الأولى تسمح بإيجاد القيمة  $\theta_0^*$ ، وهي قيمة ثابتة تدرج في النموذج التالي، ويحل بشكل عادي.

$$\text{Max } (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \theta_0 y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

### 2-2-3- الوحدات المرجعية والتحسينات المطلوبة

تعتبر الوحدة DMU<sub>0</sub> الخاضعة للتقييم غير كفؤة إذا كانت  $\theta_0^* > 1$ ، ويمكن في هذه الحالة تحديد الوحدة المرجعية أو الوحدات المرجعية الواجب إتباعها لتحسين كفاءة الوحدة DMU<sub>0</sub>، ويتم التعرف على هذه الوحدات من خلال البحث عن القيم الموجبة تماماً لـ  $\lambda_j$ . نقول أن الوحدة DMU<sub>z</sub> هي وحدة مرجعية للوحدة DMU<sub>0</sub> إذا كان  $\lambda_j > 0$ . أما التحسينات المطلوبة فيتم حسابها بالصيغة التالية :

$$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^{-*} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\hat{y}_{io} = \theta_0^* y_{ro} + s_r^{+*} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

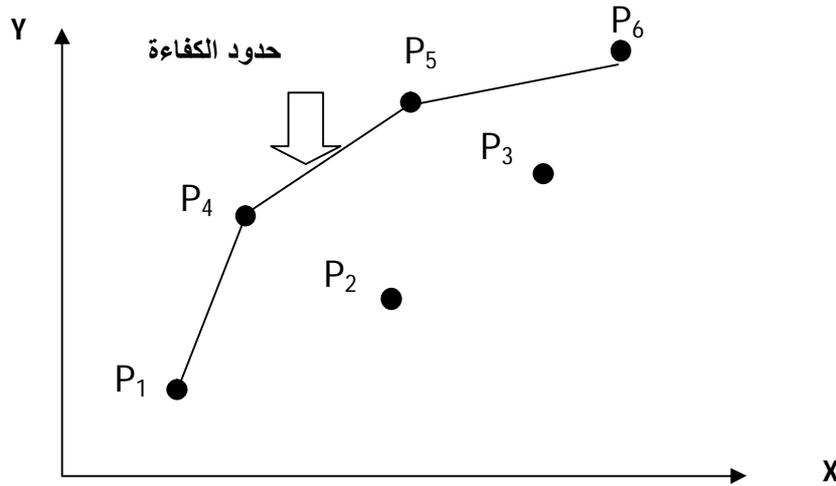
المطلب الثاني: نموذج عوائد الحجم المتغيرة (BCC)

1- مفهوم نموذج BCC

تم تناول عوائد الحجم بإسهاب في كتب الاقتصاد وبالخصوص على مستوى الاقتصاد الجزئي. وكل الدراسات التي تناولته كانت مركزة على حالة تعدد المدخلات و وحدانية المخرجات. ويمكن اعتبار أن الوحدة تشتغل تحت عوائد الحجم المتزايدة إذا كانت الزيادة النسبية لكل المدخلات ينتج عنها زيادة نسبية أكبر في المخرج. لنرمز بـ  $\alpha$  للزيادة النسبية في المدخل و بـ  $\lambda$  للزيادة النسبية في المخرج. تتحقق حالة عوائد الحجم المتزايدة (IRS) إذا كان  $\lambda > \alpha$ ، وتتحقق حالة عوائد الحجم المتناقصة (DRS) إذا كان  $\lambda < \alpha$ . ويعود الفضل في تناول عوائد الحجم في حالة تعدد المدخلات وتعدد المخرجات إلى Banker و Charnes و Cooper عام 1984 ثم Banker و Thrall عام 1992 من خلال اقتراح نموذج تحليل مغلف البيانات الذي يعمل تحت تغير عوائد الحجم، ويطلق عليه اسم (BCC) نسبة للحروف الأولى من أسمائهم.<sup>1</sup>

نفترض أن هناك ستة وحدات اتخاذ قرار وهي  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  والتي تستعمل مدخل واحد فقط (x) للحصول على مخرج واحد فقط (y). الشكل رقم (9) يبين منحنى حدود الكفاءة وفقاً لنموذج عوائد الحجم المتغيرة.

الشكل رقم(9): حدود الكفاءة وفقاً لنموذج العوائد المتغيرة



Source: Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007, p.88

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Op. cit., p.42

وفقا لنموذج (BCC) فان الوحدات  $P_1, P_4, P_5, P_6$  هي الوحدات التي تشكل منحنى حدود الكفاءة، فبذلك هي وحدات كفؤة. أما وحدتي  $P_2$  و  $P_3$  تقعان أسفل منحنى حدود الكفاءة، فهما غير كفئتين.

## 2- الصيغة الرياضية لـ ( BCC )

### 2-1- توجه المدخلات

النموذج الرياضي المستعمل في تقدير الكفاءة في ظل عوائد الحجم المتغيرة و بتوجه المدخلات

هو:

$$\theta_o^* = \text{Min } \theta_o$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

نلاحظ أن جميع أوزان النموذج موجبة ما عدا  $U_o$  فانه غير مقيد الإشارة، بمعنى انه يمكن أن يكون سالب أو معدوم أو موجب<sup>1</sup> و يختلف نموذج العوائد الثابتة عن نموذج العوائد المتغيرة بإضافة قيد جديد لهذا الأخير، وهو أن يكون مجموع أوزان البرنامج الثنائي تساوي الواحد.

ويأخذ النموذج الثنائي للبرنامج السابق الصيغة التالية :

$$\text{Max } \theta_o(U, V) = \sum_{r=1}^s U_r Y_{ro} + U_o$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} + U_o \leq \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}$$

$$U_r \geq 0, V_i \geq 0 \text{ for all } r \text{ and } i$$

$$U_o \text{ free in sign}$$

نموذج المتغيرات الراكدة المصاحب للنموذج السابق يأخذ الصيغة التالية<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, ., **Handbook on Data Envelopment Analysis** , Op. cit., pp.44-45

$$\text{Min } \theta_o - \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

وتحدد المدخلات والمخرجات المستهدفة بالصيغة التالية<sup>2</sup>:

$$\hat{x}_{io} = \theta^* x_{io} - s_i^{-*} = \sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\hat{y}_{io} = y_{ro} + s_r^{+*} = \sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j \quad r = 1, 2, \dots, s$$

## 2-2- توجه المخرجات

يأخذ نموذج العوائد المتغيرة من جهة المخرجات الصيغة التالية :

$$\theta_o^* = \text{Max } \theta$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j \leq x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j \geq \theta_o y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

الجدير بالذكر انه إذا كانت الوحدة الإدارية ذات كفاءة تامة حسب نموذج (CCR) فإنها تكون حتما ذات كفاءة حسب نموذج (BCC)، ولكن العكس غير صحيح دائما، إذا عدد الوحدات الكفوة بنموذج (BCC) يكون دائما اكبر من أو يساوي عدد الوحدات الكفوة بنموذج (CCR).

النموذج الثنائي للنموذج السابق هو<sup>3</sup>:

$$\text{Min } \theta_o(U, V) = \sum_{i=1}^m V_i X_{io} + V_o$$

Subject to :

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{ro} = 1$$

<sup>1</sup> Rajiv D. Banker et al, Returns to scale in different DEA models, **European Journal of Operational Research**, 154 (2004), p.346

<sup>2</sup> Rajiv D. Banker et al, op. cit, p.348

<sup>3</sup> Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup>, OP. Cit., p.50

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} + V_o \leq \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}$$

$$U_r \geq 0, V_i \geq 0 \text{ for all } r \text{ and } i$$

$V_o$  free in sign

أما التحسينات المطلوبة فيتم حسابها بالصيغة التالية :

$$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^{-*} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\hat{y}_{io} = \theta_o^* y_{ro} + s_r^{+*} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

المبحث الثالث: نماذج الكفاءة التجميعية والمضاعفة ونماذج المتغيرات غير المتحكم فيها والمتغيرات التصنيفية

لتحسين كفاءة أي وحدة قرار غير كفاءة باستخدام نموذجي BCC و CCR، هناك توجيهين أساسيين هما تثبيت المخرجات وتقليل المدخلات (منهج المدخلات) أو تثبيت المدخلات وزيادة المخرجات (منهج المخرجات). لكن في بعض الحالات، ترغب الوحدات في التأثير على المدخلات والمخرجات في نفس الوقت من أجل القيام بالتحسينات المطلوبة، في هذه الحالة يجب الاعتماد على نموذج تحليل مغلف البيانات التجميعي.

في حالات معينة تكون وحدات اتخاذ القرار غير قادرة على السيطرة على بعض مدخلاتها، فيقتضي أن تعاملها معاملة تختلف عن المدخلات المتحكم فيها، وبالتالي فهي بحاجة إلى نموذج يأخذ بعين الاعتبار هذه الخاصية.

كذلك في بعض الحالات تواجه الوحدات الخاضعة للتقييم ظروف مختلفة، البعض منها يكون في صالحها متغيرات المحيط والبعض الآخر العكس تماماً، في مثل هذه الحالات يستحسن تصنيف الوحدات في مجموعات حسب ظروف المحيط ثم تقييم كل مجموعة على حدة.

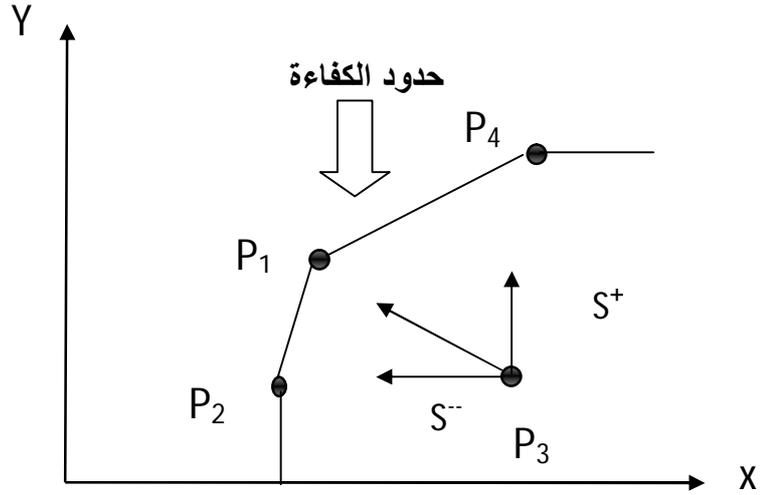
**المطلب الأول: النموذج التجميعي additive model**

### 1- مفهوم النموذج التجميعي

في النماذج السابقة سواء كانت عوائد الحجم ثابتة أو متغيرة، كانت التحسينات المطلوبة تتحدد على أساس نوع التوجه، إما توجه المدخلات وإما توجه المخرجات. ففي توجه المدخلات تحاول الوحدات غير الكفاءة التقليل من مستوى المدخلات المستهلكة للحفاظ على نفس القدر المحقق من المخرجات، وفي توجه المخرجات تحاول هذه الوحدات تحقيق أعلى قدر ممكن من المخرجات باستهلاك المستوى المتاح من المدخلات. على غرار التوجيهين السابقين، اقترح Charnes و زملائه عام 1985 نموذج

يطلق عليه اسم نموذج تحليل مغلف البيانات التجميعي، حيث يجمع بين التوجه المدخلاتي والتوجه المخرجاتي عند تحديد التحسينات المطلوبة من الوحدات غير الكفؤة، فيسعى في نفس الوقت إلى تخفيض كمية المدخلات المستعملة وزيادة مستوى المخرجات. والشكل رقم (10) يوضح منهج هذا النموذج، حيث يفترض وجود أربع وحدات تستعمل مدخل واحد للحصول على مخرج واحد، وتشغل هذه الوحدات في ظل عوائد الحجم المتغيرة.

الشكل رقم (10) : نموذج CCR بتوجه المدخلات



Source: Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007,p.95

كي تصبح الوحدة  $P_3$  وحدة ذات كفاءة تامة يجب أن تتحرك نحو منحنى حدود الكفاءة المعين بالقطعتين المستقيمتين  $P_2P_1$  و  $P_1P_4$ ، والهدف هو الحصول على ابعاد مسافة بين  $P_3$  ومنحنى حدود الكفاءة.<sup>1</sup>

## 2- الصيغة الرياضية للنموذج التجميعي

لحساب الكفاءة وتحديد الوحدات المرجعية، هناك مجموعة من النماذج التي تم اقتراحها، منها ما يعتمد على الأوزان ومنها ما لا يعتمد عليها. النموذج الآتي استعراضه لا يعتمد على الأوزان:<sup>2</sup>

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+$$

subject to:

<sup>1</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007,pp.94-95

<sup>2</sup> G. R. Jahanshahloo et all, Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis, **Applied Mathematical Sciences**, 2 (2008), p.1434

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

**تعريف :** وفقا للنموذج التجميعي، تكون وحدة اتخاذ القرار DMU<sub>o</sub> ذات كفاءة تامة، إذا وفقط إذا كانت المتغيرات الراكدة معدومة  $s_i^{-*} = 0$  و  $s_r^{+*} = 0$ .

من التعريف يتبين أن وحدة اتخاذ القرار DMU<sub>o</sub> تكون ذات كفاءة تامة إذا كانت القيمة المثلثية لدالة الهدف تساوي الصفر  $Z^* = 0$ ، وان لم يتحقق ذلك فهناك على اقل قيمة موجبة لإحدى المتغيرات الراكدة، وبالتالي فالوحدة غير كفؤة وبحاجة إلى التحسين. تعني القيمة الموجبة لـ  $s_i^{-*}$  أن هناك استخدام زائد في المدخل رقم  $i$ ، و تعني القيمة الموجبة لـ  $s_r^{+*}$  أن هناك عجز يخص المخرج  $r$ .

أما التحسينات المطلوبة حسب النموذج التجميعي فيتم حسابها بالصيغة التالية :

$$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^{-*} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\hat{y}_{io} = y_{ro} + s_r^{+*} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

ما يمكن ملاحظته حول هذا النموذج هو اعتماده على المتغيرات الراكدة، لذلك نجد في أدبيات النموذج تسمية نموذج المتغيرات الراكدة.

الصيغة الثنائية للبرنامج التجميعي الأصلي هي<sup>2</sup>:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m V_{io}X_{io} - \sum_{r=1}^s U_{ro}Y_{ro} + \alpha_o$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{io}X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_{ro}Y_{rj} \geq 0$$

$$V_{io} \geq 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$U_{ro} \geq 1 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$\alpha_o$  free

<sup>1</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007, p.95

<sup>2</sup> W. W. Copper et al, Decomposing profit inefficiency in DEA through the weighted additive model, **European Journal of Operational Research** 212 (2011), p. 413

النموذج التجميعي السابق يعطي نفس الأهمية للمتغيرات الراكدة لأن معاملها يساوي الواحد في دالة هدف النموذج الأصلي. بالإضافة إلى هذا هناك نماذج تعطي أوزان مختلفة للمتغيرات الراكدة، هذه الأوزان يمكن تحديدها بشكل موضوعي أو بشكل ذاتي. تكون الصيغة الرياضية للنموذج في هذه الحالة كما يأتي<sup>1</sup>:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m w_j^- s_i^- + \sum_{r=1}^s w_r^+ s_r^+$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

تعبّر المعلمتين  $w_j^-$  و  $w_r^+$  عن الأهمية النسبية للمدخلات وللمخرجات. تكون الصيغة الثنائية للنموذج السابق كما يلي<sup>2</sup>:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m V_{io} X_{io} - \sum_{r=1}^s U_{ro} Y_{ro} + \alpha_o$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{io} X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_{ro} Y_{rj} \geq 0$$

$$V_{io} \geq w_j^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$U_{ro} \geq w_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\alpha_o \text{ free}$$

### المطلب الثاني: النموذج المضاعف multiplicative model

وردت الكفاءة في نموذج عوائد الحجم الثابتة وعوائد الحجم المتغيرة على أنها حاصل جمع المخرجات الموزونة إلى حاصل جمع المدخلات الموزونة. هناك نموذج آخر لـ Charnes وزملائه مبني على أساس عملية الجداء. وتعرف الكفاءة على أنها تركيبة جداءات المخرجات الموزونة على تركيبة جداءات المدخلات الموزونة. الصيغة الرياضية لهذا النموذج هي كما يلي<sup>3</sup>:

<sup>1</sup> Joe Zhu ,Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., p. 94

<sup>2</sup> Cooper W., Seiford M., Zhu J., Handbook on Data Envelopment Analysis, Op. Cit., 2004, P.59

<sup>3</sup> Joe Zhu ,Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., 2014, pp. 81-82

$$\text{Max } \frac{\prod_{r=1}^s y_{ro}^{u_r}}{\prod_{i=1}^m x_{io}^{v_i}}$$

Subject to

$$\frac{\prod_{r=1}^s y_{ro}^{u_r}}{\prod_{i=1}^m x_{io}^{v_i}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$V_i \geq 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$U_r \geq 1 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

بإدخال اللوغاريتم على دالة الهدف والقيود نحصل على الصيغة الآتية :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m V_{io} \log x_{io} - \sum_{r=1}^s U_{ro} \log y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{io} \log x_{ij} - \sum_{r=1}^s U_{ro} \log y_{rj} \leq 0$$

$$V_{io} \geq 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$U_{ro} \geq 1 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

بوضع  $\log x_{ij} = \tilde{x}_{ij}$  و  $\log y_{rj} = \tilde{y}_{rj}$  يصبح شكل النموذج كما يلي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m V_{io} \tilde{x}_{io} - \sum_{r=1}^s U_{ro} \tilde{y}_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{io} \tilde{x}_{ij} - \sum_{r=1}^s U_{ro} \tilde{y}_{rj} \leq 0$$

$$V_{io} \geq 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$U_{ro} \geq 1 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

الصيغة الثنائية هي :

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \lambda_j + s_i^- = \tilde{x}_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \tilde{y}_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \tilde{y}_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

و تحسب نتيجة الكفاءة بالشكل الآتي :  $\theta^* = e^{\sum_{i=1}^m s_i^{-*} + \sum_{r=1}^s s_r^{+*}}$

يلاحظ أن شكل النموذج المضاعف بالصيغة الثنائية هو نفسه شكل النموذج التجميعي بالصيغة الأصلية.<sup>1</sup> وتكمن أهمية هذا النموذج في السهولة التي يوفرها عند حساب المرونات بشكل دقيق.<sup>2</sup>

### المطلب الثالث: نموذج المدخلات والمخرجات غير الاختيارية Non-discretionary model

#### 1- مفهوم المدخلات والمخرجات غير الاختيارية

تقوم النماذج الأساسية لتحليل مغلف البيانات على افتراض ضمني مفاده أن مدخلات ومخرجات وحدات اتخاذ القرار تخضع لإدارتها، أي يمكن مراقبتها والتحكم فيها حسب مجهود وحدة اتخاذ القرار. ولكن في بعض الحالات يمكن أن تواجه هذه الوحدات بعض المتغيرات التي لا يمكن أن تراقبها أو تتحكم في مستوياتها، فهي إذا خارجة عن سيطرتها. في مثل هذه الحالات، من المهم جداً معرفة هذا النوع من المتغيرات من أجل معاملته بالكيفية المناسبة من أجل الوصول إلى نتائج لا تنقص من أهمية أسلوب تحليل مغلف البيانات. من بعض الأمثلة عن هذا النوع من المتغيرات مثلاً حالة الطقس أو الجو، فإذا أردنا أن نقيم كفاءة مجموعة من المطاعم المتواجدة في أماكن مختلفة، يعتبر الطقس متغير مهم يؤثر على عدد الزبائن المتقدمين إلى المطاعم وفي نفس الوقت لا يمكن للمطعم أن يسيطر عليه أو يتحكم فيه، فهو متغير خارجي. نفس الشيء بالنسبة لخصائص التربة والتضاريس لمجموعة من المزارع. كذلك تعداد السكان لمراكز الخدمات التي تقدم خدماتها للأفراد (مكاتب عمومية).<sup>3</sup> و أول من صاغ نموذج تحليل مغلف البيانات يأخذ في الحسبان المتغيرات الخارجة عن السيطرة (Non-discretionary) هما Banker و Morey عام 1986 ، وطبقا للنموذج على سلسلة من ستون (60) مطعم للوجبات السريعة، التي تستعمل ستة (6) مدخلات للحصول على ثلاثة (3) مخرجات. تمثلت المخرجات في مبيعات وجبات الفطور والغداء والعشاء، وهي متغيرات تتحكم فيها المطاعم (Discretionary). أما من جهة مدخلات المطاعم فاثنتين منهم فقط تتحكم فيهما المطاعم وهما نفقات اللوازم ونفقات اليد العاملة. أما الأربعة الأخرى تتمثل في عمر المحل ، ومستوى نفقات الإعلان على النحو الذي ينفقه المركز الوطني للدعاية على المطاعم، وموقع المحل (ريفياً أو حضرياً)، ومدى تزود المطعم بنوافذ الدفع (drive-in window)، وكلها متغيرات خارجة عن سيطرة مدير كل مطعم في هذه السلسلة.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Joe Zhu, *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking*, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., p. 82

<sup>2</sup> Cooper W., Seiford M., Zhu J., *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Op. Cit., P.61

<sup>3</sup> F. Hosseinzadeh Lotfi, G. R. Jahanshahloo, Non-Discretionary Factors and Imprecise Data in DEA, *International Journal of Mathematics Analysis*, 1 (5), 2007, pp. 237-238

<sup>4</sup> Banker R., Morey R. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs, *Operations Research*, 34 (1996), pp. 518-519

## 2- الصيغة الرياضية لنموذج المدخلات والمخرجات غير الاختيارية

### 2-1- توجه المدخلات

نفترض بأن مجموعة المدخلات ومجموعة المخرجات يمكن تجزئة كل واحدة منها إلى مجموعتين جزئيتين، مجموعة جزئية للمتغيرات المتحكم فيها (D) ومجموعة جزئية غير متحكم فيها (ND). ويعبر عن مجموعة المدخلات ومجموعة المخرجات رياضيا كما يلي :

$$I = \{1,2, \dots, m\} = I_D \cup I_{ND} \quad \text{with } I_D \cap I_{ND} = \emptyset$$

$$O = \{1,2, \dots, s\} = O_D \cup O_{ND} \quad \text{with } O_D \cap O_{ND} = \emptyset$$

لتقييم كفاءة الوحدات في ظل وجود متغيرات خارجة عن سيطرة وحدات اتخاذ القرار، اقترحا Banker و Morey النسخة المعدلة من برنامج العوائد الثابتة (CCR) كما يلي :

$$\text{Min } \theta - \varepsilon (\sum_{i \in I_D} s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0} \quad i \in I_D$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{i0} \quad i \in I_N$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

من خلال النموذج يمكن ملاحظة أن المتغير  $\theta$  الذي نبحث عن تخفيظه يظهر فقط في القيود التي يكون  $i \in I_D$  ، بينما لا يظهر تماما في القيود التي يكون  $i \in I_N$  ، والسبب هو أن مستوى المدخلات  $x_{i0}$  من اجل  $i \in I_N$  لا تخضع للرقابة من طرف إدارة وحدات اتخاذ القرار. كما يمكن أيضا ملاحظة أن المتغيرات الراكدة ( $s_i^-$ ) المرافقة للمدخلات غير المتحكم فيها ( $I_N$ ) لا تظهر في دالة الهدف.<sup>1</sup>

تعطى الصيغة الثنائية لنموذج المتغيرات غير متحكم فيها وبتوجه المدخلات كما يلي :

$$\text{Max } \theta = \sum_{r=1}^s U_{ro} Y_{ro} - \sum_{i \in N} V_{io} X_{i0}$$

Subject to :

$$\sum_{r=1}^s U_{ro} Y_{rj} - \sum_{i \in N} V_{io} X_{ij} - \sum_{i \in D} V_{io} X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2ed, springer, 2011, pp. 19-20

$$\sum_{i \in D} V_{io} X_{ij} = 1$$

$$V_{io} \geq \varepsilon \quad i \in D$$

$$V_{io} \geq 0 \quad i \in N$$

$$U_{ro} \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s$$

يتضح من الصيغة الثنائية أن المدخلات التي لا تتحكم فيهم وحدة اتخاذ القرار لا تظهر في دالة الهدف، إذا فالأوزان المصاحبة لهذه المدخلات هي قيم معدومة.<sup>1</sup>

## 2-2- توجه المخرجات

لحساب كفاءة وحدات اتخاذ القرار التي تبحث عن تعظيم مخرجاتها باستغلال ما لديها من مدخلات وفي ظل وجود متغيرات لا يمكن ضبطها أو السيطرة عليها، يمكن استخدام النموذج الآتي والذي يعتبر أن الوحدات تتسم بعوائد حجم ثابتة<sup>2</sup>:

$$\text{Max } \theta + \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r \in O_D} s_r^+)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \theta_0 y_{ro} \quad r \in O_D$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r \in O_N$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

إن مشكل المتغيرات التي لا يمكن ضبطها والتحكم فيها لا يقتصر فقط على نموذج العوائد الثابتة، بل يمكن أن يمتد إلى أي نموذج من نماذج تحليل مغلف البيانات. فمثلا تمكن Charnes و زملائه (1987) من إدخال فكرة المتغيرات التي لا يمكن التحكم فيها في صياغة النموذج التجميعي (Additive model)، وكانت الصيغة الرياضية كما يلي<sup>3</sup>:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

<sup>1</sup> F. Hosseinzadeh Lotfi, G. R. Jahanshahloo, Op. Cit., p. 239

<sup>2</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2ed, Op. Cit., p. 20

<sup>3</sup> F. Hosseinzadeh Lotfi, G. R. Jahanshahloo, Op. Cit., pp. 239-240

$$s_i^- \leq \beta_i x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$s_r^+ \leq \gamma_r y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

تمثل  $\beta_i$  و  $\gamma_r$  معلمتين، وبحسب القيمة التي تعطى لكل واحدة منهما تكون درجة التحكم فيهما من قبل إدارة وحدات اتخاذ القرار. وتعيين قيم تتراوح بين الصفر والواحد للعنصر  $i$  تجعل المدخل يختلف في درجة السيطرة عليه، فإذا كان  $\beta_i = 0$  فهذا يعني أن المدخل  $i$  لا يمكن التحكم فيم مطلقاً، أما إذا كان  $\beta_i = 1$  فهذا يعني أن هذا المدخل يتحكم فيم بشكل تام. وبالمثل فيما يخص المخرج  $r$ ، فإذا كان  $\gamma_r = 0$  فهذا يعني أن المخرج  $r$  له قيمة ثابتة وهو خارج عن السيطرة، أما إذا آلت قيمة  $\gamma_r$  إلى مالنهاية، فيكون المخرج على درجة كبيرة من السيطرة.<sup>1</sup>

### المطلب الرابع: نموذج المتغيرات التصنيفية

#### 1- مفهوم نموذج المتغيرات التصنيفية

هناك حالات إدارية أخرى يعجز فيها، على الأقل في المدى القصير، مديري بعض الوحدات الإدارية المعينة على السيطرة التامة. على سبيل المثال، عند تقييم أداء فرع من سوبر ماركت معين، فمن الضروري النظر في بيئة المبيعات أو البيئة التنافسية للفروع، فيجب الانتباه إلى إذا ما كان في حالة منافسة حادة، أو في حالة منافسة عادية، أو في حالة منافسة ضعيفة. إذا تم تقييم كفاءة فروع السوبر ماركت أعلاه باعتبارها سواء، فإن التقييم يكون مجحف في حق الفروع التي تعرف مستويات عالية من المنافسة، ويكون متساهل كثيراً في حق تلك التي تعرف مستويات ضعيفة من المنافسة. وبالتالي فإن الوحدات الإدارية بحاجة إلى طريقة تسمح بالتعامل مع مثل هذه الوضعيات.

الطريقة المناسبة للتعامل مع هذه الوضعيات هي تصنيف الوحدات الإدارية حسب الدرجات التي يأخذها المتغير ثم ترتب ترتيب هرمي. بالنسبة للمثال السابق، يتم تصنيف فروع السوبر ماركت إلى ثلاث فئات، الفئة الأولى تتمثل في الوحدات التي تعرف منافسة قوية وحادة، والفئة الثانية هي فئة الوحدات معتدلة المنافسة، والفئة الثالثة هي فئة الوحدات ضعيفة المنافسة، ثم يتم تقييم وحدات الفئة الأولى ضمن المجموعة، وتقييم وحدات الفئة الثانية بالمقارنة مع وحدات الفئة الأولى والثانية معاً، وتقييم وحدات الفئة الثالثة مع كل وحدات النموذج.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., **Introduction to data envelopment analysis and its uses with DEA-solver software and references**, springer, 2ed, USA, 2006, p.204

<sup>2</sup> Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis and its uses with DEA-solver software and references**, Op. Cit., p. 215

## 2- الصيغة الرياضية لنموذج المتغيرات التصنيفية

نفترض أن مدخل معين يمكن أن يأخذ مستوى واحد من  $L$  مستوى  $(1, 2, \dots, L)$ . تمثل هذه القيم تقسيماً أو تصنيفاً لوحدات اتخاذ القرار إلى فئات عدده  $L$ . نعرف مجموعة وحدات اتخاذ القرار كما يلي:

$$K = \{1, 2, \dots, n\} = K_1 \cup K_2 \cup \dots \cup K_l$$

$$K_f = \{j / j \in K \text{ and input value is } f\} \quad \text{حيث :}$$

$$K_i \cap K_j = \phi, i \neq j \quad \text{و :}$$

لتقييم كفاءة وحدة معينة اخذين في الحسبان منطقة التغليف المحددة للوحدات المتضمنة في فئة الوحدة تحت التقييم ولوحدات الفئات السابقة، يستخدم النموذج الآتي<sup>1</sup>:

$$\text{Min } \theta_o$$

Subject to :

$$\sum_{j \in U_{f=1}^{K_f}} x_{ij} \lambda_j + s_j^- = \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j \in U_{f=1}^{K_f}} y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يسمح هذا النموذج بتقييم كل الوحدات (I) التي تنتمي الى الفئة الاولى ( $K_1$ ) مع الأخذ بعين الاعتبار فقط وحدات الفئة  $K_1$ ، ثم كل الوحدات التي تنتمي إلى الفئة  $K_2$  مع الأخذ بعين الاعتبار وحدات الفئة الأولى والفئة الثانية ( $K_1 \cup K_2$ )، ...، ثم كل الوحدات التي تنتمي إلى  $K_c$  مع الأخذ في الحسبان الوحدات  $U_{f=1}^{K_c}$ ، وهكذا تستمر عملية التقييم لتشمل كل وحدات المجموعة.

### المبحث الرابع: نماذج الكفاءة المتقاطعة والكفاءة الممتازة

من بين الانتقادات الموجهة إلى الأساليب التقليدية هو عدم قدرتها على التمييز بين كفاءة وحدات اتخاذ القرار، لاسيما إذا كان عدد المدخلات والمخرجات كبير مقارنة بعدد الوحدات الخاضعة للتقييم. ولتجاوز هذه العقبة، ينصح باستخدام عدد كبير من الوحدات مقارنة بعدد المدخلات والمخرجات، ولكن في الواقع قد يكون عدد الوحدات التي تخضع للتقييم محدودة جداً ولا يحقق العدد الأدنى المطلوب ويرغب الشخص المقيم في الحصول على نتائج للكفاءة تسمح بالتمييز بين الوحدات. في هذه الحالة يمكن الاعتماد على نماذج الكفاءة المتقاطعة والكفاءة الممتازة.

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Op. Cit., p. 21

## المطلب الأول: نماذج الكفاءة المتقاطعة Cross-Efficiency Models

### 1 - مفهوم نموذج الكفاءة المتقاطعة

تعد الكفاءة المتقاطعة امتدادا مهما من امتدادات تحليل مغلف البيانات. وأول من كان له السبق إليها هم Sexton و Silkam و Hogan من عام 1986. وتبرز أهمية هذا النموذج من خلال ميزتين أساسيتين. الأولى وتتمثل في قدرته على إعطاء ترتيب واحد لوحدات اتخاذ القرار، فعدد الوحدات التي تمتاز بالكفاءة التامة يقل بشكل كبير، وهذا على عكس الترتيب الممكن الحصول عليه من نموذجي العوائد الثابتة والمتغيرة أين يمكن أن نجد عدة وحدات كلها ذات كفاءة تامة، وبالتالي تصعب عملية الترتيب فيما بينها. وبالتالي هذا النموذج يمتاز بقوة التمييز بين كفاءة وحدات اتخاذ القرار مقارنة بالنماذج التقليدية. تكمن الميزة الثانية في استغناء هذا النموذج عن تقنية قيود الأوزان المستعملة في بعض الحالات من أجل الحصول على ترتيب يتصف بالتمييز، هذه الأوزان تتطلب اللجوء إلى معارف وأحكام الخبراء والمختصين في تحديدها، فأساس الطريقة هو اعتمادها على أوزان كل الوحدات لتحديد درجات الكفاءة المتقاطعة.<sup>1</sup>

من بين النماذج التي ظهرت لاحقا نموذج Doyle و Green عام 1994، حيث تنبها الباحثين إلى نقطة جوهرية تتمثل في تعدد الحلول المثلى التي تؤدي إلى تعدد متوسطات درجات الكفاءة للوحدة الواحدة، وهذا من شأنه أن يقلل من أهمية النموذج إذا لم يتجاوز هذا الإشكال. ولتجاوز هذه العقبة اقترحا الباحثين نموذج يطلق عليه اسم Aggressive and benevolent model، حيث أدرجا دوال هدف ثانوية لاختيار الأوزان المثلى التي تدني وتعظم على التوالي مجموع مخرجات وحدات اتخاذ القرار الأخرى. كذلك في عام 2008 طور Liang وزملائه نموذج باسم الكفاءة المتقاطعة بالمباريات Game croos-efficiency، ويسمح هذا النموذج بحساب درجة الكفاءة بالنظر إلى وحدة اتخاذ القرار على أنها لاعب يبحث عن تعظيم كفاءته الخاصة بحيث لا تتدهور الكفاءة المتقاطعة لكل وحدة من وحدات اتخاذ القرار الأخرى.<sup>2</sup> وفي عام 2014 اقترحا WD Cook و J Zhu نموذج حد الكفاءة كوب-دوغلاس والكفاءة المتقاطعة DEA cobb-Douglas frontier and Cross-efficiency، ولبناء هذا النموذج اعتمد الباحثين على نموذج تحليل مغلف البيانات المضاعف لحساب درجات الكفاءة المتقاطعة من خلال تحويله إلى نموذج خطي لوغاريتمي.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Timothy R. Anderson, Keith Hollingsworth, Lane Inman, The Fixed Weighting Nature of A Cross-Evaluation Model, **Journal of Productivity Analysis**, 17(2002), pp. 249-250

<sup>2</sup> Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin, Some alternative models for DEA cross-efficiency evaluation, **International Journal of Production Economics**, 128 (2010), p. 333

<sup>3</sup> WD Cook, J Zhu, DEA Cobb-Douglas frontier and cross-efficiency, **Journal of the Operational Research Society** 65(2014), p. 265

## 2- الصيغة الرياضية لنموذج الكفاءة المتقاطعة

ليكن لدينا مجموعة من  $n$  وحدة اتخاذ قرار ( $DMU_s$ ) وكل وحدة ( $DMU_j$ ) لديها  $s$  من المخرجات المختلفة و  $m$  من المدخلات المختلفة. نرسم للمدخل رقم  $i$  والمخرج رقم  $r$  للوحدة  $DMU_j$  بـ  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m$ ) و  $y_{rj}$  ( $r = 1, \dots, s$ ) على الترتيب. يتم حساب درجات الكفاءة المتقاطعة بصفة عامة من خلال مرحلتين. المرحلة الأولى ويتم فيها حساب الأوزان المثلى ومستويات كفاءة الوحدات باستخدام احد النماذج العادية كنموذج عوائد الحجم الثابتة أو المتغيرة مثلاً. وفي المرحلة الثانية يتم استخدام الأوزان المثلى السابقة في حساب درجات كفاءة باقي الوحدات الأخرى. فمثلاً نستخدم الأوزان المثلى للوحدة الأولى في حساب درجات كفاءة «  $n - 1$  » وحدة المتبقية، ونفس الشيء لأوزان كل وحدة.

**المرحلة الأولى:** نفترض أن الوحدة  $DMU_d$  يراد تقييم مستوى كفاءتها باستعمال نموذج عوائد الحجم الثابتة (CCR). فكفاءة كل وحدة بالشكل العادي تحسب بالنموذج الموالي :

$$\text{Max } E_{dd} = \frac{\sum_{r=1}^s U_{rd} Y_{rd}}{\sum_{i=1}^m V_{id} X_{id}}$$

$$\text{Subject to: } \frac{\sum_{r=1}^s U_{rd} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{id} X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$U_{rd} \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$V_{id} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

حيث تمثل  $U_{rd}$  و  $V_{id}$  أوزان المخرجات و المدخلات على التوالي للوحدة  $DMU_d$ .

**المرحلة الثانية:** في المرحلة السابقة تم اختيار الأوزان المثلى للوحدة  $DMU_d$ ، وفي هذه المرحلة يتم تطبيقها على باقي الوحدات بالأسلوب الموالي :

$$E_{dj} = \frac{\sum_{r=1}^s U_{rd}^* Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{id}^* X_{id}}, \quad d, j = 1, \dots, n$$

بعد حساب كل القيم الممكنة لـ  $E_{dj}$ ، يحسب متوسطها بالصيغة التالية :

$$\bar{E}_j = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n E_{dj}$$

تشير  $\bar{E}_j$  إلى درجة الكفاءة المتقاطعة للوحدة  $DMU_j$ .<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Joe Zhu, *Data Envelopment Analysis: A Handbook of Models and Methods*, springer, USA, 2015, pp. 24-25

النموذج السابق هو نموذج كسري، ولحله يستحسن تحويله إلى الصيغة الخطية التالية :

$$\text{Max } E_{dd} = \sum_{r=1}^s U_{rd} Y_{rd}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{id} X_{id} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_{rd} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{id} X_{ij} \leq 0, j = 1, \dots, n$$

$$U_{rd} \geq 0, V_{id} \geq 0$$

النموذج السابق هو نموذج ذو توجه مدخلاتي، أما النموذج ذو التوجه المخرجاتي فيأخذ الصيغة التالية<sup>1</sup>:

$$\text{Min } E_{dd} = \sum_{i=1}^m V_{id} X_{id}$$

Subject to :

$$\sum_{r=1}^s U_{rd} Y_{rd} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m V_{id} X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_{rd} Y_{rj} \geq 0, j = 1, \dots, n$$

$$U_{rd} \geq 0, V_{id} \geq 0$$

لتوضيح الفكرة أكثر يمكن الاستعانة بمصفوفة الكفاءة المتقاطعة لـ Doyel و Green والموضحة في الشكل رقم (9). توضح هذه المصفوفة درجات الكفاءة المتقاطعة لـ 6 وحدات اتخاذ قرار، هذه المصفوفة مربعة لأن عدد الأسطر يمثل عدد وحدات اتخاذ القرار وهو نفسه عدد الأعمدة.

تمثل عناصر قطر المصفوفة درجات الكفاءة العادية، أما بقية العناصر فهي درجات الكفاءة المتقاطعة. تعبر  $E_{25}$  عن درجة الكفاءة المتقاطعة للوحدة الخامسة باستخدام أوزان الوحدة الثانية. وبحسب Doyel و Green فان متوسط الكفاءة للوحدة « ج » يخلو من كفاءتها العادية، ويتم حسابها بالصيغة التالية<sup>2</sup> :

$$\bar{E}_j = \frac{1}{n-1} \sum_{d=1, d \neq j}^n E_{dj}$$

<sup>1</sup> Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., p. 64

<sup>2</sup> John Doyle, Rodney Green, Efficiency and cross-efficiency in DEA : derivation, meaning and uses, **The Journal of the Operational Research Society**, 45, ( 1994), p.569

الشكل رقم(11) : مصفوفة الكفاءة المتقاطعة لـ Green و Doyel

Rated DMU	Rated DMU						Averaged appraisal of peers
	1	2	3	4	5	6	
1	$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$A_1$
2	$E_{21}$	$E_{22}$	$E_{23}$	$E_{24}$	$E_{25}$	$E_{26}$	$A_2$
3	$E_{31}$	$E_{32}$	$E_{33}$	$E_{34}$	$E_{35}$	$E_{36}$	$A_3$
4	$E_{41}$	$E_{42}$	$E_{43}$	$E_{44}$	$E_{45}$	$E_{46}$	$A_4$
5	$E_{51}$	$E_{52}$	$E_{53}$	$E_{54}$	$E_{55}$	$E_{56}$	$A_5$
6	$E_{61}$	$E_{62}$	$E_{63}$	$E_{64}$	$E_{65}$	$E_{66}$	$A_6$
	$\bar{E}_1$	$\bar{E}_2$	$\bar{E}_3$	$\bar{E}_4$	$\bar{E}_5$	$\bar{E}_6$	Averaged appraisal by peers (peer appraisal)

**Source:** John Doyle, Rodney Green, Efficiency and cross-efficiency in DEA : derivation, meaning and uses, *The Journal of the Operational Research Society*, 45 (5), 1994, p.569

### 3- نموذج Sexton وزملائه

يعتمد نموذج الكفاءة المتقاطعة على الأوزان المثلى المحصل عليها من حل البرامج الخطية لكل وحدة اتخاذ قرار للحصول على درجات الكفاءة المتقاطعة. وكما هو معروف في حقل البرمجة الخطية، الحل الأمثل الواحد لوحدة اتخاذ قرار معينة يمكن أن يكون له حلول مثلى متعددة، هذا التعدد له تأثير على مستويات درجات الكفاءة المتقاطعة، فبحسب الحل الذي يقع عليه الاختيار يكون مستوى درجة الكفاءة المتقاطعة. إذا تغير درجات الكفاءة المتقاطعة الذي يسببه وجود الحلول المثلى المتعددة يؤدي إلى عدم ثبات متوسط كفاءة الوحدات  $\bar{E}_j$ ، وهذا بدوره يؤدي إلى تعدد الترتيبات الخاصة بوحدات اتخاذ القرار. لمعالجة هذا الإشكال، اقترح Sexton وزملائه إدراج هدف ثاني للحصول على أفضل أوزان المدخلات والمخرجات مع الحفاظ على ثبات درجات الكفاءة المحددة بنموذج عوائد الحجم الثابتة. ولعل أهم النماذج التي تستخدم فكرة الهدف الثاني نموذج Green و Doyele والمسمى بـ Aggressive and benevolent DEA model . الصيغة الرياضية لهذا النموذج هي<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Y-M Wang, K-S Chin , S Wang, DEA models for minimizing weight disparity in cross-efficiency evaluation, *Journal of the Operational Research Society*, 63 (2012), p. 1081

$$\text{Min } \sum_{r=1}^s U_{rk} (\sum_{j=1, j \neq k}^n Y_{rj})$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{ik} (\sum_{j=1, j \neq k}^n X_{ij}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_{rk} Y_{rk} - \theta_{kk}^* \sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ij} = 0$$

$$\sum_{r=1}^s U_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ij} \leq 0, j = 1, \dots, n, j \neq k$$

$$U_{rk}, V_{ik} \geq 0, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$$

يسمى هذا النموذج بـ **Agressive model**، ويهدف إلى اختيار الأوزان المثلى التي تجعل درجات الكفاءة المتقاطعة في أدنى مستوياتها. أما النموذج الموالي فيطلق عليه اسم **Benevolent model**، ويسعى إلى اختيار الأوزان المثلى التي تجعل درجات الكفاءة المتقاطعة في أعلى مستوياتها.<sup>1</sup>

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s U_{rk} (\sum_{j=1, j \neq k}^n Y_{rj})$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{ik} (\sum_{j=1, j \neq k}^n X_{ij}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_{rk} Y_{rk} - \theta_{kk}^* \sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ij} = 0$$

$$\sum_{r=1}^s U_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ij} \leq 0, j = 1, \dots, n, j \neq k$$

$$U_{rk}, V_{ik} \geq 0, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$$

#### 4- نموذج Liang وزملائه (2008)

النموذج الذي اقترحه Liang وزملائه عام 2008 يأخذ بعين الاعتبار فكرة نظرية المباريات، ويعتبر أن وحدات اتخاذ القرار تتنافس فيما بينها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، فالمباراة من طبيعة لا تعاونية أي هناك تنافس على الموارد. والفكرة الجوهرية لهذا النموذج هي أن وحدة القرار الخاضعة لعملية التقييم تبحث عن تعظيم كفاءتها الخاصة على أن لا تمس أو تكون سببا في تدهور كفاءة الوحدات الأخرى. فالفرق الجوهرى بين نموذج الكفاءة المتقاطعة بالمباريات والنماذج السابقة هو أن الأخيرة تبحث عن حزمة الأوزان المثلى التي تجعل درجات الكفاءة المتقاطعة في أفضل مستوياتها، أما الأولى فتبحث عن الأوزان الممكنة **feasible** وليس بالضرورة الأوزان المثلى والتي تسمح بحساب درجات كفاءة ممثلة للأداء.

لصياغة هذا النموذج في ظل مفاهيم المباريات، يفترض وجود لاعب **DMU<sub>d</sub>** حائز على درجة كفاءة  $\alpha_d$  ولاعب آخر **DMU<sub>j</sub>** يبحث عن تعظيم كفاءته الخاصة في ظل القيد الذي مفاده أن درجة

<sup>1</sup> Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin, Some alternative models for DEA cross-efficiency evaluation, **International Journal of Production Economics**, 128 (2010), p. 333

كفاءة الوحدة DMU<sub>d</sub> ( $\alpha_d$ ) لا يمكن أن تنقص. الآن يمكن أن تعرف الكفاءة المتقاطعة بالمباريات للوحدة DMU<sub>j</sub> نسبة إلى الوحدة DMU<sub>d</sub> كما يلي :

$$\alpha_{dj} = \frac{\sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{ij}}, \quad d = 1, \dots, n$$

تمثل  $U_{rj}^d$  و  $V_{ij}^d$  الأوزان المثلى التي تحسب من النموذج الموالي. يشير الدليل (dj) إلى انه يمكن للوحدة DMU<sub>j</sub> أن تختار فقط الأوزان التي لا تدهور أو لا تخفض الكفاءة المقدره للوحدة DMU<sub>d</sub>. ولحساب الكفاءة المتقاطعة لكل وحدة قرار DMU<sub>j</sub> وبتوجه المدخلات يستخدم النموذج الرياضي الآتي:

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rj}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{il} - \sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rl} \geq 0, \quad l = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{ij} = 1$$

$$\alpha_d \times \sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{id} - \sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rd} \leq 0$$

$$U_{rj}^d \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$V_{ij}^d \geq 0, \quad j = 1, \dots, m$$

هذا النموذج يتماشى مع قواعد نظرية المباريات غير التعاونية، حيث لا مجال للاتفاق أو التعاون بين اللاعبين (وحدات اتخاذ القرار).<sup>1</sup>

النموذج السابق يشبه إلى حد كبير نموذج عوائد الحجم الثابتة باستثناء اختلاف بسيط يتمثل في احتوائه على قيد إضافي ( $\alpha_d \times \sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{id} - \sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rd} \leq 0$ ) يضمن بان الكفاءة المتقاطعة للوحدة DMU<sub>d</sub> لا يمكن أن تقل عن  $\alpha_d$  ، حيث تشير  $\alpha_d$  إلى معلمة، تتحدد قيمتها في البادئ من خلال حل نموذج الكفاءة المتقاطعة الأول (1986)، فهي إذا تعبر عن الكفاءة المتقاطعة العادية للوحدة d، ثم تتجه تدريجيا نحو التحسن إلى أن تأخذ أفضل قيمة لها.

يبحث نموذج الكفاءة المتقاطعة بالمباريات عن تعظيم كفاءة الوحدة DMU<sub>j</sub> تحت قيد الوحدة DMU<sub>d</sub> الذي يفرض بان لا تقل كفاءة الوحدة DMU<sub>d</sub> عن المقدار  $\alpha_d$ .

<sup>1</sup> Liang L, Wu J, Cook WD, Zhu J., The DEA game cross efficiency model and its Nash equilibrium, **Operations Research** , 56 (2008), pp. 1279-1280

**1-4- تعريف:** ليكن لدينا  $U_{rj}^{d*}(\alpha_d)$  حل أمثل للنموذج، لكل وحدة قرار  $DMU_j$ :

$$\alpha_j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^s U_{rj}^{d*}(\alpha_d) Y_{rj}$$

وهي متوسط الكفاءة المتقاطعة بالمباريات للوحدة  $DMU_j$  وبالتوجه المدخلات.<sup>1</sup>

ولتحديد القيمة المثلى لمتوسط الكفاءة المتقاطعة للوحدة  $DMU_j$ ، اقترح Liang وزملائه خوارزمية خاصة بهذا النموذج، وتتمثل في مجموعة من الخطوات المتكررة والمؤدية تدريجياً إلى الهدف.<sup>2</sup>

**2-4- الخوارزمية:** تتمثل في ثلاث خطوات أساسية، وتتعلق فكرتها الأساسية من النموذج الأول للكفاءة المتقاطعة (1986)، ولكل وحدة قرار  $DMU_d$  يتم حل نموذج الكفاءة المتقاطعة بالمباريات لكل عنصر  $j$ ، باستخدام  $\alpha_d$  كقيمة ابتدائية. وتكرر هذه العملية لكل عنصر  $d$ ، ومتوسط قيم دالة الهدف لنموذج المباريات يصبح هو  $\alpha_d$  الجديدة، وعندما تقترب قيم  $\alpha_d$  المتتالية من  $\varepsilon$  تتوقف عملية الحل.

الخطوة الأولى: حل النموذج الأصلي للكفاءة المتقاطعة (1986)، والحصول على درجات الكفاءة المتقاطعة. ليكن  $t = 1$  و  $\alpha_d = \alpha_d^1 = \bar{E}_d$

الخطوة الثانية: حل نموذج الكفاءة المتقاطعة بالمباريات، ليكن:

$$\alpha_j^2 = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n \sum_{r=1}^s U_{rj}^{d*}(\alpha_d^1) Y_{rj}$$

وبشكل عام تستخدم الصيغة الآتية:

$$\alpha_j^{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n \sum_{r=1}^s U_{rj}^{d*}(\alpha_d^t) Y_{rj}$$

حيث تمثل  $U_{rj}^{d*}(\alpha_d^t)$  القيمة المثلى لـ  $U_{rj}^d$  في نموذج الكفاءة المتقاطعة بالمباريات عندما تكون:  $\alpha_d = \alpha_d^t$

الخطوة الثالثة: إذا كان  $|\alpha_j^{t+1} - \alpha_j^t| \geq \varepsilon$  لبعض العناصر من  $j$ ، نضع  $\alpha_d = \alpha_d^{t+1}$  ونعود إلى الخطوة الثانية. أما إذا كان  $|\alpha_j^{t+1} - \alpha_j^t| < \varepsilon$  لكل عناصر  $j$ ، تتوقف عملية الحل، ويكون  $\alpha_j^{t+1}$  أفضل متوسط كفاءة متقاطعة بالمباريات للوحدة  $DMU_j$ .

<sup>1</sup> Joe Zhu, *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking*, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., p.39

<sup>2</sup> Liang L, Wu J, Cook WD, Zhu J., Op. Cit., p. 1281

لحساب الكفاءة المتقاطعة بالمباريات وبتوجه المخرجات، نتبع نفس المنهج المتبع سابقا. أن تعرف الكفاءة المتقاطعة بالمباريات للوحدة  $DMU_j$  نسبة إلى الوحدة  $DMU_0$  كما يلي :

$$\alpha_{dj} = \frac{\sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{ij}}{\sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rj}}, \quad d = 1, \dots, n$$

ولحساب الكفاءة المتقاطعة لكل وحدة قرار  $DMU_j$  وبتوجه المخرجات يستخدم النموذج الرياضي الآتي:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{ij}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{il} - \sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rl} \geq 0, \quad l = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rj} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m V_{ij}^d X_{id} - \alpha_d \times \sum_{r=1}^s U_{rj}^d Y_{rd} \leq 0$$

$$U_{rj}^d \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$V_{ij}^d \geq 0, \quad j = 1, \dots, m$$

حيث :  $\alpha_d$  معلمة لا تقل عن واحد الصحيح.<sup>1</sup>

المطلب الثاني: نموذج الكفاءة الممتازة **super efficiency model**

### 1- مفهوم نموذج الكفاءة الممتازة

عندما كان يحاول Andersen و Petersen ترتيب كفاءة مجموعة من وحدات اتخاذ القرار اقترحا مفهوم الكفاءة الممتازة وقدموا نموذجا باسم نموذج الكفاءة الممتازة معتمدين على حالة عوائد الحجم الثابتة. والفكرة الأساسية التي بني على أساسها هذا النموذج هي إقصاء أو تغييب الوحدة الخاضعة للتقييم من بين الوحدات التي تشكل منحنى حدود الكفاءة، أي عدم إدراج قيدها ضمن النموذج الذي يستعمل لقياس كفاءتها.<sup>2</sup> وباختصار فكرة الكفاءة الممتازة هي ترك وحدة معينة جانبا ثم تقييمها من خلال الوحدات المتبقية.<sup>3</sup> ويسمح نموذج الكفاءة الممتازة بأن تحصل الوحدات الكفوة تماما حسب

<sup>1</sup> Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., p. 40

<sup>2</sup> Nicole Adler, Lea Friedman, Zilla Sinuany-Stern, Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, **European Journal of Operational Research**, 140 (2002), p. 253

<sup>3</sup> F. Hosseinzadeh Lotfi, G. R. Jahanshahloo, M. Khodabakhshi, M. Rostamy-Malkhelifeh, Z. Moghaddas, M. Vaez-Ghasemi, A Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis, **Journal of Applied Mathematics**, vol. 2013, Article ID 492421, 20 pages, 2013. doi:10.1155/2013/492421, p.7

نموذج عوائد الحجم الثابتة (CCR) على كفاءة تساوي أو تتعدى الواحد الصحيح، أما الوحدات التي لم تكن كفؤة حسب نموذج (CCR) ، فتحفظ بنفس الكفاءة المحصلة أي أنهما بنفس القيمة في سواء بالنموذج الأول أو الثاني.<sup>1</sup>

ولتوضيح فكرة إقصاء الوحدة المعنية من النموذج عند حساب كفاءتها الممتازة ، افترضنا Andersen و Petersen وجود خمس وحدات اتخاذ قرار A , B, C, D , E . كل وحدة تنتج مخرج وحيد باستعمال مدخلين فقط، والجدول الموالي يبين ذلك:

جدول رقم (5): مشاهدات مدخلات ومخرجات خمس وحدات

	A	B	C	D	E
Input 1	2	2	5	10	10
Input 2	12	8	5	4	6
Output 1	1	1	1	1	1

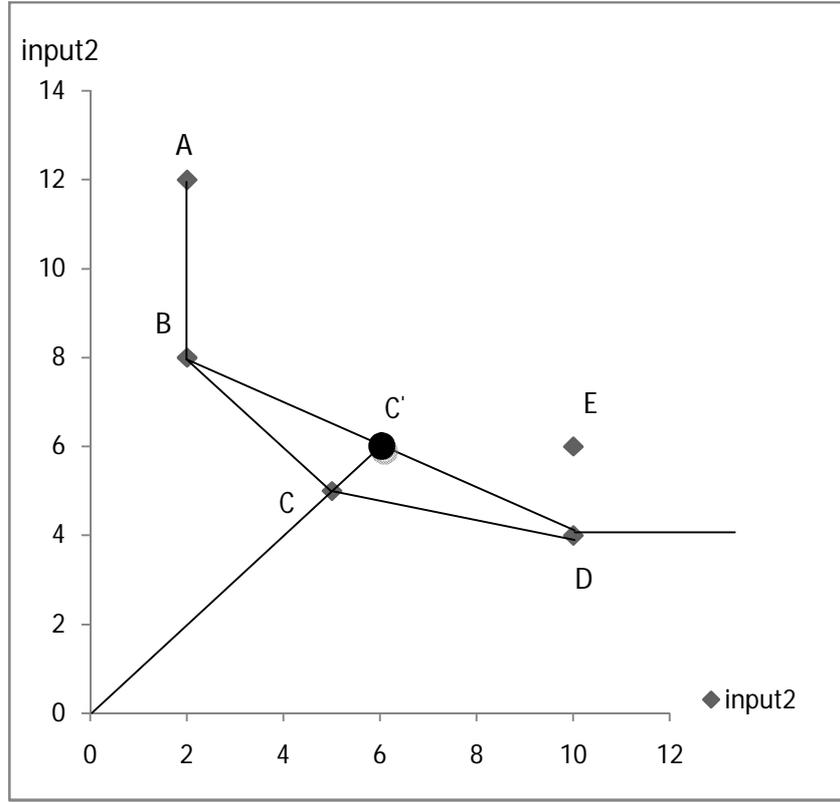
Source : Andersen, P., Petersen, N.C., A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. **Management Science** 39,( 1993), p.1262

تمثل مشاهدات الوحدات الخمس بمنحنى الناتج المتساوي كما هو مبين في الشكل رقم (12). وفي كلا النموذجين (نموذج BCC ونموذج الكفاءة الممتازة) منحنى حدود الكفاءة يتعين بالقطعتين BC و CD، فالنموذجين متفقين حول هذا المنحنى، ولكن الاختلاف يكمن في اختلاف الوحدات المرجعية للوحدات ذات الكفاءة التامة.

إذا نظرنا إلى تقييم كفاءة الوحدة A، فتبدو بشكل واضح أنها غير كفؤة، لأن لها كمية راکدة (استعمال زائد) من المدخل الثاني قدر بأربع وحدات إذا ما تم مقارنتها بالوحدة B. واستبعاد هذه الوحدة من المجموعة لا يؤثر على المغلف التي تشكله الوحدات المرجعية.

<sup>1</sup> Lei Li, Mingyue Li, Chunlin Wu, Production efficiency evaluation of energy companies based on the improved super-efficiency data envelopment analysis considering undesirable outputs, **Mathematical and Computer Modelling**, 58 (2013), p. 1058

الشكل رقم (12): منحنى الناتج المتساوي



Source: Andersen, P., Petersen, N.C., A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39 ( 1993), p. 1263

لنعتبر الآن الوحدة C، بحسب نموذج BCC فإن الوحدة المرجعية للوحدة C ذات الكفاءة تامة هي نفسها الوحدة C. إقصاء الوحدة C من المغلف الذي تشكله الوحدات المرجعية يعني أن الوحدة C تقارن مع النقطة الجديدة التي ستحدد في ضوء المغلف الجديد الذي تشكله الوحدات المتبقية A, B, D, E. في هذه الحالة الوحدة المرجعية هي C' كما هو موضح في الشكل رقم (12) وبتابع أسلوب Farrell لقياس الكفاءة. تقدر درجة كفاءة الوحدة C بـ  $1,2 (OC'/OC)$ ، وتعني أنه يمكن للوحدة C أن تزيد من متجه مدخلاتها بشكل تناسبي حتى تبلغ  $1,2$  وتبقى كفؤة، أما في حالة تجاوزها هذا الحد فتصبح غير كفؤة وفي هذه الحالة الودحتين B و D هما وحدتيها المرجعيتين.

وإتباع نفس الأسلوب، يمكن للودحتين B و D أن تزيدا من متجه المدخلات لكل واحدة منهما بشكل تناسبي إلى حد  $1,316$  و  $1,25$  على التوالي. وإذا ما تجاوزت كل وحدة حدها، تصبح الوحدة B تحت سيطرة الودحتين A و C و الوحدة D تحت سيطرة الوحدة C.

في الأخير، الوحدة E هي وحدة غير كفؤة وبالتالي لا تؤثر على المغلف الكفؤ، وتقدر درجة كفاءتها بـ  $0,88$  سواء بنموذج BCC أو بنموذج الكفاءة الممتازة.

بحسب نموذج الكفاءة الممتازة ، يمكن الوصول إلى الترتيب الموالى :  
 $^1.(B=1,316)>(D=1,25)>(C=1,2)>(A=1)>(E=0,88)$

## 2- نموذج *Petersen* و *Andersen* للكفاءة الممتازة

### 1-2- توجه المدخلات

يستعمل لقياس الكفاءة الممتازة بتوجه المدخلات وفي ظل ثبات عوائد الحجم نموذج التغليف الموالى:

$$\theta_o^* = \text{Min } \theta_o$$

Subject to :

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta_o x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

من النموذج يتضح أن بيانات الوحدة  $DMU_o$  لا تظهر في قيود النموذج الذي يحدد كفاءتها، بمعنى أن كل مدخلاتها والمعبر عنها بـ  $x_{io}$  وكل مخرجاتها والمعبر عنها بـ  $y_{ro}$  لا تدخل في النموذج المحدد لكفاءتها.<sup>2</sup>

يعطى النموذج الثنائي للنموذج السابق بالصيغة الآتية :

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

<sup>1</sup> Andersen, P., Petersen, N.C., A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. **Management Science**, 39 (1993), pp. 1262-1263

<sup>2</sup> Joe Zhu, Super-efficiency and DEA sensitivity analysis, **European Journal of Operational Research**, 129 (2001), p. 445

يتبين من نموذج الأوزان أن قيد الكفاءة للوحدة المراد تقييمها ( $DMU_0$ ) تم استبعاده من النموذج.<sup>1</sup>

ويستعمل لحساب الكفاءة الممتازة في ظل فرضية عوائد الحجم المتغيرة النموذج الموالي<sup>2</sup>:

$$\theta_o^* = \text{Min } \theta_o$$

Subject to :

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta_o x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

## 2-2- توجه المخرجات

في ظل فرضية ثبات عوائد الحجم، يستخدم النموذج الآتي<sup>3</sup>:

$$\theta_o^* = \text{Max } \theta_o$$

subject to

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq \theta_o y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\theta_o, \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

يأخذ النموذج الثنائي الصيغة الآتية :

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1$$

<sup>1</sup> Nicole Adler, Lea Friedman, Zilla Sinuany-Stern, Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, **European Journal of Operational Research**, 140 (2002), p. 253

<sup>2</sup> Hsuan-Shih Lee, Joe Zhu, Super-efficiency infeasibility and zero data in DEA, **European Journal of Operational Research**, 216 (2012), p. 430

<sup>3</sup> Joe Zhu, Super-efficiency and DEA sensitivity analysis, Op. Cit., p. 445

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

ويستعمل لحساب الكفاءة الممتازة بتوجه المخرجات و في ظل فرضية عوائد الحجم المتغيرة النموذج الموالي<sup>1</sup>:

$$\theta_o^* = \text{Max } \theta_o$$

subject to

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq \theta_o y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

$$\theta_o, \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

### 3- نموذج Kaoru توجه المدخلات والمخرجات (النموذج التجميعي)

إن أسلوب إقصاء وحدة اتخاذ القرار من نموذجها لحساب كفاءتها الممتازة، لا يمكن تطبيقه بشكل مباشر على للنموذج التجميعي لحساب درجات الكفاءة المتميزة، بل يجب القيام ببعض التعديلات. ووفقا لـ Tone Kaoru، يجب ألا التعرف على الوحدات ذات الكفاءة التامة باستخدام نموذج CCR أو نموذج BCC، ثم تطبيق النموذج المقترح من طرف TONE K. على الوحدات الكفؤة.

تعطى الصيغة الرياضية للنموذج التجميعي للكفاءة المتميزة وفي ظل ثبات عوائد الحجم كما يأتي<sup>2</sup>:

$$\delta_o^* = \text{Min } \delta_o = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_{io} / x_{io}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_{ro} / y_{ro}}$$

Subject to :

$$\bar{x}_{io} \geq \sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\bar{y}_{ro} \leq \sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\bar{x}_{io} \geq x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

<sup>1</sup> Jin-Xiao Chen , Mingrong Deng ,Sylvain Gingras , A modified super-efficiency measure based on simultaneous input-output projection in data envelopment analysis, **Computers & Operations Research**, 38 (2011), p. 497

<sup>2</sup> Tone Kaoru, A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, 143 (2002), p.34

$$\bar{y}_{ro} \leq y_{ro} , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq 0$$

أما في حالة عوائد الحجم المتغيرة، فيأخذ النموذج الصيغة الموالية<sup>1</sup>:

$$\delta_o^* = \text{Min} \delta_o = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_{io} / x_{io}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_{ro} / y_{ro}}$$

Subject to :

$$\bar{x}_{io} \geq \sum_{j=1, j \neq 0}^n x_{ij} \lambda_j , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\bar{y}_{ro} \leq \sum_{j=1, j \neq 0}^n y_{rj} \lambda_j , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\bar{x}_{io} \geq x_{io} , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\bar{y}_{ro} \leq y_{ro} , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq 0$$

بما أن دالة الهدف في صورة خطية، فيشترط أن تكون قيم المدخلات والمخرجات موجبة تماما. ولحل النموذج، يستعمل تحويل Charnes-Cooper الذي يسمح بالانتقال من الصيغة الكسرية الخطية إلى الصيغة الخطية.

#### 4- نموذج Du و Liang و Zhu للكفاءة الممتازة (2010)

بالإضافة إلى نموذج Tone Kaoru، اقترح Du و Liang و Zhu عام 2010 نموذجا آخر، يعتمد أساسا على النموذج التجميعي الذي اقترحه Charnes و زملائه عام 1985، ولكن ليس بإقصاء وحدة اتخاذ القرار من نموذجهم، ثم حل النموذج كما في الحالة العادية، لان هذا يؤدي إلى الوقوع في حالة المسائل التي ليس لها حل (infeasibility).

من أجل كل وحدة اتخاذ قرار (DMU<sub>o</sub>) ذات كفاءة تامة حسب النموذج التجميعي، يمكن استعمال النموذج الموالي لحساب كفاءتها الممتازة<sup>2</sup> :

$$\alpha_o^* = \text{Min} \alpha_o = \sum_{i=1}^m t_{io}^- + \sum_{r=1}^s t_{ro}^+$$

subject to:

<sup>1</sup> Tone Kaoru, A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis, Op. Cit., p. 40

<sup>2</sup> Juan Du, Liang Liang, Joe Zhu, A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis: A comment, **European Journal of Operational Research**, 204 (2010), p. 695

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} + t_{io}^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} - t_{ro}^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, t_{io}^-, t_{ro}^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

كما اقترح Du و Liang و Zhu نموذجا آخر، يختلف عن سابقه في شكل دالة الهدف فقط، ويأخذ الصيغة التالية:

$$\beta_o^* = \text{Min} \beta_o = \frac{1}{m+s} \left( \sum_{i=1}^m \frac{t_{io}^-}{x_{io}} + \sum_{r=1}^s \frac{t_{ro}^+}{y_{ro}} \right)$$

subject to:

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} + t_{io}^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} - t_{ro}^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, t_{io}^-, t_{ro}^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq o$$

#### 5- مشكلة الحلول غير الممكنة (infeasibility)

أكبر مشكل يمكن مواجهته عند تقييم الكفاءة الممتازة لوحدة اتخاذ القرار هو عدم قابلية بعض وحدات اتخاذ القرار للحل، وهذا يعرقل عملية ترتيب وحدات اتخاذ القرار. ومشكلة الحلول غير الممكنة نادرة الوقوع إن كان النموذج المستخدم في عملية التقييم يفترض ثبات عوائد الحجم، ويمكن لها أن تحدث فقط إذا كانت بعض المدخلات أو المخرجات تأخذ قيما معدومة، غير هذا الشرط، فنقبل نماذج عوائد الحجم الثابتة طول ممكنة مثلى. أما في حالة النماذج التي تفترض عوائد حجم متغيرة، فمسألة الحلول غير الممكنة واردة ولو كانت كل قيم المدخلات والمخرجات موجبة تماما.<sup>1</sup> ولتجاوز هذا الإشكال تم اقتراح العديد من النماذج التي تسمح بحساب الكفاءة الممتازة لكل الوحدات. من بين النماذج الحديثة نموذج Lee و Zhu عام 2012 ذو الصيغة الرياضية التالية:<sup>2</sup>

$$\text{Min } \pi + M \left( \sum_{r=1}^s \beta_r + \sum_{i=1}^m t_i \right)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n x_{ij} \lambda_j - t_i x_i^{\max} \geq (1 + \pi) x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n y_{rj} \lambda_j \geq (1 - \beta_r) y_{ro} - t_{ro}^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

<sup>1</sup> Hsuan-Shih Lee , Joe Zhu, Super-efficiency infeasibility and zero data in DEA, **European Journal of Operational Research**, 216 (2012), p. 429

<sup>2</sup> Joe Zhu , **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup>, Op. Cit., p.199

$$\sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, j \neq 0$$

$$\lambda_j, \beta_r, t_i \geq 0,$$

$\pi$  is free in sign

$$x_i^{max} = \max_{o=1}^n \{x_{io}\} \quad \text{حيث تحسب } x_i^{max} \text{ بالكيفية التالية :}$$

وتعتبر  $M$  عن عدد موجب كبير جدا.

### خلاصة الفصل الثاني

أصبح من الضروري على المؤسسات بمختلف أنواعها قياس كفاءتها، ومقارنتها بكفاءة نظيراتها من أجل معرفة أفضل الممارسات وتحديد مواطن النقص ثم معالجة الاختلالات. وللقيام بالقياس المقارن يتاح للمسيرين أسلوب حديث نسبيا يسمى بأسلوب تحليل مغلف البيانات.

تعود البداية الأولى لهذا الأسلوب إلى سنة 1978، وهو أسلوب قائم على البرمجة الخطية لقياس الكفاءة ومقارنتها بين المؤسسات المتماثلة بمعنى تستهلك نفس المخرجات للحصول على نفس المخرجات. ولهذا الأسلوب مجموعة من المزايا التي تجعله من أقوى نماذج القياس المقارن للكفاءة، ومن بين أهم مزاياه: عدم الحاجة إلى وضع أي فرضيات (صيغة رياضية) للدالة التي تربط بين المتغيرات التابعة والمتمثلة في مختلف مخرجات العملية الإنتاجية والمتغيرات المستقلة المتمثلة في مدخلات العملية، ويمكن من قياس الكفاءة في مؤشر وحيد رغم تعدد المدخلات وتعدد المخرجات، بالإضافة إلى توفيره معلومات مفيدة للمسيرين.

من أهم النماذج التي ظهرت خلال العشرينين الأوليتين من ظهوره هي: نموذج عوائد الحجم الثابتة، نموذج عوائد الحجم المتغيرة، نموذج الكفاءة التجميعية ونموذج الكفاءة المضاعفة، نموذج المتغيرات غير المتحكم فيها والمتغيرات التصنيفية، نماذج الكفاءة المتقاطعة والكفاءة الممتازة.

## الفصل الثالث:

نماذج تحليل مغلف البيانات المتقدمة

الفصل الثالث: نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات المتقدمة

تمهيد

تقوم نماذج تحليل مغلف البيانات التقليدية على مجموعة من الفرضيات الضمنية. هذه الفرضيات، في العديد من الحالات الواقعية لا تتحقق، وبالتالي يتعذر تطبيقها على النحو الذي ظهرت عليه. ومن أجل تجاوز هذا القصور، تم تطوير العديد من النماذج حسب الإشكال المطروح.

من بين النماذج التي تم تطويرها، يذكر نماذج المرحلتين، والتي جاءت من أجل دراسة وتحليل العلاقات الداخلية التي يمكن أن تتشكل منها وحدات اتخاذ القرار بدل معالجتها كعلبة سوداء، ونماذج البيانات النوعية، لأن النماذج التقليدية تفترض أن تكون البيانات في شكل عددي، ونماذج تحليل مغلف البيانات التي تعالج الازدحام، والنماذج التي تعالج العوامل غير المرغوبة.

من أجل الإحاطة بأهم نماذج الحالات سابقة الذكر، سيقسم هذا الفصل إلى ثلاث مباحث على هذا النحو:

المبحث الأول: تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين

المبحث الثاني: تحليل مغلف البيانات ببيانات نوعية

المبحث الثالث: نماذج تحليل مغلف البيانات في حالة الازدحام والعوامل غير المرغوبة

### المبحث الأول: تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين two-stage DEA

تحليل مغلف البيانات كما يعرفه مكتشفيه هو استخدام البرمجة الخطية لقياس كفاءة الوحدات المتماثلة والتي تستخدم مجموعة من المدخلات لإنتاج مجموعة من المخرجات. في هذه الحالة، ينظر إلى وحدات القرار على أن نشاطها الإنتاجي يتم في مرحلة واحدة، أي أنها تستعمل مدخلاتها للحصول على مخرجات نهائية تطرح في المحيط الخارجي لها. في حالات عديدة الأمر معاكس للحالة السابقة، حيث توجد وحدات تتم عملياتها الإنتاجية في أكثر من مرحلة، وتكون أي مرحلة في علاقة مع المرحلة السابقة لها.

### المطلب الأول: نظرة عامة حول كفاءة المرحلتين

لمعالجة مثل هذه الحالات تم استحداث نموذج جديد، أطلق عليه تسمية نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين، وهو أداة لقياس كفاءة الوحدات التي تستعمل في مرحلة أولى مجموعة من المدخلات لإنتاج مجموعة من المخرجات، ثم في مرحلة ثانية تستعمل مخرجات المرحلة الأولى على أساس أنها مدخلات للمرحلة الثانية للحصول مرة ثانية على مخرجات أخرى. تسمى المخرجات التي تصبح كمدخلات مرحلة أخرى بالمقاييس الوسيطة intermediate measures<sup>1</sup>.

وأول من كان له السبق في تناول فكرة المخرجات الوسيطة هما Rolf Färe و Chawna Grossropf في عمل لهما بعنوان الإنتاجية والمنتجات الوسيطة : طريقة الحدود، تم نشره في سنة 1996 في مجلة Economics Letters<sup>2</sup>. وفي عام 1997 استعمل Wang و زملائه نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين لدراسة اثر الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات على أداء البنوك. حيث في المرحلة الأولى، يقوم البنك بجمع الأموال التي يتقدم بها الزبائن إلى البنك في شكل ودائع (مخرجات) مستخدما من اجل ذلك العمال والأصول الثابتة وميزانية تكنولوجيا المعلومات كمدخلات. وفي المرحلة الثانية، يستعمل البنك مخرجات المرحلة الأولى على أساس أنها مدخلات المرحلة الثانية ليتحصل بعد ذلك على أرباح ونسبة قروض مستردة كمخرجات للمرحلة الثانية. بالرغم من هذا التقسيم الجيد لعملية الإنتاج، إلا أن Wang و زملائه نمذجوا العملية على أنها مرحلتين منفردتين (نموذج لكل مرحلة) بدل من نمذجتها على أنها عملية وحيدة تتشكل من مرحلتين (نموذج واحد للمرحلتين معا)<sup>3</sup>.

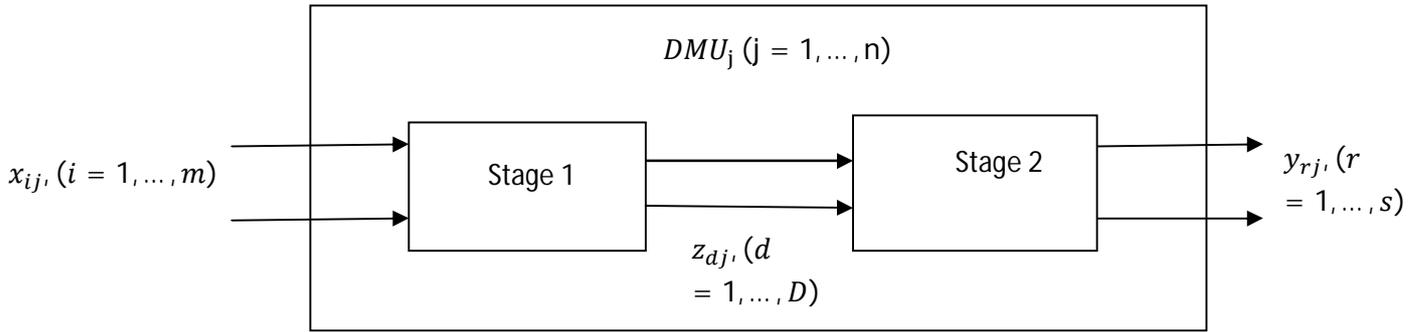
<sup>1</sup> Dimitris K. Despotis, Gregory Koronakos, Efficiency assessment in two-stage processes: A novel network DEA approach, **Procedia Computer Science**, 31 (2014), p. 299

<sup>2</sup> Rolf Färe , Chawna Grossropf, productivity and intermediate products: a frontier approach, **Economics Letters**, 50 (1996), p. 65

<sup>3</sup> Sangkyu Rho, Jung An, Evaluating the efficiency of two stage production process using data envelopment analysis, **international transactions in operational research**, 14(2007), p.396

لتوضيح أكثر لفكرة عملية الإنتاج ذات المرحلتين، نفترض انه يوجد  $n$  وحدة اتخاذ قرار  $DMU_j$  تستعمل في المرحلة الأولى  $m$  من المدخلات يعبر عنها بـ  $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m)$  لإنتاج  $D$  من المخرجات التي يعبر عنها بـ  $z_{dj} (d = 1, 2, \dots, D)$ ، في المرحلة الثانية يتم استعمال المخرجات  $z_{dj}$  على اساس انها مدخلات المرحلة الثانية من اجل الحصول على مخرجات نهائية يعبر عنها بـ  $y_{rj} (r = 1, 2, \dots, s)$ .

الشكل رقم (13): عملية الإنتاج ذات المرحلتين



**Source:** Chialin Chen, Joe Zhu, Juin-Yu Yu, Hamid Noori, A new methodology for evaluating sustainable product design performance with two-stage network data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 221 (2012), p. 351

من الشكل يتضح أن المخرجات  $z_{dj}$  تتوسط المرحل الأولى والمرحلة الثانية، لذلك تسمى بالمقاييس الوسيطة.

نشير إلى الكفاءة في المرحلة الأولى بـ  $e_j^1$  وفي المرحلة الثانية بـ  $e_j^2$ ، وتعطى صيغتهما على النحو الآتي:

$$e_j^1 = \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}$$

$$e_j^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D \tilde{w}_d z_{dj}}$$

حيث تعبر  $w_d$ ،  $\tilde{w}_d$ ،  $v_i$ ،  $u_r$  عن أوزان مجهولة و غير سالبة.<sup>1</sup>

منذ بروز فكرة تعدد مراحل الإنتاج لوحدات اتخاذ القرار، تم اقتراح العديد من النماذج الرياضية التي تسمح بحساب كفاءة الوحدات بالأخذ بعين الاعتبار الهياكل الداخلية لها. وبسبب كثرة هذه النماذج

<sup>1</sup> Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective, *Omega*, 38 (2010), p. 424

حاول بعض الباحثين تصنيفها في مجموعات مختلفة. من بين أبرز هذه التصنيفات، نجد التصنيف الذي قدمه W. D. Cook وزملائه 2010. فبحسبهم فإن كل نموذج لدراسة الكفاءة على مرحلتين يمكن أن يندرج تحت إحدى المجموعات من أصل أربع مجموعات التالية: مجموعة طرق تحليل مغلف البيانات العادية، مجموعة طرق تحليل مغلف البيانات المبنية على التجزئة، مجموعة طرق تحليل مغلف البيانات المبنية على نظرية المباريات، مجموعة طرق تحليل مغلف البيانات الشبكية.<sup>1</sup> كذلك تصنيف George E. Halkos وزمليه 2013 كان يضم أربع مجموعات وكانت على هذا النحو: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المستقلتين، نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المتصلتين، نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المترابطتين، نماذج تحليل مغلف البيانات المبنية على نظرية المباريات.<sup>2</sup> أما تصنيف Lorenzo Castelli وزمليه، فكان على هذا النحو: نماذج التدفق المشترك، نماذج متعددة المستويات، نماذج الشبكات.<sup>3</sup> وكأحدث تصنيف قام به Chiang Kao عام 2014 مبني على أساس نوع أو شكل هيكل المراحل التي تضمها وحدات اتخاذ القرار. وبحسبه يمكن تصنيف النماذج إلى خمس مجموعات أساسية تتمثل في مجموعة نماذج المراحل المتسلسلة، مجموعة نماذج المراحل المتوازية، مجموعة نماذج المراحل المختلطة (متسلسلة + مختلطة)، مجموعة نماذج المراحل الهرمية، مجموعة نماذج المراحل الديناميكية.<sup>4</sup>

### المطلب الثاني: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المستقلتين

#### 1- نظرة حول نماذج المرحلتين المستقلتين

هذا النوع من النماذج هو الأول الذي عرفته مجموعة نماذج المرحلتين، ويعرف على أنه تطبيق أسلوب تحليل مغلف البيانات التقليدي لكل مرحلة على حدة، أي دون الأخذ بعين الاعتبار العلاقات الموجودة بين المراحل، والنظر إليهما على أنهما مرحلتين مستقلتين. و من الأوائل الذين بادروا إلى تطبيق فكرة المراحل في حساب كفاءة الوحدات بعد أن أشار إليها Rolf Färe وزميله Chawna Grossropf عام 1996 هم Wang وزملائه عام 1997، و Seiford و Zhu عام 1999، و Sexton و Lewis عام 2003.<sup>5</sup> اهتم Wang و زملائه بدراسة اثر الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات على أداء البنوك. أما Seiford و Zhu كان اهتمامهما بدراسة أحسن 55 بنك في الولايات

<sup>1</sup> Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Op. Cit., p. 424

<sup>2</sup> George E. Halkos , Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, A unified classification of two-stage DEA models, **Surveys in Operations Research and Management Science**, 19 (2014), p. 2

<sup>3</sup> Lorenzo Castelli, Raffaele Pesenti, Walter Ukovich, A classification of DEA models when the internal structure of the Decision Making Units is considered, **annals of operations research**, 173 (2010), pp. 208-209

<sup>4</sup> Kao Chiang, Network data envelopment analysis: A review. **European Journal of Operational Research** (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.039>

<sup>5</sup> George E. Halkos , Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, , A unified classification of two-stage DEA models, Op. Cit., pp.2-3

المتحدة الأمريكية، حيث استخدمنا نموذج العوائد المتغيرة (BCC) ونموذج عوائد الحجم الثابتة على مرحلتين مستقلتين، في المرحلة الأولى لقياس كفاءة الربحية باعتبار عدد العمال و الأصول و قيم الأسهم كمدخلات، و المداخيل والأرباح كمخرجات، وفي المرحلة الثانية لقياس كفاءة السوق باعتبار المداخيل و الأرباح كمدخلات (مقاييس وسيطة) والقيمة السوقية و عائد الإجمالي للأموال المستثمرة و عائد السهم كمخرجات.<sup>1</sup> وفيما يخص Sexton و Lewis، فكانت دراستهما حول تطبيق نموذج المرحلتين على فرق الدوري الأمريكي للبيسبول، فكل فريق ينشط في الدوري يمثل وحدة اتخاذ قرار تقوم بعملية الشراء والإنتاج. خلال العملية الأولى تصرف الرواتب كمدخلات للحصول على المواهب باعتبارها مخرجات، وخلال العملية الثانية، تستعمل هذه المواهب كمدخلات لتحقيق انتصارات و عوائد كمخرجات نهائية. ومن خلال دراستهما ابرزتا أهمية نموذج المرحلتين على النموذج التقليدي (نموذج المرحلة الواحدة) باعتباره نموذج لا يبين مكان القصور بالضبط لتصحيح الخلل أو القيام بالتحسينات اللازمة.<sup>2</sup>

## 2- نموذج Zhu و Seiford

في المرحلة الأولى يتم استعمال احد النموذجين التقليديين، نموذج عوائد الحجم الثابتة أو عوائد الحجم المتغيرة، فإذا تم افتراض أن وحدات اتخاذ القرار تنشط في ظل عوائد حجم متغيرة فيستعمل النموذج الموالي:

$$\text{Max } \gamma_0^1 - \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \gamma_0^1 y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

وبنفس النموذج تحسب كفاءة المرحلة الثانية ( $\gamma_0^2$ ) على هذا النحو:

$$\text{Max } \gamma_0^2 - \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

<sup>1</sup> Lawrence M. Seiford, Joe Zhu, Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks, **Management Science**, 45 (1999), p. 1272

<sup>2</sup> Thomas R. Sexton, Herbert F. Lewis, Two-Stage DEA: An Application to Major League Baseball, **Journal of Productivity Analysis**, 19 (2003), p. 228

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \gamma_0^2 y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

لتكن  $\gamma_0^{1*}$  و  $\gamma_0^{2*}$  القيمتين المثليتين للمرحلة الأولى والثانية على الترتيب. إذا كان  $\gamma_0^{1*} = 1$  وكل المتغيرات الراكدة معدومة  $s_i^{-*} = s_j^{+*} = 0$ ، نقول أن المرحلة الأولى كفاءة تماما. كذلك إذا كان  $\gamma_0^{2*} = 1$  وكل المتغيرات الراكدة معدومة  $s_i^{-*} = s_j^{+*} = 0$ ، نقول أن المرحلة الثانية كفاءة تماما. وتكون الوحدة ككل كفاءة، إذا كانت كلا مرحلتها كفاءتين تماما.<sup>1</sup>

تعد نماذج المرحلتين المستقلتين النماذج الأولى التي حاولت معالجة القصور الذي تواجهه النماذج التقليدية عند حساب كفاءة وحدات اتخاذ القرار ذات النشاط الذي يمكن تجرئته إلى مراحل، فقد سمحت بالإجابة عن بعض الأسئلة التي لم تتمكن منها النماذج التقليدية، كالتساؤل حول مصدر الالكفاءة داخل الوحدة. كما بينت أن هناك وحدات تعتبر كفاءة بالنماذج التقليدية ولكنها في الأصل غير كفاءة باستخدام نماذج المرحلتين. مع ذلك، يمكن أن يؤخذ على نماذج المراحل المستقلة عدم معاملتها بالكيفية المناسبة للمقاييس الوسيطة، فمثلا يفترض أن المرحلة الأولى لوحدة معينة ذات كفاءة تامة والمرحلة الثانية لم تحقق ذلك، إذا هي بحاجة إلى تحسين كفاءتها، فإذا انتهجت توجه المدخلات فإنها ملزمة بتقليص مدخلاتها (والتي هي مخرجات المرحلة الأولى) كي تصل إلى حد الكفاءة، هذا بدوره يجعل المرحلة الأولى غير كفاءة بعدما كانت تتمتع بالكفاءة التامة.<sup>2</sup> من أجل تجاوز مثل هذا الإشكال تم إيجاد نماذج أخرى تسمح بالأخذ بعين الاعتبار العلاقات الموجودة بين المراحل.

### المطلب الثالث: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المترابطتين أو العلائقية

يقصد بنماذج المرحلتين المترابطتين تلك التي تفترض وجود علاقات ذات طبيعة تجميعية أو مضاعفة بين الكفاءة الإجمالية والكفاءات الفردية. السيمة المميزة لهذه النماذج هي أن أوزان المقاييس (المتغيرات) الوسيطة (المدخلات التي تصير مخرجات) هي نفسها، سواء استخدمت كمدخلات أو كمخرجات.<sup>3</sup> يمكن إدراج تحت هذه المجموعة ثلاثة أنواع من النماذج، وهي النموذج التجميعي، النموذج المضاعف، النموذج الشبكي.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Lawrence M. Seiford, Joe Zhu, Op. Cit., p. 1273

<sup>2</sup> Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Op. Cit., p. 424

<sup>3</sup> George E. Halkos, Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, Weight assurance region in two-stage additive efficiency decomposition DEA model: an application to school data, **Journal of the Operational Research Society**, (2014), p. 2

<sup>4</sup> George E. Halkos, Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, A unified classification of two-stage DEA models, Op. Cit., P.7

## 1- نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للكفاءة التجميعية

### 1-1- نموذج عوائد الحجم الثابتة

سيتم التعرض إلى النموذج التجميعي الذي اقترحه Chen وزملائه عام 2009، ويهدف هذا النموذج إلى حساب الكفاءة الإجمالية  $E_0$ . بافتراض ان هناك  $n$  وحدة اتخاذ قرار  $DMU_j$  تستعمل في المرحلة الأولى  $m$  من المدخلات يعبر عنها بـ  $x_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) لإنتاج  $D$  من المخرجات التي يعبر عنها بـ  $z_{dj}$  ( $d = 1, 2, \dots, D$ )، في المرحلة الثانية يتم استعمال المخرجات  $z_{dj}$  على اساس انها مدخلات المرحلة الثانية من اجل الحصول على مخرجات نهائية يعبر عنها بـ  $y_{rj}$  ( $r = 1, 2, \dots, S$ ) ومنه يمكن تحديد الكفاءة الاجمالية بهذه الصيغة:

$$E_0 = \varepsilon_1 \cdot \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} + \varepsilon_2 \cdot \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}$$

تعبّر  $\varepsilon_1$  و  $\varepsilon_2$  عن أوزان الكفاءة الفردية للمرحلة الأولى والكفاءة الفردية للمرحلة الثانية على الترتيب، وهما بمثابة مساهمة كل مرحلة في العملية ككل، وهي كذلك تختلف عن أوزان المدخلات والمخرجات. وبدل أن تتحدد بشكل اعتباطي، اقترح Chen وزملائه فكرة اللجوء إلى مقارنة حجم كل مرحلة بحجم العملية ككل. ويعبر عن حجم كل مرحلة بإجمالي المدخلات الموزونة التي تستهلكها، وعن حجم العملية بإجمالي المدخلات الموزونة التي تستهلكها وحدة اتخاذ القرار عبر كل مراحلها.

رياضياً، يعبر عن حجم العملية بـ :  $\sum_{i=1}^m V_i X_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}$ ، وهي عبارة عن مجموع حجم المرحلة الأولى  $\sum_{i=1}^m V_i X_{io}$  وحجم المرحلة الثانية  $\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}$ .

يتم حساب أهمية كل مرحلة على النحو الآتي:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}$$

ومنه فان:  $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 1$ .

وتحسب الكفاءة الإجمالية بحل النموذج الآتي:

$$Max E_0 = \left[ \varepsilon_1 \cdot \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} + \varepsilon_2 \cdot \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}} \right]$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}} \leq 1$$

$$W_d, U_r, V_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يلاحظ أن هذا النموذج كسري، ولا يمكن تحويله إلى الصيغة الكمرية باستخدام تحويل Cooper-Charnes، ولكن إذا تم تعويض الوزنين  $\epsilon_1$  و  $\epsilon_2$  بما يكافئهما، فيمكن عندئذ الوصول إلى نموذج كسري يمكن تحويله إلى صيغة خطية. النموذج الكسري بعد تعويض قيمتي  $\epsilon_1$  و  $\epsilon_2$  يكون على هذا النحو:

$$Max E_o = \left[ \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do} + \sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}} \right]$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}} \leq 1$$

$$W_d, U_r, V_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

وباستعمال تحويل Charnes-Cooper، يصبح النموذج السابق كما يأتي:

$$Max \sum_{r=1}^S U_r Y_{ro} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}$$

S.T

$$\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj} - \sum_{d=1}^D W_d Z_{dj} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do} = 1$$

$$W_d, U_r, V_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

وبحل هذا النموذج، نجد قيمة الكفاءة الإجمالية  $E_o$ ، ومن خلالها يمكن حساب الكفاءة الفردية للمرحلة الأولى والكفاءة الفردية للمرحلة الثانية. غير أن هذا النموذج يمكن أن يقبل حلول مثلى متعددة، وكنتيجة لهذا، يمكن أن تأخذ الكفاءة المجرأة أكثر من قيمة. ولتخطي هذا الإشكال، اتبع Chen وزملائه المنهجية المقترحة من طرف Kao و Hwang عام 2008 لإيجاد مجموعة الأوزان التي يترتب عنها أكبر كفاءة لإحدى المرحلتين، وبشرط الحفاظ على نتيجة الكفاءة الإجمالية كما هي.

بالنظر إلى الكفاءة الإجمالية  $E_0$  التي تم الحصول عليها من حل نموذج الكفاءة الإجمالية، يحسب أولاً إحدى الكفاءتين الفرديتين، إما كفاءة المرحلة الأولى  $E_0^1$  أو كفاءة المرحلة الثانية  $E_0^2$ ، ثم نستخرج من الكفاءة المحسوبة الكفاءة المتبقية.

في حالة إعطاء الأولوية للمرحلة الأولى لحساب كفاءتها الفردية  $E_0^1$ ، فالنموذج الموالي هو المستعمل، علماً أن مقدار  $E_0$  معلوم.

$$E_0^{1*} = \text{Max} \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}}$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do} + \sum_{r=1}^s U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}} = E_0$$

$$W_d, U_r, V_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

وبإجراء التحويل، ينتج البرنامج الخطي التالي:

$$E_0^{1*} = \text{Max} \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}$$

Subject to :

$$\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{d=1}^D W_d Z_{dj} \leq 0$$

$$(1 - E_0) \sum_{d=1}^D W_d Z_{do} + \sum_{r=1}^s U_r Y_{ro} = E_0$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1$$

$$W_d, U_r, V_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

بحل هذا النموذج نحصل على مقدار كفاءة المرحلة الأولى  $E_0^{1*}$ ، ومن خلالها يمكن حساب كفاءة المرحلة الثانية على هذا النحو:

$$E_0^2 = \frac{E_0 - W_1^* E_0^{1*}}{W_2^*}$$

حيث تمثل  $W_1^*$  و  $W_2^*$  أوزان تم إيجادها عند حل نموذج الكفاءة الإجمالية.

أما في حالة إعطاء الأولوية للمرحلة الثانية لحساب كفاءتها  $E_0^{2*}$ ، فيستعمل النموذج التالي:

$$E_0^{2*} = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{do}}$$

S.T.

$$\frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{do} + \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io} + \sum_{d=1}^D w_d z_{do}} = E_0$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

وبإجراء التحويل، ينتج البرنامج الخطي التالي:

$$E_0^{2*} = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

S.T

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} + \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - E_0 \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = E_0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

بحل هذا النموذج نحصل على مقدار كفاءة المرحلة الثانية  $E_0^{2*}$ ، ومن خلالها يمكن حساب كفاءة المرحلة الأولى على هذا النحو:

$$E_0^1 = \frac{E_0 - w_2^* E_0^{2*}}{w_1^*}$$

تجدر الإشارة في الأخير أن إذا كانت  $E_0^1 = E_0^1$  أو  $E_0^{2*} = E_0^2$ ، فهذا يدل على ان الكفاءة المجزأة هي وحيدة.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yao Chen , Wade D. Cook , Ning Li , Joe Zhu, Additive efficiency decomposition in two-stage DEA, **European Journal of Operational Research**, 196 (2009), p. 1171-1173

## 2-1- نموذج عوائد الحجم المتغيرة

باعتبار أن وحدات اتخاذ القرار تعمل في ظل عوائد حجم متغيرة، فالنموذج المناسب لقياس كفاءتها يعطى بالصيغة الموالية:

$$Max E_o = \left[ \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do} + \sum_{r=1}^S u_r y_{ro} + u^B}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io} + \sum_{d=1}^D W_d Z_{do}} \right]$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj} + u^A}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} + u^B}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}} \leq 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$u^A, u^B$  free in sign.

وبتحويل هذا النموذج يصبح مكافئاً للنموذج الخطي الموالي:

$$Max \sum_{r=1}^S u_r y_{ro} + u^A + \sum_{d=1}^D w_d z_{do} + u^B$$

Subject to :

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u^A \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} + u^B \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} = 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$u^A, u^B$  free in sign.

في حالة إعطاء الأولوية للمرحلة الأولى لحساب كفاءتها الفردية  $E_o^1$ ، فالنموذج الموالي هو المستعمل، علماً أن مقدار  $E_o$  معلوم.

$$E_o^{1*} = Max \sum_{d=1}^D w_d z_{do} + u^A$$

Subject to :

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} + u^A - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} + u^B - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$(1 - E_o) \sum_{d=1}^D w_d z_{do} + \sum_{r=1}^S u_r y_{ro} + u^A + u^B = E_o$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$u^A, u^B$  free in sign.

و بالأسلوب نفسه، إذا كانت الأولوية للمرحلة الثانية، حيث النموذج الآتي هو المستعمل:

$$E_o^{2*} = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} + u^B$$

Subject to :

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} + u^A - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u^B - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} + \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - E_o \sum_{i=1}^m v_i x_{io} + u^A + u^B = E_o$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$u^A, u^B$  free in sign.

بعد حساب نتيجة كفاءة مرحلة معينة، يمكن حساب نتيجة كفاءة المرحلة الأخرى بإتباع نفس الأسلوب المستعمل في حالة نموذج العوائد الثابتة.<sup>1</sup>

## 2- نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للكفاءة المضاعفة

تتظر نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للكفاءة التجميعية إلى الكفاءة على أنها حاصل جمع كفاءتين موزونتين، أما نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للكفاءة المضاعفة، فتتظر إليها على أنها جداء كفاءتين. من بين النماذج التي تناولت الكفاءة المضاعفة نجد نموذج Koa و Hwang عام 2008، ونموذج Liang وزملائه 2008.

سيتم استعراض نموذج Koa و Hwang. بافتراض أن هناك  $n$  وحدة اتخاذ قرار  $DMU_j$  تستعمل في المرحلة الأولى  $m$  من المدخلات يعبر عنها بـ  $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m)$  لإنتاج  $D$  من المخرجات التي يعبر عنها بـ  $z_{dj} (d = 1, 2, \dots, D)$ ، في المرحلة الثانية يتم استعمال المخرجات  $z_{dj}$  على أساس انها مدخلات المرحلة الثانية من أجل الحصول على مخرجات نهائية يعبر عنها بـ  $y_{rj} (r = 1, 2, \dots, s)$ . إذا كانت الكفاءة الفردية للمرحلة الأولى هي:

<sup>1</sup> Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin, Some alternative DEA models for two-stage process, **Expert Systems with Applications**, 37 (2010), pp. 8802-8804

$$E_o^1 = \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}}$$

والكفاءة الفردية للمرحلة الثانية هي:

$$E_o^2 = \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}$$

فإن كفاءة العملية ككل (الكفاءة الإجمالية) تكون على هذا النحو:

$$E_o = E_o^1 \times E_o^2$$

$$= \frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} \times \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{do}}$$

$$E_o = \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}}$$

ومن أجل حساب الكفاءة الإجمالية، يستعمل النموذج الكسري الموالي:

$$Max E_o = \left[ \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} \right]$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj}}{\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj}} \leq 1$$

$$W_d, U_r, V_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

البرنامج الخطي المكافئ للبرنامج الكسري السابق يعطى بالصيغة الآتية:

$$Max \sum_{r=1}^S U_r Y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D W_d Z_{dj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} = 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

من المحتمل جداً، عند حل النموذج الخطي السابق، وجود حلول مثلى متعددة، وهذا يترتب عنه تعدد القيم التي يمكن أن تأخذها الكفاءتين الفرديتين. وكأحد الحلول لهذه المشكلة التي اقترحها Koa و Hwang، هو اختيار الأوزان المثلى التي تجعل احد الكفاءتين الفرديتين اكبر ما يمكن، ثم تحسب قيمة الكفاءة الأخرى على أساس معلومية الكفاءة الإجمالية.<sup>1</sup>

بافتراض أن الأولوية لحساب الكفاءة الفردية منحت للمرحلة الأولى، فالبرنامج الموالي هو المستعمل لتحديد كفاءتها:

$$E_o^{1*} = \text{Max} \sum_{d=1}^D w_d z_{do}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{ro} - E_o \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 0$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

بحل هذا النموذج نحصل على مقدار كفاءة المرحلة الأولى  $E_o^{1*}$ ، ومن خلالها يمكن حساب كفاءة المرحلة الثانية على هذا النحو:

$$E_o^2 = \frac{E_o}{E_o^{1*}}$$

أما في حالة إعطاء الأولوية للمرحلة الثانية لحساب كفاءتها الفردية  $E_o^{2*}$ ، فيستعمل النموذج التالي:

$$E_o^{2*} = \text{Max} \sum_{r=1}^S u_r y_{ro}$$

<sup>1</sup> Chiang Kao, Shih-Nan Hwang, Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan, **European Journal of Operational Research**, 185 (2008), pp. 420-423

S.T

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - E_o \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

بحل هذا النموذج نحصل على مقدار كفاءة المرحلة الثانية  $E_o^{2*}$ ، ومن خلالها يمكن حساب كفاءة المرحلة الأولى على هذا النحو<sup>1</sup>:

$$E_o^1 = \frac{E_o}{E_o^{2*}}$$

### 3- نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للكفاءة الشبكية

في حالات معينة يمكن تمثيل عملية الإنتاج ذات المراحل المتعددة في شكل شبكي، في هذه الحالة تسمى نماذج تحليل مغلف البيانات التي تدرس هذا النوع من الأشكال بالنماذج الشبكية. ويعتبر نموذج معين كنموذج ذو طبيعة علائقية أو ترابطية إذا كانت الأوزان المرافقة للمقاييس الوسيطة هي نفسها سواء اعتبرت هذه المقاييس مدخلات أو مخرجات. وبما أن نظام الشبكات ليس له شكل أو هيكل محدد، فيعتمد على الهيكل المقترح (المخطط الشبكي) للوصول إلى النموذج الذي يسمح بتقييم الكفاءة، كما قام به Rolf Färe و Chawna Grossropf (1996، 2000)، و Rolf Färe و آخرون (2007).<sup>2</sup>

وعلى ضوء مقاربة Chiang Kao التي تنص على أن المخرجات الموزونة لأي مرحلة يجب أن تقل أو تساوي مدخلاتها الموزونة، بالإضافة إلى شرط العملية ككل، يمكن نمذجة أي شبكة ذات مراحل ترابطية.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> George E. Halkos , Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, A unified classification of two-stage DEA models, Op. Cit., P.7

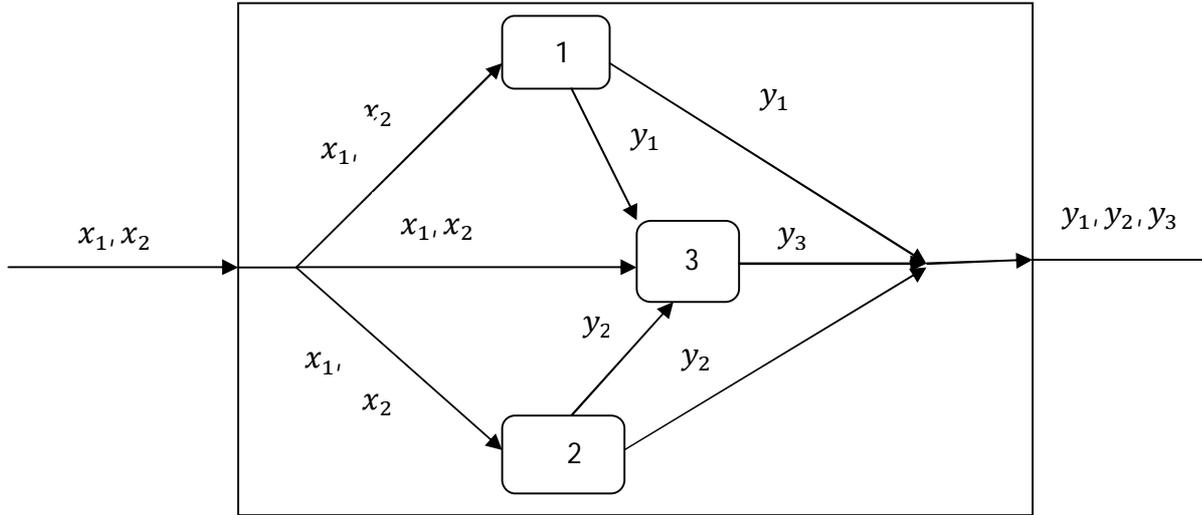
<sup>2</sup> Chiang Kao, Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model, **European Journal of Operational Research**, 192 (2009), p. 953

<sup>3</sup> Chiang Kao, Shih-Nan Hwang, Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance, **Decision Support Systems**, 48 (2010), p. 438

نموذج Kao الشبكي

افترض Kao أن النظام الإنتاجي الكلي يتكون من ثلاث عمليات مترابطة، والمخطط الشبكي الموالي يوضح أكثر هذا النظام:

الشكل رقم (14): مخطط شبكي بثلاث مراحل



Source: Chiang Kao, Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model, *European Journal of Operational Research*, 192 (2009), p. 953

من الشكل يتضح أن مدخلات النظام الكلي هي  $x_1$  و  $x_2$ ، أما مخرجاته فهي  $y_1$  و  $y_2$  و  $y_3$ . هذا النظام يتكون من ثلاث مراحل أساسية. أثناء المرحلة الأولى يتم استهلاك جزء من مدخلات  $x_1$  و  $x_2$  بغرض إنتاج المخرج  $y_1$ . وأثناء المرحلة الثانية كذلك أيضا يتم استهلاك جزء من مدخلات  $x_1$  و  $x_2$  بغرض إنتاج المخرج  $y_2$ . و خلال المرحلة الثالثة يتم استهلاك ما تبقى من مدخلات  $x_1$  و  $x_2$  و جزء من مخرجات المرحلة الأولى  $y_1$  و جزء من مخرجات المرحلة الثانية  $y_2$  لتنتج المخرج  $y_3$ .

ليكن لدينا  $x_{ij}^{(t)}$  المدخل رقم  $i$  للوحدة  $j$  والمستعمل في المرحلة رقم  $t$ . وحسب الشبكة السابقة فإن  $i = 1, 2$  و  $t = 1, 2, 3$ . ومنه يعبر عن مدخلات المراحل الثلاث بالصيغة التالية:  $x_{ij}^{(1)} + x_{ij}^{(2)} + x_{ij}^{(3)}$ ، وهو مساوي لمدخلات النظام الكلي والمعبر عنها بـ:  $x_{ij}$ ,  $i = 1, 2, j = 1, 2, \dots, n$ . ويعبر عن مخرج المرحلة الأولى بـ:  $y_1^{(0)}$  و  $y_1^{(i)}$ ، حيث  $y_1^{(0)}$  هو المخرج النهائي للنظام و  $y_1^{(i)}$  هو الكمية التي تستعملها المرحلة الثالثة كمدخلات لها. وبنفس الأسلوب يعبر عن مخرجات المرحلة الثانية بـ  $y_2^{(0)}$  و  $y_2^{(i)}$  حيث يعبر الأول منهما عن المخرجات النهائية للنظام والثاني عن الكمية التي تستعملها المرحلة الثالثة كمدخلات لها. ليكن الوزن المرافق للمخرج  $r$  ( $r = 1, 2, 3$ ) و  $v_i$  الوزن

المرافق للمدخل  $(i = 1, 2)$ ، وبالاستناد إلى منهجية Kao لتقييم الكفاءة في حالة تعدد المراحل، يعطى النموذج الآتي لتقييم كفاءة النظام السابق<sup>1</sup>:

$$E_k = \text{Max}(u_1 y_{1k}^{(o)} + u_2 y_{2k}^{(o)} + u_3 y_{3k})$$

S.T

$$v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} = 1$$

$$(u_1 y_{1j}^{(o)} + u_2 y_{2j}^{(o)} + u_3 y_{3j}) - (v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j}) \leq 0$$

$$u_1 y_{1j} - (v_1 x_{1j}^{(1)} + v_2 x_{2j}^{(1)}) \leq 0$$

$$u_2 y_{2j} - (v_1 x_{1j}^{(2)} + v_2 x_{2j}^{(2)}) \leq 0$$

$$u_3 y_{3j} - (v_1 x_{1j}^{(3)} + v_2 x_{2j}^{(3)} + u_{1j} y_{1j}^{(i)} + u_{2j} y_{2j}^{(i)}) \leq 0$$

$$u_1, u_2, u_3, v_1, v_2 \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

القيد الأول هو القيد الذي سمح بالتحول من الصيغة الكسرية إلى الصيغة الخطية، أما القيد الثاني فهو قيد النظام ككل، أما القيود المتبقية فهي قيود متعلقة بالمراحل التي تحويها العملية ككل، كما يلاحظ أيضا أن قيد النظام هو حاصل جمع قيود المراحل الثلاثة، وبالتالي يمكن إسقاط هذا القيد عند القيام بحسابات الحل. بما أن كفاءة النظام الكلي هي ناتج الكفاءات الفردية لكل المراحل، فمن الممكن أن لا يوجد وحدة اتخاذ القرار تملك كفاءة تامة مساوية للواحد<sup>2</sup>.

حل النموذج السابق يسمح بالحصول على الكفاءة الكلية  $E_k^*$  والأوزان المثلى  $u_1^*, u_2^*, u_3^*, v_1^*, v_2^*$  وبالاعتماد عليها يمكن حساب الكفاءات الفردية لكل مرحلة.

$$E_k^{(1)} = \frac{u_1^* y_{1k}}{v_1^* x_{1k}^{(1)} + v_2^* x_{2k}^{(1)}}$$

$$E_k^{(2)} = \frac{u_2^* y_{2k}}{v_1^* x_{1k}^{(2)} + v_2^* x_{2k}^{(2)}}$$

$$E_k^{(3)} = \frac{u_3^* y_{3k}}{v_1^* x_{1k}^{(3)} + v_2^* x_{2k}^{(3)} + u_1^* y_{1k}^{(1)} + u_2^* y_{2k}^{(1)}}$$

<sup>1</sup> Chiang Kao, Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model, Op. Cit., pp. 953-954

<sup>2</sup> Ibid., p. 954

النموذج الخطي السابق يقبل نموذج ثنائي، وإذا تم التخلي عن قيد النظام بما انه حاصل جمع قيد كل مرحلة، يعطى البرنامج الثنائي بهذا الأسلوب<sup>1</sup>:

$$\text{Min } \theta + \varepsilon(s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_1^+ + s_2^+)$$

S.T

$$\sum_{j=1}^n \alpha_j y_{1j} - \sum_{j=1}^n \gamma_j y_{1j}^{(i)} - s_1^- = y_{1k}^{(o)}$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j y_{2j} - \sum_{j=1}^n \gamma_j y_{2j}^{(i)} - s_2^- = y_{2k}^{(o)}$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j y_{3j} - s_3^- = y_{3k}$$

$$\sum_{j=1}^n \alpha_j x_{1j}^{(1)} + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{1j}^{(2)} + \sum_{j=1}^n \gamma_j x_{1j}^{(3)} + s_1^+ = \theta x_{1k}$$

$$\sum_{j=1}^n \alpha_j x_{2j}^{(1)} + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{2j}^{(2)} + \sum_{j=1}^n \gamma_j x_{2j}^{(3)} + s_2^+ = \theta x_{2k}$$

$$\alpha_j, \beta_j, \gamma_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يتكون هذا البرنامج من خمسة قيود، وهي تقابل الثلاثة مخرجات والمدخلين التي يضمها النظام الكلي. ويحكم على كفاءة النظام إذا وفقط إذا كانت  $\theta^* = 1$  وكل المتغيرات المتباطئة معدومة  $s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = 0$ . ما عدا ذلك، فإن النظام غير كفؤ وهو بحاجة إلى تحسين كفاءته، والتحسين المطلوب من جهة المخرجات هو زيادة  $y_{1k}^{(o)}, y_{2k}^{(o)}, y_{3k}^{(o)}$  بقيمة المتغيرات الراكدة  $s_1^-, s_2^-, s_3^-$  على الترتيب. أما التحسين المطلوب من جهة المدخلات هو تخفيض  $x_{1k}$  و  $x_{2k}$  بالمقدارين  $[(1 - \theta)x_{1k} + s_1^+]$  و  $[(1 - \theta)x_{2k} + s_2^+]$  على الترتيب.

#### المطلب الرابع: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين المتصلتين

هذه الفئة من النماذج تأخذ بعين الاعتبار التفاعلات الموجودة بين مختلف مراحل العملية ككل أو النظام الكلي عند حساب الكفاءة الإجمالية. يضمن هذا المنهج أن كل وحدة اتخاذ قرار لا يمكنها تحقيق كفاءة تامة إلا إذا كانت المرحلتين كفتنتين تماما. ولحساب الكفاءة بنماذج المرحلتين، يستعمل عادة نموذج للكفاءة الإجمالية ونموذج فردي لكل مرحلة، وعملية الحل تكون بحل كل النماذج في آن واحد، أو حل نموذج الكفاءة الإجمالية أولاً ثم حل نماذج المراحل في مرحلة ثانية، كما قد تقتصر عملية الحل فقط على حل نموذج الكفاءة الإجمالية. الخاصية المميزة لهذه المجموعة هو تعاملها بشكل مختلف مع

<sup>1</sup> Chiang Kao, Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model, Op. Cit., p. 955

المقاييس الوسيطة، حيث يسند لها أوزان مختلفة حسب الاستعمال، فإذا استعملت كمخرجات فيسند لها أوزان معينة وإذا ماذا استعملت كمدخلات فيسند لها أوزان أخرى تختلف عن سابقتها.<sup>1</sup>

طورا Chen و Zhu نموذجا باسم سلسلة القيمة، يضمن كفاءة النظام الكلي في حالة واحدة وهي كفاءة كل مرحله. والصيغة الرياضية للنموذج الذي اقترراه تكون على هذا النحو:

$$\text{Min}_{\alpha, \beta, \lambda_j, \mu_j, \tilde{z}} w_1 \alpha - w_2 \beta$$

S.T

(stage 1)

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \tilde{z}_{do}, \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

(stage 2)

$$\sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \tilde{z}_{do}, \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq \beta y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j = 1$$

$$\mu_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

حيث تعبر  $w_1$  و  $w_2$  عن وزني المرحلة الأولى والمرحلة الثانية على الترتيب، وتحدد من طرف متخذ القرار بأسلوب ذاتي حسب ما يراه حول أهمية كل مرحلة.<sup>2</sup>

#### المطلب الخامس: نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين للمباريات

وهي المجموعة الرابعة من نماذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين، وتستعمل بعض مبادئ نظرية المباريات في التعامل مع مراحل العملية الإنتاجية. ويعود الفضل في تطوير نموذجهما إلى Liang وزملائه (2008) حيث استعملوا النموذج المقترح لقياس أداء سلاسل الإمداد التي تتكون من

<sup>1</sup> George E. Halkos, Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, A unified classification of two-stage DEA models, Op. Cit., p. 3

<sup>2</sup> Yao Chen, Joe Zhu, Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance, **Information Technology and Management**, 5 (2004), p.15

طرفين (المنتج و البائع). وبحسب Liang وزملائه، هناك نوعين من النماذج، الأولى تدعى بالنماذج غير التعاونية أو اللامركزية، والثانية بالنماذج التعاونية أو المركزية.<sup>1</sup> ولتوضيح هذه النماذج، يفترض وجود  $n$  وحدة اتخاذ قرار  $DMU_j$  تستعمل في المرحلة الأولى  $m$  من المدخلات يعبر عنها بـ  $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m)$  لإنتاج  $D$  من المخرجات التي يعبر عنها بـ  $Z_{dj} (d = 1, 2, \dots, D)$ ، في المرحلة الثانية يتم استعمال المخرجات  $Z_{dj}$  على أساس أنها مدخلات المرحلة الثانية من أجل الحصول على  $s$  من المخرجات النهائية ويعبر عنها بـ  $y_{rj} (r = 1, 2, \dots, s)$ .

### 1- النماذج غير التعاونية (اللامركزية)

ينظر إلى مرحلتي النظام على أنهما طرفين متنازعين فيما بينهما، وبالاستناد إلى فكرة Stackelberg في مجال المباريات، يعتبر احد الطرفين رائد ويقرر أولاً السياسة التي سينتهجها و الطرف الآخر تابع له ويقرر على ضوء ما قام به الرائد. بحسب هذا المفهوم، تعتبر كفاءة المرحلة الرائدة أكثر أهمية من نظيرتها في المرحلة الأخرى، وكنتيجة لهذا، يتم حل أولاً نموذج المرحلة الرائدة ثم تستعمل نتائجها في حل نموذج المرحلة التابعة.<sup>2</sup>

اقترح Liang وزملائه استعمال نموذج عوائد الحجم الثابتة لحل نموذج المباريات غير التعاونية. بافتراض أن المرحلة الأولى هي الرائدة، يستعمل نموذج العوائد الثابتة المعتاد في حساب كفاءتها.

$$E_0^{1*} = \text{Max} \sum_{d=1}^D w_d z_{do}$$

S.T

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$w_d, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

حل هذا النموذج يسمح بالحصول على القيم المثلى التالية:  $E_0^{1*}$ ،  $w_d^*$ ،  $v_i^*$ . تدرج هذه القيم في نموذج المرحلة التابعة من أجل قياس كفاءتها.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective, **Omega**, 38 (2010), p. 425

<sup>2</sup> Wade D. Cook, Joe Zhu, **Data Envelopment Analysis : A Handbook on the Modeling of Internal Structures and Networks**, Springer Science+Business Media, New York, 2014, p. 262

<sup>3</sup> Liang Liang, Wade D. Cook, Joe Zhu, DEA Models for Two-Stage Processes: Game Approach and Efficiency Decomposition, **Naval Research Logistics** , 55 (2008), p. 645

اعتمادا على النتائج المتوصل إليها في نموذج المرحلة الرائدة، يستخدم النموذج غير خطي في حساب كفاءة المرحلة الثانية باعتبارها مرحلة تابعة للمرحلة الرائدة. الصيغة الرياضية لهذا النموذج تكون على هذا النحو:

$$E_o^{2*} = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{ro}}{q \times \sum_{d=1}^D w_d z_{do}}$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}}{q \times \sum_{d=1}^D w_d z_{dj}} \leq 1$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = E_o^{1*}$$

$$w_d, U_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يعد النموذج السابق نموذجا غير خطيا، والسبب هو المقدار « q » الموجود في دالة الهدف و القيد الأول. ولتحويله إلى نموذج في صيغة خطية، يجرى التحويل التالي<sup>1</sup>:

$$u_r = \frac{U_r}{q}$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = E_o^{1*}$$

النموذج الخطي المكافئ للنموذج غير الخطي السابق هو:

$$E_o^{2*} = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{E_o^{1*}}$$

Subject to :

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = E_o^{1*}$$

$$w_d, U_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

<sup>1</sup> Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective, **Omega**, 38 (2010), p. 428

الآن نفترض أن المرحلة الثانية هي الرائدة و المرحلة الأولى تابعة لها، بنفس الكيفية السابقة سيتم التعامل مع هذه الحالة، يتم أولاً حساب كفاءة المرحلة الثانية باستخدام نموذج عوائد الحجم الثابتة والمتمثلة في  $E_0^{2*}$ ، وبالاعتماد عليها يتم حساب كفاءة المرحلة الأولى باعتبارها تابعة للمرحلة الثانية من خلال هذا النموذج:

$$\frac{1}{E_0^{1*}} = \text{Min} \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$$

Subject to :

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{do} = 1$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{ro} = E_0^{2*}$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

وتحسب الكفاءة الإجمالية بحاصل ضرب كفاءة المرحلة الرائدة في كفاءة المرحلة التابعة.

## 2- النماذج التعاونية

وتسمى كذلك بنماذج الرقابة المركزية، وبحسب نظرية المباريات التعاونية، ينظر إلى مرحلتي العملية على أنهما طرفين متعاونين من أجل بلوغ أفضل مستوى مشترك بينهما. ينتج عن هذا تعامل المرحلتين على أنهما مرحلة واحدة تبحث عن إيجاد أفضل الأوزان للمقاييس الوسيطة بغية تعظيم نتيجتي كفاءتهما. في هذه الوضعية تكون أوزان المقاييس الوسيطة متساوية وتحديدها يكون بشكل متزامن، وتكون نتيجة الكفاءة الإجمالية هي متوسط الكفاءتين الفرديتين.<sup>1</sup>

ونظراً لأهمية هذا النوع من النماذج سيتم استعراض نموذجين، الأول لـ Liang وزملائه (2008) والثاني لـ Du وزملائه (2015).

### 2-1- نموذج المباريات التعاونية لـ Liang وزملائه

في هذا النوع من النماذج، تتمتع المرحلتين بنفس درجة الأهمية، وتعمل المرحلتين معاً من أجل تحديد الأوزان المثلى للمقاييس الوسيطة، وبالتالي فإن هذه الأوزان تكون متساوية ( $\tilde{w}_d = w_d$ ).<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Op. Cit., p. 425

<sup>2</sup> Liang Liang, Wade D. Cook, Joe Zhu, Op. Cit., p. 646

$$Max E_0 = E_0^1 \times E_0^2 = \left[ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \right]$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

بالاستناد إلى تحويل Charnes و Cooper، البرنامج الخطي المكافئ للبرنامج الكسري السابق يعطى بالصيغة الآتية:

$$Max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0$$

$$w_d, u_r, v_i \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

## 2-2 - نموذج المباريات التعاونية لـ Du وزملائه

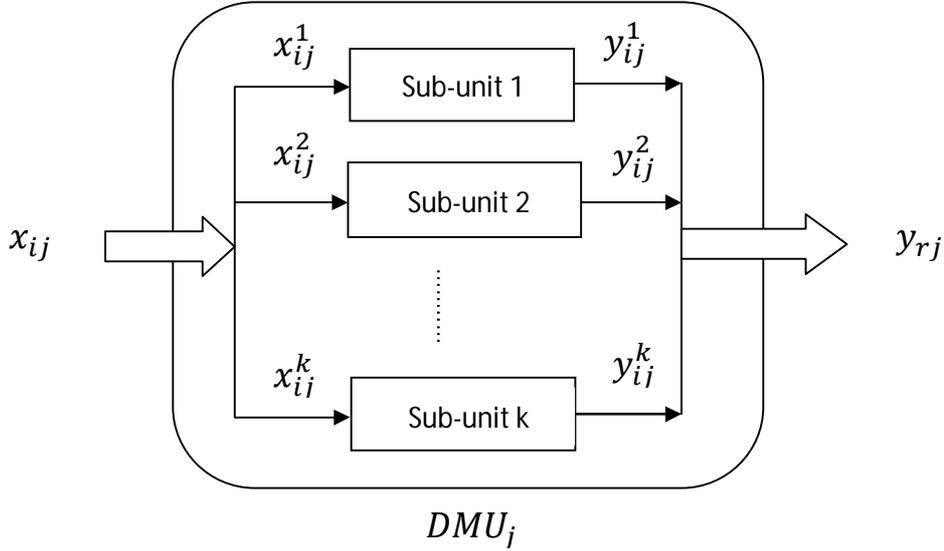
وهو نموذج تحليل مغلف البيانات الشبكي المبني على منهجية المباريات، وينظر إلى وحدة اتخاذ القرار على أنها نظام كلي يتكون من مجموعة من الأنظمة الفرعية المتوازية فيما بينها، والتي تستهلك نفس المدخلات ولكن بكميات قد تكون متفاوتة من أجل الحصول على نفس المخرجات وبكميات قد تتفاوت.<sup>1</sup>

يفترض وجود  $n$  وحدة اتخاذ قرار تستعمل  $m$  من المدخلات يعبر عنها بـ  $x_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) من أجل الحصول على  $s$  مخرجات يعبر عنها بـ  $y_{rj}$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) وتظم كل وحدة اتخاذ قرار  $k$  من الوحدات الفرعية المتوازية والمستقلة فيما بينها. تستعمل كل وحدة فرعية  $m$

<sup>1</sup> Juan Du, Joe Zhu, Wade D. Cook, Jiazhen Huo, DEA models for parallel systems: game theoretic approaches, *Asia-pacific journal of operational research*, 32 (2015), p. 4

من المدخلات من أجل الحصول على  $s$  من المخرجات يعبر عنهما بـ  $x_{ij}^p$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) و  $y_{rj}^p$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) على الترتيب.

الشكل رقم (15): نظام الإنتاج المتوازي



**Source :** Juan Du, Joe Zhu, Wade D. Cook, Jiazhen Huo, DEA models for parallel systems: game theoretic approaches, *Asia-pacific journal of operational research*, 32 (2015), p. 5

لحساب كفاءة الوحدة ككل، هناك نوعان من القيود هما قيود الوحدات وقيود الوحدات الفرعية، ويستخدم النموذج الآتي في تقييم الكفاءة الإجمالية:

$$E_o^* = \text{Max} \left[ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \right]$$

Subject to :

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^p}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^p} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad p = 1, 2, \dots, k$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

بما أن:  $\sum_{p=1}^k x_{ij}^p = x_{ij}$  و  $\sum_{p=1}^k y_{ij}^p = y_{ij}$ ، إذا المجموعة الأولى من القيود والمتعلقة بالوحدات ككل يمكن الاستغناء عنها.<sup>1</sup> وبالاستناد إلى تحويل Charnes و Cooper، البرنامج الكسري السابق يكافئ البرنامج الخطي الآتي:

$$E_o^* = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

S.T

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^p - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^p \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad p = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

إذا كان  $u_r^*$  و  $v_i^*$  الأوزان المثلى من حل النموذج، فإن الكفاءة الاجمالية تحسب على هذا النحو:

$$E_o^* = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

وتحسب الكفاءة لكل وحدة فرعية بهذا الشكل:

$$E_o^p = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}^p}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{io}^p}, \quad p = 1, 2, \dots, k$$

### المبحث الثاني: تحليل مغلف البيانات ببيانات نوعية

تعد نماذج تحليل مغلف البيانات التي تعالج البيانات النوعية من الامتدادات المهمة لها، وكميزة تزيد من قوتها وتطبيقاتها. منذ اقتراح أول نموذج يعالج البيانات النوعية والى يومنا هذا والأبحاث مستمرة حوله.

### المطلب الأول: نظرة حول نماذج البيانات النوعية

نموذج تحليل مغلف البيانات CCR لـ Cooper وزملائه (1978) ونموذج تحليل مغلف البيانات BCC لـ Banker وزملائه (1984) هما نموذجان لقياس الكفاءة النسبية لوحدات اتخاذ القرار التي تستعمل مدخلات متعددة للحصول على مخرجات متعددة. يفترض النموذجين السابقين أن تكون البيانات المستعملة للدلالة على المدخلات والمخرجات في شكل كمي، أي أن كل مدخل وكل مخرج يعبر عنه بعدد يعكس قيمته الفعلية، استناداً إلى وحدة قياس معينة. في بعض الحالات يتعذر تحقق هذا الافتراض وتظهر بعض العوامل الكيفية (النوعية)، سواء كانت مدخلات أو مخرجات، التي لا يمكن غض النظر عنها. تتمثل البيانات النوعية في بيانات غير رقمية (ملاحظات أو أحكام) كالأحكام: قوي، متوسط، ضعيف. أو بيانات رقمية ذات دلالة ترتيبية، هذا الترتيب قد ينتج عن ترتيب كل

<sup>1</sup> Juan Du, Joe Zhu, Wade D. Cook, Jiazhen Huo, Op. Cit., pp. 5-6

العناصر ترتيب تصاعدي أو ترتيب تنازلي من أول عنصر إلى آخر عنصر، أو تقييم العناصر على ضوء سلم معين كسلم ليكرت الخماسي مثلا.<sup>1</sup>

إن التعبير عن مدخلات أو مخرجات نوعية بشكل ترتيبي أمر مهم في عملية قياس الكفاءة، لكن لا يمكن استخدام البيانات الترتيبية بشكل مباشر عند استعمال نموذج تحليل مغلف البيانات، لأنه قي يعطي نتائج متحيزة فيما يخص كفاءة وحدات اتخاذ القرار، وبالخصوص إذا كان هناك مزيج بين نوعين من البيانات، أي أن هناك مدخلات ومخرجات عددية ومدخلات ومخرجات نوعية. بالإضافة إلى ذلك هناك نوع آخر من البيانات يسمى بالبيانات غير الدقيقة أو غير المحددة ويعبر عنها بمجالات. إذا من الواضح جدا، معالجة البيانات النوعية بأسلوب ملائم ضرورة لا يمكن الاستغناء عنها، بغية الوصول إلى نتائج ذات مصداقية عالية.

المساهمات الأولى لمعالجة البيانات النوعية عند تقييم كفاءة وحدات اتخاذ القرار، كانت مع Cook وزميليه Kress و Seiford (1993)، أين حاولوا إدراج مدخل واحد فقط، يأخذ قيم ترتيبية حددت على مقياس رباعي، ضمن نموذج تحليل مغلف البيانات CCR لقياس كفاءة 31 نظام آلي، معتمدين على أربع مدخلات وثلاث مخرجات. وفي وقت لاحق (1996)، حاولت نفس المجموعة من الباحثين تعميم النموذج السابق ليعم مزيج من البيانات الكمية والبيانات النوعية.<sup>2</sup>

من بين الدراسات المهمة والحديثة التي تناولت مسألة البيانات النوعية، دراسة Cook و Zhu (2006)، حيث اقترحا إطارا عاما لمعالجة البيانات الترتيبية من خلال استعراض حالتين. الحالة الأولى متعلقة باختيار مشروع البحث والتطوير باستخدام بيانات ترتيبية لثلاث مدخلات وثلاث مخرجات، كلها رتبت على أساس سلم خماسي. والثانية تدرس حالة 33 مكتب كوري لخدمات الهاتف التي استعرضها من قبل Kim وزملائه (1999)، حيث يستعمل كل مكتب ثلاث مدخلات عددية و ينتج خمس مخرجات، الثلاثة الأولى منهم عددية والرابع مرتب ترتيب كلي من واحد إلى غاية 33، والخامس مرتب حسب سلم ليكرت الخماسي.<sup>3</sup>

بالإضافة إلى الدراسات السابقة، هناك دراسات أخرى حديثة تحاول معالجة البيانات النوعية والبيانات التي تأخذ شكل نسبة، والبيانات المعبر عنها بمجالات. الأساس التي بنيت عليه هذه النماذج

<sup>1</sup> Wade Cook, Moshe Kress, Lawrence Seiford, On the use of ordinal data in data envelopment analysis, **Journal of the Operational Research Society**, 44 (1993), pp.133-134

<sup>2</sup> Wade Cook, Moshe Kress, Lawrence Seiford, Data envelopment analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors, **journal of the operational research society**, 47 (1996), p. 945

<sup>3</sup> Wade D. Cook , Joe Zhu, Rank order data in DEA: A general framework, **European Journal of Operational Research**, 174 (2006), p. 1022

هو منهج منطق الغموض، أو كما يطلق عليه البعض تسمية المنطق الضبابي fuzzy logic. ومن بين هذه الدراسات تلك التي قام بها Kao و Lin (2011) بعنوان "العوامل الوصفية في تحليل مغلف البيانات: منهج الأعداد الغامضة"، وتم معاملة البيانات النوعية على اعتبارها أعداد غامضة fuzzy numbers.<sup>1</sup>

لمعالجة المستويات (I) التي يمكن إسنادها إلى المتغيرات النوعية، هناك أسلوبين أساسيين، الأول يتمثل في نمذجة العلاقات الترتيبية بين قيم المتغير النوعي باستعمال القيود، والثاني هو استخدام الأعداد الثنائية. استعمل الأسلوب الأول من طرف Cooper و زملائه (1999)، و Despotis و Smirlis (2002)، و Zhu (2003)، و Kao (2006). أما الأسلوب الثاني فتم انتهاجه من طرف Cook و زملائه (1993، 1996)، و Cook و Zhu (2006).<sup>2</sup>

### المطلب الثاني: نموذج Cooper و زملائه (1999)

#### 1- الصيغة غير الخطية

ليكن لدينا مجموعة من  $n$  وحدة اتخاذ قرار، وكل وحدة (DMU<sub>j</sub>) تستعمل  $m$  من المدخلات للحصول على  $s$  من المخرجات المختلفة. نرمز للمدخل رقم  $i$  والمخرج رقم  $r$  للوحدة DMU<sub>j</sub> بـ  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m$ ) و  $y_{rj}$  ( $r = 1, \dots, s$ ) على الترتيب. يستعمل نموذج (CCR) الموالي لحساب الكفاءة بافتراض ثبات عوائد الحجم.

$$\text{Max } \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

يشترط النموذج السابق عند حساب الكفاءة أن تكون بيانات المدخلات والمخرجات في شكل عددي يعكس مقدارها الحقيقي ومحددة بشكل دقيق. يفترض الآن أن جزء من البيانات أو كل البيانات غير معرف بشكل دقيق، أي أنها معطاة في شكل مجالات أو في شكل رتب أو الاثنين معاً. في هذه الحالة، يكون النموذج المناسب كما يأتي:

<sup>1</sup> Chiang Kao, Pei-Huang Lin, Qualitative factors in data envelopment analysis: A fuzzy number approach, *European Journal of Operational Research*, 211 (2011), p. 586

<sup>2</sup> Ibid, p. 587

$$\text{Max } \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$y_r = (y_{rj}) \in D_r^+ \quad \forall r$$

$$x_i = (x_{ij}) \in D_i^- \quad \forall i$$

$$u = (u_r) \in A^+$$

$$v = (v_i) \in A^-$$

ترمز  $D_r^+$  الى مجموعة المخرجات غير المحددة بشكل دقيق، وترمز  $D_i^-$  إلى مجموعة المخرجات غير المحددة بشكل دقيق. ويرمز بـ  $u$  و  $v$  إلى أوزانهم على الترتيب.

### بيانات الفترات (المجال)

يعبر عن هذا النوع من البيانات كما يأتي :  $\underline{x}_{ij} \leq x_{ij} \leq \bar{x}_{ij}$ ،  $\underline{y}_{rj} \leq y_{rj} \leq \bar{y}_{rj}$  و  $\bar{x}_{ij}$  القيمة السفلى والقيمة العليا على الترتيب التي يمكن أن يأخذها المدخل  $x_{ij}$ . و نفس الكلام يقال عن المخرج  $y_{rj}$ .

### البيانات الترتيبية

وترتب ترتيب تصاعدي، ويعبر عنها بالقيود الآتية:

$$y_{r1} \leq y_{r2} \leq \dots \leq y_{rk} \leq \dots \leq y_{rn} \quad (y_{rj} \in D_r^+)$$

$$x_{i1} \leq x_{i2} \leq \dots \leq x_{ik} \leq \dots \leq x_{im} \quad (x_{ij} \in D_i^-)$$

بما أن البيانات غير الدقيقة تعرف باستخدام القيود كما هو موضح في بيانات الفترات والبيانات الترتيبية، فهي إذا بمثابة متغيرات القرار، وكنتيجة لذلك يصبح النموذج السابق نموذجاً غير خطي.<sup>1</sup> لحساب الكفاءة وفقاً لهذا النموذج يجب تحويله إلى صيغة خطية مكافئة.

### 2- التحول إلى نموذج خطي مكافئ

تتم عملية التحول من البرنامج غير الخطي إلى برنامج خطي مكافئ من خلال خطوتين أساسيتين هما:

<sup>1</sup> Joe Zhu, *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking*, Op. Cit, p.384-386

## الفصل الثالث: نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات المتقدمة

الخطوة الأولى: يتم فيها تحويل مقاييس البيانات والمتغيرات.

الخطوة الثانية: تعديل المتغير من خلال إدخال متغيرات جديدة.

لإيضاح كيفية إجراء التحول إلى البرنامج الخطي، نفترض وجود خمس وحدات اتخاذ قرار تستعمل مدخلين، أحدهما التكلفة وهو عددي و الآخر حكم وهو ترتيبي، كما تنتج مخرجين، الأول الدخل وهو عددي والثاني الرضا ويعبر عنه بفترات. والجدول الموالي يلخص البيانات الخاصة بهم.

الجدول رقم (6): البيانات الدقيقة و غير الدقيقة

المدخلات		المخرجات		وحدات اتخاذ القرار
الحكم (فترة)	التكلفة (دقيق)	الرضا (ترتبي)	الدخل (دقيق)	$DMU_j$
$x_{2j}$	$x_{1j}$	$y_{2j}$	$y_{1j}$	
[0.6,0.7]	100	4	2000	1
[0.8,0.9]	150	2	1000	2
1	150	5	1200	3
[0.7,0.8]	200	1	900	4
1	200	3	600	5

**Source :** Cooper W. W., Park K. S., Yu G., IDEA and AR-IDEA : models for dealing with imprecise data in DEA, **management science**, 45 (1999), p. 600

النموذج المناسب لهذه الحالة يعطى بهذا الشكل:

$$\text{Max } \theta_o = y_{11}u_1 + y_{21}u_2$$

Subject to

$$y_{1j}u_1 + y_{2j}u_2 - x_{1j}v_1 - x_{2j}v_2 \leq 0, \quad j = 1, \dots, 5$$

$$x_{11}v_1 + x_{21}v_2 = 1$$

$$\text{Exact : } D_1^+ = \{y_{11} = 2000; y_{12} = 1000; \dots; y_{15} = 600\}$$

$$\text{Ordinal : } D_2^+ = \{y_{23} \geq y_{21} \geq y_{25} \geq y_{22} \geq y_{24}\}$$

$$\text{Exact : } D_1^- = \{x_{11} = 100; x_{12} = 150; \dots; x_{15} = 200\}$$

### الفصل الثالث: نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات المتقدمة

$$\text{Bound} : D_2^- = \{0.6 \leq x_{21} \leq 0.7; 0.8 \leq x_{22} \leq 0.9; \dots; x_{25} = 1\}$$

$$u_1, u_2, v_1, v_2 \geq \varepsilon$$

يلاحظ أن عناصر المجموعة  $D_2^+$  والمجموعة  $D_2^-$  أغلبها غير معلوم، وبالتالي فهي بمثابة متغيرات قرار يجب أن تحدد قيمها، وهذا ما يجعل النموذج ذو طبيعة غير خطية. لتحويله إلى صيغة خطية يجب أولاً تحويل البيانات إلى مقاييس جديدة وثانياً تحويل المتغيرات. العمليات القادم شرحها توضح كيفية الانتقال من النموذج غير الخطي إلى النموذج الخطي المكافئ.

يمكن التعبير عن الخطوة الأولى بهذه الصيغة:

$$\varphi(y_{rj}) = y_{rj} / \max_j \{y_{rj}\} = \hat{y}_{rj} \quad \text{for each } r$$

$$\varphi(x_{rj}) = x_{ij} / \max_j \{x_{ij}\} = \hat{x}_{ij} \quad \text{for each } i$$

هذا التحويل يحافظ على نفس الترتيب السابق، وفضلاً عن ذلك كل الوحدات تقارن بالواحد الذي هو أكبر عنصر في كل عمود. الجدول الموالي يلخص البيانات المعدلة:

الجدول رقم (7): البيانات المحولة أو المعدلة

المدخلات		المخرجات		وحدات اتخاذ القرار $DMU_j$
$\hat{x}_{2j}$	$\hat{x}_{1j}$	$\hat{y}_{2j}$	$\hat{y}_{1j}$	
[0.6,0.7]	0.50	$\hat{y}_{21} \leq \hat{y}_{23}$	1	1
[0.8,0.9]	0.75	$\hat{y}_{22} \leq \hat{y}_{25}$	0.50	2
1	0.75	$\hat{y}_{23} = 1$	0.60	3
[0.7,0.8]	1	$\hat{y}_{24} \leq \hat{y}_{22}$	0.45	4
1	1	$\hat{y}_{25} \leq \hat{y}_{21}$	0.30	5

**Source** : Cooper W. W., Park K. S., Yu G., IDEA and AR-IDEA : models for dealing with imprecise data in DEA, **management science**, 45 (1999), p. 601

النموذج الموافق للبيانات المحولة يكتب على هذا النحو:

$$\text{Max } \theta_o = \hat{y}_{11}u_1 + \hat{y}_{21}u_2$$

Subject to

$$\hat{y}_{1j}u_1 + \hat{y}_{2j}u_2 - \hat{x}_{1j}v_1 - \hat{x}_{2j}v_2 \leq 0, \quad j = 1, \dots, 5$$

$$\hat{x}_{11}v_1 + \hat{x}_{21}v_2 = 1$$

$$\hat{D}_1^+ = \{\hat{y}_{11} = 1; \hat{y}_{12} = 0.5; \hat{y}_{13} = 0.6; \hat{y}_{14} = 0.45; \hat{y}_{15} = 0.3\}$$

$$\hat{D}_2^+ = \{\hat{y}_{21} \leq \hat{y}_{23}; \hat{y}_{22} \leq \hat{y}_{25}; \hat{y}_{23} = 1; \hat{y}_{24} \leq \hat{y}_{22}; \hat{y}_{25} \leq \hat{y}_{21}\}$$

$$\hat{D}_1^- = \{\hat{x}_{11} = 0.5; \hat{x}_{12} = 0.75; \hat{x}_{13} = 0.75; \hat{x}_{14} = 1; \hat{x}_{15} = 1\}$$

$$\hat{D}_2^- = \{0.6 \leq \hat{x}_{21} \leq 0.7; 0.8 \leq \hat{x}_{22} \leq 0.9; \hat{x}_{23} = 1; 0.7 \leq \hat{x}_{24} \leq 0.8; \hat{x}_{25} = 1\}$$

$$u_1, u_2, v_1, v_2 \geq \varepsilon$$

عملية تحويل المقاييس تسمح بالحصول على قيمة الواحد في كل عمود من أعمدة الجدول رقم

$$(7). \text{ المتغيرات المعنية هي: } \hat{y}_{11} = 1; \hat{x}_{14} = \hat{y}_{15} = 1; \hat{y}_{23} = 1; \hat{x}_{23} = \hat{x}_{25} = 1$$

بعد تحويل البيانات يتم الانتقال إلى الخطوة الموالية والمتمثلة في إدخال متغيرات جديدة على هذا

النحو<sup>1</sup>:

$$Y_{rj} = \hat{y}_{rj}u_r; X_{ij} = \hat{x}_{ij}v_i \quad \text{for all } r, i \text{ and } j$$

يسمح هذا التحويل بتعويض العلاقات غير الخطية التي ظهرت في النموذج السابق بعلاقات خطية.

$$Y_{11} = \hat{y}_{11}u_1 = u_1; X_{14} = \hat{x}_{14}v_1 = \hat{x}_{15}v_1 = X_{15} = v_1$$

$$Y_{23} = \hat{y}_{23}u_2 = u_2; X_{23} = \hat{x}_{23}v_2 = \hat{x}_{25}v_2 = X_{25} = v_2$$

من هذا التحويل يمكن إيجاد العلاقات التالية:

$$\hat{y}_{1j} = Y_{1j}/Y_{11} \quad \text{with } Y_{11} = u_1 \quad \forall j$$

$$\hat{y}_{2j} = Y_{2j}/Y_{23} \quad \text{with } Y_{23} = u_2 \quad \forall j$$

$$\hat{x}_{1j} = X_{1j}/X_{14} \quad \text{with } X_{14} = v_1 \quad \forall j$$

$$\hat{x}_{2j} = X_{2j}/X_{23} \quad \text{with } X_{23} = v_2 \quad \forall j$$

<sup>1</sup> Cooper W. W., Park K. S., Yu G., An illustrative application of IDEA (imprecise data envelopment analysis) to a Korean mobile telecommunication company, **Operations Research**, 49 (2001), p. 911

تستعمل المعادلات الأربعة الأخيرة في معالجة البيانات الترتيبية وبيانات الفترات (المجال) التي تحتويها المجموعات  $\hat{D}_i^+$  و  $\hat{D}_i^-$  أين سيتم تعويض  $Y_{rj}$  و  $X_{ij}$  بالمتغيرات الجديدة  $Y_{rj}$  و  $X_{ij}$ . إذا يعطى النموذج الخطي المكافئ للنموذج غير الخطي بالصيغة التالية:

$$\text{Max } \theta_o = Y_{11} + Y_{12}$$

Subject to

$$Y_{1j} + Y_{2j} - X_{1j} - X_{2j} \leq 0 \quad j = 1, \dots, 5$$

$$X_{11} + X_{21} = 1$$

$$B_1^+ = \{Y_{12} = 0.5Y_{11}; Y_{13} = 0.6Y_{11}; Y_{14} = 0.45Y_{11}; Y_{15} = 0.3Y_{11}\}$$

$$B_2^+ = \{Y_{24} \leq Y_{22} \leq Y_{25} \leq Y_{21} \leq Y_{23}\}$$

$$B_1^- = \{X_{11} = 0.5X_{14}; X_{12} = 0.75X_{14}; X_{13} = 0.75X_{12}; X_{15} = X_{14}\}$$

$$B_2^- = \left\{ \begin{array}{l} 0.6X_{23} \leq X_{21} \leq 0.7X_{23}; 0.8X_{23} \leq X_{22} \leq 0.9X_{23}; \\ 0.7X_{23} \leq X_{24} \leq 0.8X_{23}; X_{25} = X_{23} \end{array} \right\}$$

$$Y_{11}, Y_{23}, X_{14}, X_{23} \geq \epsilon$$

النموذج المتوصل إليه هو نموذج خطي يمكن حله بسهولة باستعمال برمجية من برمجيات البرمجة الخطية.

باختصار، تتمثل منهجية Cooper و زملائه (1999) في تحويل كل البيانات إلى سلم موحد حيث يضمن ظهور قيمة الواحد الصحيح في كل عمود كأكبر قيمة، من بعد ذلك يتم تحويل العلاقات غير خطية إلى علاقات خطية باستعمال التحويل المناسب للمتغير، وهذا الإجراء يسمح بالحصول على الصيغة الخطية لحساب الكفاءة.<sup>1</sup> وبصيغة عامة يعطى النموذج بهذا الأسلوب:<sup>2</sup>

$$\text{Max } \theta_o = \sum_r Y_{ro}$$

ST

$$\sum_r Y_{rj} - \sum_i X_{ij} \leq 0 \quad \forall j$$

$$\sum_i X_{io} = 1$$

$$(X_{ij}) \in H_i^- \quad \forall i$$

<sup>1</sup> Cooper W. W., Park K. S., Yu G., IDEA and AR-IDEA: models for dealing with imprecise data in DEA, **management science**, 45 (1999), pp. 601-603

<sup>2</sup> Joe Zhu, Imprecise data envelopment analysis (IDEA): A review and improvement with an application, **European Journal of Operational Research**, 144 (2003), p. 515

$$(Y_{rj}) \in H_r^+ \quad \forall i$$

$$X_{ij}, Y_{rj} \geq \epsilon \quad \forall i, r$$

Where :

$$X_{ij} = \hat{x}_{ij} \hat{v}_i; Y_{rj} = \hat{y}_{rj} \hat{u}_r$$

$$\hat{v}_i = v_i \max_j \{x_{ij}\}, \hat{u}_r = u_r \max_j \{y_{rj}\}$$

$$\hat{x}_{ij} = x_{ij} / \max_j \{x_{ij}\}, \hat{y}_{rj} = y_{rj} / \max_j \{y_{rj}\}$$

### المطلب الثالث: نموذج Zhu (2003) لبيانات الفترات

لاحظ Joe Zhu أن نموذج Cooper وزملائه (1999) هو نموذج مبني على مجموعة من العمليات المعقدة نوعاً ما والمتمثلة في تعديل البيانات ثم إجراء تحويل المتغير، ولتفادي هذه العمليات والتقليل منها اقترح عام 2004 نموذج تحليل مغلف البيانات في حالة وجود بيانات الفترات بالإضافة إلى البيانات الدقيقة ويتميز بالبساطة والاستخدام المباشر للنموذج الكلاسيكي.

إذا كان هناك بيانات دقيقة وأخرى في شكل فترات (مجالات) معبر عنها كما يلي:

$$\underline{x}_{ij} \leq x_{ij} \leq \bar{x}_{ij}, \underline{y}_{rj} \leq y_{rj} \leq \bar{y}_{rj}$$

لتقييم كفاءة وحدة اتخاذ القرار (0) تستعمل البيانات التالية:

$$x_{io} = \underline{x}_{io}, y_{ro} = \bar{y}_{ro}$$

ولباقي الوحدات تستعمل البيانات التالية:

$$x_{ij} = \bar{x}_{ij}, y_{rj} = \underline{y}_{rj}, j \neq 0$$

مضمون هذه الطريقة هو استخدام الحد الأدنى للمدخلات والحد الأقصى للمخرجات للتعبير عن بيانات الوحدة الخاضعة للتقييم، واستخدام الحد الأقصى للمدخلات والحد الأدنى للمخرجات للتعبير عن بيانات الوحدات الأخرى. وبهذا الأسلوب تصبح كل البيانات دقيقة وبالتالي نموذج تقييم الكفاءة هو نموذج خطي.<sup>1</sup>

يأخذ هذا النموذج الصيغة الخطية التالية:<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chen, Y, Imprecise DEA—Envelopment and multiplier model approaches, **Asian Pacific Journal of Operations Research**, 24 (2007), p. 282

<sup>2</sup> Joe Zhu, Efficiency evaluation with strong ordinal input and output measures, **European Journal of Operational Research**, 146 (2003), p. 449

$$\text{Max } \theta_o = \sum_{r \in BO} \bar{y}_{ro} u_{ro} + \sum_{r \notin BO} y_{ro} u_{ro}$$

ST

$$\sum_{r \in BO} \underline{y}_{rj} u_r + \sum_{r \notin BO} y_{rj} u_r - \sum_{i \in BI} \bar{x}_{ij} v_i - \sum_{i \notin BI} x_{ij} v_i \leq 0$$

$$\sum_{r \in BO} \bar{y}_{ro} u_r + \sum_{r \notin BO} y_{ro} u_r - \sum_{i \in BI} \underline{x}_{io} v_i - \sum_{i \notin BI} x_{io} v_i \leq 0$$

$$\sum_{i \in BI} \underline{x}_{io} v_i + \sum_{i \notin BI} x_{io} v_i = 1$$

$$x_{ij}, y_{rj} \geq 0 \quad \forall i, r$$

بما أن البرنامج السابق هو خطي، فيمكن إيجاد له برنامج ثنائي، الصيغة الرياضية له تكون على هذا النحو<sup>1</sup>:

$$\theta^* = \text{Min } \theta$$

$$\sum_{j \neq o} \lambda_j \bar{x}_{ij} + \lambda_o x_{io} \leq \theta_o \underline{x}_{io} \quad i \in BI$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io} \quad i \notin BI$$

$$\sum_{j \neq o} \lambda_j \underline{y}_{rj} + \lambda_o \bar{y}_{ro} \geq \bar{y}_{ro} \quad r \in BO$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r \notin BO$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

تعد البيانات  $y_{rj}$  ( $r \notin BO$ ) و  $x_{ij}$  ( $i \notin BI$ ) بيانات دقيقة بطبيعتها.<sup>2</sup>

#### المطلب الرابع: نموذج Despotis و Smirlis (2002) لبيانات الفترات

طور Despotis و Smirlis (2002) نموذجاً لتقييم كفاءة وحدات اتخاذ القرار يسمح بالتعامل مع مزيج من البيانات الدقيقة والبيانات الترتيبية وبيانات الفترات (المجالات). يسمح هذا النموذج بتحويل البرنامج غير الخطي إلى نموذجاً خطياً من خلال إجراء تعديل حول المتغيرات بطريقة تختلف عن تلك التي اقترحها Cooper وزملائه (1999)، فضلاً عن ذلك، تحويل المتغير يطبق مباشرة على البيانات الأصلية دون الحاجة إلى تعديلها (تحويل السلم أو المقياس). سيتم في بادئ الأمر عرض نموذج يتعامل فقط مع بيانات الفترات وبيانات الدقيقة، ولاحقاً عرض النموذج العام.

<sup>1</sup> Joe Zhu, Imprecise DEA via Standard Linear DEA Models with a Revisit to a Korean Mobile Telecommunication Company, **Operations Research**, 52 (2004), p. 325

<sup>2</sup> Joe Zhu, Efficiency evaluation with strong ordinal input and output measures, Op. Cit., p. 449

يفترض هناك  $n$  وحدة اتخاذ قرار التي تستعمل  $m$  مدخل للحصول على  $s$  مخرج. ويفترض كذلك ان تكون بيانات المدخلات والمخرجات بيانات الفترات ويعبر عنها رياضيا بهذه الكيفية:

$$\underline{x}_{ij} \leq x_{ij} \leq \bar{x}_{ij}, \underline{y}_{rj} \leq y_{rj} \leq \bar{y}_{rj}$$

حيث تعبر القيم السفلى والقيم العليا عن ثوابت معلومة و موجبة. تعرف المتغيرات الجديدة التي تحل مكان بيانات الفترات على هذا النحو:

$$x_{ij} = \underline{x}_{ij} + s_{ij}(\bar{x}_{ij} - \underline{x}_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \text{ with } 0 \leq s_{ij} \leq 1$$

$$y_{rj} = \underline{y}_{rj} + t_{rj}(\bar{y}_{rj} - \underline{y}_{rj}) \quad r = 1, 2, \dots, s, j = 1, 2, \dots, n \text{ with } 0 \leq t_{rj} \leq 1$$

التحويل السابق يسمح بتعويض المتغيرات  $x_{ij}$  و  $y_{rj}$  بالمتغيرات  $s_{ij}$  و  $t_{rj}$  ، وهذا من شأنه أن يبقي النموذج في الصورة غير الخطية، وللوصول إلى الصورة الخطية يتم تحويل المتغيرات بهذه الكيفية:

$$q_{ij} = v_i s_{ij}$$

$$p_{rj} = u_r t_{rj}$$

باستعمال هذا التحويل يمكن إعادة كتابة المدخلات الموزونة والمخرجات الموزونة كما يلي:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &= \sum_{i=1}^m v_i [x_{ij} + s_{ij}(\bar{x}_{ij} - \underline{x}_{ij})] = \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + v_i s_{ij}(\bar{x}_{ij} - \underline{x}_{ij}) \\ &= \sum_{i=1}^m v_i \underline{x}_{ij} + q_{ij}(\bar{x}_{ij} - \underline{x}_{ij}), \quad 0 \leq q_{ij} \leq v_i, (s_{ij} = \frac{q_{ij}}{v_i}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} &= \sum_{r=1}^s u_r [y_{rj} + t_{rj}(\bar{y}_{rj} - \underline{y}_{rj})] = \sum_{r=1}^s u_r \underline{y}_{rj} + u_r t_{rj}(\bar{y}_{rj} - \underline{y}_{rj}) \\ &= \sum_{r=1}^s u_r \underline{y}_{rj} + p_{rj}(\bar{y}_{rj} - \underline{y}_{rj}), \quad 0 \leq p_{rj} \leq u_r, (s_{ij} = \frac{p_{rj}}{u_r}) \end{aligned}$$

بإحلال ما تساويه المدخلات الموزونة و المخرجات الموزونة في نموذج العوائد الثابتة CCR، يتم الوصول إلى هذا النموذج<sup>1</sup>:

$$\text{Max } \theta_o = \sum_{r=1}^s u_r \underline{y}_{ro} + p_{ro}(\bar{y}_{ro} - \underline{y}_{ro})$$

ST

$$\sum_{i=1}^m v_i \underline{x}_{io} + q_{io}(\bar{x}_{io} - \underline{x}_{io}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r \underline{y}_{rj} + p_{rj}(\bar{y}_{rj} - \underline{y}_{rj}) - \sum_{i=1}^m v_i \underline{x}_{ij} + q_{ij}(\bar{x}_{ij} - \underline{x}_{ij}) \leq 0$$

<sup>1</sup> Dimitris K. Despotis , Yiannis G. Smirlis, Data envelopment analysis with imprecise data, **European Journal of Operational Research**, 140 (2002), pp. 26-27

$$p_{rj} - u_r \leq 0$$

$$q_{ij} - v_i \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r, i$$

$$p_{rj}, q_{ij} \geq 0 \quad \forall r, i, j$$

يتضح من النموذج انه في حالة تساوي الحد الأعلى والحد الأدنى لكل مدخل ولكل مخرج  $(\bar{y}_{rj} = \underline{y}_{rj}, \bar{x}_{io} = \underline{x}_{io})$  فتصبح أطوال الفترات (المدى) معدومة وكنتيجة لذلك تتعدم نواتجها ويصبح عندئذ النموذج السابق هو نفسه نموذج العوائد الثابتة CCR (1978). إذا يستخلص أن نموذج العوائد الثابتة هو حالة خاصة لهذا النموذج.

النموذج السابق هو نموذج لمعالجة البيانات التي تظهر على شكل فترات بالإضافة إلى البيانات الدقيقة. سيتم في المرحلة الموالية عرض للنموذج العام الذي يسمح بمعالجة مزيج من البيانات التي تظهر في شكل فترات وبيانات ترتيبية وبيانات دقيقة. لصياغة النموذج العام، يجرى الترميز الآتي من اجل التمييز بين مدخلات ومخرجات البيانات العددية (فترات أو دقيقة) والبيانات الترتيبية:

$$I = \{1, 2, \dots, m\} : \text{هي مجموعة أدلة المدخلات.}$$

$$R = \{1, 2, \dots, s\} : \text{هي مجموعة أدلة المخرجات.}$$

$$C^I : \text{المجموعة الجزئية من الأدلة للمدخلات العددية } (C^I \subseteq I).$$

$$O^I : \text{المجموعة الجزئية من الأدلة للمدخلات الترتيبية } (O^I \subseteq I, C^I \cup O^I = I).$$

$$C^R : \text{المجموعة الجزئية من الأدلة للمخرجات العددية } (C^R \subseteq R).$$

$$O^R : \text{المجموعة الجزئية من الأدلة للمخرجات الترتيبية } (O^R \subseteq R, C^R \cup O^R = R).$$

الصيغة الرياضية لنموذج Despotis و Smirlis الذي يتعامل مع المتغيرات العددية والمتغيرات التصنيفية يعطى على هذا النحو<sup>1</sup>:

$$\text{Max } \theta_o = \sum_{r \in C^R} u_r \underline{y}_{ro} + p_{ro} (\bar{y}_{ro} - \underline{y}_{ro}) + \sum_{r \in O^R} p_{ro}$$

ST

$$\sum_{i \in C^I} v_i \underline{x}_{io} + q_{io} (\bar{x}_{io} - \underline{x}_{io}) + \sum_{i \in O^I} q_{io} = 1$$

<sup>1</sup> Dimitris K. Despotis , Yiannis G. Smirlis, Op. Cit., p. 30

$$\sum_{r \in C^R} u_r y_{rj} + p_{rj} (\bar{y}_{rj} - y_{rj}) + \sum_{r \in O^R} p_{rj} - \sum_{i \in C^I} v_i x_{ij} + q_{ij} (\bar{x}_{ij} - x_{ij}) - \sum_{i \in O^I} q_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$p_{rj} - u_r \leq 0, \quad r \in C^R$$

$$q_{ij} - v_i \leq 0, \quad i \in C^I$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r, i$$

$$p_{rj}, q_{ij} \geq 0 \quad \forall r, i, j$$

Ordinal relations among  $\{p_{rj}, j = 1, 2, \dots, n\}, r \in O^R$

Ordinal relations among  $\{q_{ij}, j = 1, 2, \dots, n\}, i \in O^I$

لمعالجة قيود المدخلات والمخرجات الترتيبية، يجب أولاً ترتيب كل مدخل وكل مخرج منهم ترتيباً تنازلياً أو تصاعدياً ثم يؤخذ كل عنصرين متتابعين ويكتب على هذا الشكل:  $p_{rk} - p_{rl} \geq \varepsilon$ ، حيث ترتب الوحدة  $k$  في مستوى أعلى من الوحدة  $l$ ، وفي حالة تساوي الوحدتين يكتب القيد بهذا الأسلوب:  $p_{rk} - p_{rl} = \varepsilon$ .<sup>1</sup>

عند ترتيب البيانات الترتيبية دائماً يستخرج  $(n - 1)$  قيد لكل مدخل ولكل مخرج. إن نموذج تحليل مغلف البيانات الذي جاء به Despotis و Smirlis (2002) والذي يعالج بيانات الفترات هو نموذج يفترض أن وحدات اتخاذ القرار تنشط في ظل عوائد حجم ثابتة، وفي حالة كون الوحدات تنشط في ظل عوائد حجم تتصف بالتغير فإن النموذج المستعمل لقياس الكفاءة في حالة بيانات الفترات يأخذ هذه الصيغة:<sup>2</sup>

$$\text{Min } \theta_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} + q_{io} (\bar{x}_{io} - x_{io}) - w_o$$

ST

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} + p_{ro} (\bar{y}_{ro} - y_{ro}) = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + q_{ij} (\bar{x}_{ij} - x_{ij}) - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + p_{rj} (\bar{y}_{rj} - y_{rj}) - w_o \geq 0$$

$$p_{rj} - u_r \leq 0$$

$$q_{ij} - v_i \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r, i$$

<sup>1</sup> Dimitris K. Despotis, Yiannis G. Smirlis, Op. Cit., p. 31

<sup>2</sup> Yannis G. Smirlis, Elias K. Maragos, Dimitris K. Despotis, Data envelopment analysis with missing values: An interval DEA approach, **Applied Mathematics and Computation**, 177 (2006), p. 4

$$p_{rj}, q_{ij} \geq 0 \quad \forall r, i, j$$

$w_o$  free in sign

يلاحظ أن هذا النموذج يحسب الكفاءة في حالة توجه المخرجات، أما النموذج السابق فهو لحساب الكفاءة بتوجه المدخلات.

### المطلب الخامس: نموذج Cook و Zhu (2006) للبيانات الترتيبية

تعد النماذج الثلاثة التي تم استعراضها سابقا (Cooper و زملائه (1999)، و Despotis و Smirlis (2002)، و Zhu (2003)) لمعالجة حالة البيانات غير الدقيقة (ترتيبية أو مجالات) نماذجاً تعالج البيانات غير الدقيقة بأسلوب قيود إضافية تتعلق بها، سيتم الآن عرض نموذج يعالج هذه البيانات بأسلوب يختلف عن الأساليب السابقة، ويتمثل هذا الأسلوب في التعبير عن البيانات النوعية باستخدام الأعداد الثنائية المعبر عنها بصفر و واحد.

لصيغة النموذج الرياضي، يفترض وجود  $n$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) من وحدات اتخاذ القرار التي يراد تقييمها، وان هناك  $R_1$  من المخرجات العددية و  $R_2$  من المخرجات الترتيبية و  $I_1$  من المدخلات العددية و  $I_2$  من المدخلات الترتيبية. ويعبر عن المخرجات العددية و المخرجات الترتيبية والمدخلات العددية والمدخلات الترتيبية باستخدام المتجهات على الترتيب  $Y_j^1 = (y_{rj}^1)$ ،  $Y_j^2 = (y_{rj}^2)$ ،  $X_j^1 = (x_{ij}^1)$ ،  $X_j^2 = (x_{ij}^2)$ .

لتقييم كفاءة أي وحدة يستخدم النموذج الآتي:

$$\text{Max } \theta_o = u_o + \sum_{r \in R_1} u_r^1 y_{ro}^1 + \sum_{r \in R_2} u_r^2 y_{ro}^2$$

ST

$$\sum_{i \in I_1} v_i^1 x_{io}^1 + \sum_{i \in I_2} v_i^2 x_{io}^2 = 1$$

$$u_o + \sum_{r \in R_1} u_r^1 y_{rj}^1 + \sum_{r \in R_2} u_r^2 y_{rj}^2 - \sum_{i \in I_1} v_i^1 x_{ij}^1 - \sum_{i \in I_2} v_i^2 x_{ij}^2 \leq 0$$

$$u_r^1, u_r^2, v_i^1, v_i^2 \geq \varepsilon \quad \text{all } r, i$$

تعطى الصيغة الثنائية لهذا البرنامج على هذا النحو:

$$\text{Min } \theta - \varepsilon \sum_{r \in R_1 \cup R_2} s_r^+ - \varepsilon \sum_{i \in I_1 \cup I_2} s_i^+$$

ST

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^1 - s_r^+ = y_{ro}^1, \quad r \in R_1$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^2 - s_r^+ = y_{ro}^2, \quad r \in R_2$$

$$\theta x_{io}^1 - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^1 - s_i^- = 0, \quad i \in I_1$$

$$\theta x_{io}^2 - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^2 - s_i^- = 0, \quad i \in I_2$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0, \quad \text{all } j, r, i$$

$\theta$  free in sign

لوضع النموذج في إطاره العام، يفترض أن لكل متغير ترتيبي (سواء كان مدخل أو مخرج)، يسند للوحدة (j) قيمة ترتيبية (l). قد تختلف أعلى قيمة بين المتغيرات الترتيبية وذلك بحسب المقياس المستخدم، لصياغة النموذج في إطاره العام يفترض أن مستويات (l) متماثلة لكل المتغيرات الترتيبية وهذا قصد تقليل الرموز المستخدمة في النموذج فحسب.

يعبر عن قيم مختلف الرتب التي يمكن أن يأخذها مخرج ترتيبي بـ  $y_r^2(l), r \in R_2$ ، وكل مدخل بـ  $x_i^2(l), i \in I_2$ .

$$\gamma_{rj}(l) = \begin{cases} 1 & \text{if DMU } J \text{ is ranked in } l\text{th position on output } r \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\delta_{ij}(l) = \begin{cases} 1 & \text{if DMU } J \text{ is ranked in } l\text{th position on input } i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y_{rj}^2 = y_r^2(l_{rj}) = \sum_{l=1}^L y_r^2(l) \gamma_{rj}(l)$$

حيث  $l_{rj}$  هي الرتبة التي تحتلها الوحدة j على المخرج r. في ظل هذه التحويلات يمكن إعادة كتابة النموذج السابق على هذا النحو:

$$\text{Max } \theta_o = u_o + \sum_{r \in R^1} u_r^1 y_{ro}^1 + \sum_{r \in R^2} \sum_{l=1}^L u_r^2 y_r^2(l) \gamma_{ro}(l)$$

ST

$$\sum_{i \in I^1} v_i^1 x_{io}^1 + \sum_{i \in I^2} \sum_{l=1}^L v_i^2 x_i^2(l) \delta_{io}(l) = 1$$

$$u_o + \sum_{r \in R^1} u_r^1 y_{rj}^1 + \sum_{r \in R^2} \sum_{l=1}^L u_r^2 y_r^2(l) \gamma_{rj}(l) - \sum_{i \in I^1} v_i^1 x_{ij}^1 - \sum_{i \in I^2} \sum_{l=1}^L v_i^2 x_i^2(l) \delta_{ij}(l) \leq 0, \quad \text{all } j$$

$$\left\{ Y_r^2 = (y_r^2(l)), X_i^2 = (x_i^2(l)) \right\} \in \psi$$

$$u_r^1, v_i^1 \geq \varepsilon$$

يعد هذا النموذج نموذجاً غير خطي، ولتحويله إلى صيغة خطية يجري هذا التحويل:

$$w_{rl}^1 = u_r^2 y_r^2(l) \text{ و } w_{il}^2 = v_i^2 x_i^2(l)$$

**المبحث الثالث: نماذج تحليل مغلف البيانات في حالة الازدحام والعوامل غير المرغوبة**

قد يترتب عن العملية الإنتاجية في حالات خاصة عوامل غير مرغوب فيها. تتمثل هذه العوامل في المخرجات غير المرغوبة أو السيئة. ولا يقتصر الأمر فقط على المخرجات، كذلك يمكن لوحدة اتخاذ القرار استعمال مدخلات غير مرغوبة أو رديئة. في كلتا الحالتين السابقتين، الافتراض الضمني لأسلوب تحليل مغلف البيانات الذي يقضي باستخدام مدخلات جيدة (مرغوب فيها) من أجل الحصول على مخرجات جيدة (مرغوب فيها). لتجاوز هذا الإشكال تم اقتراح العديد من المقاربات لمعالجته.

بالإضافة إلى الإشكال السابق، هناك إشكال آخر مرتبط بالعملية الإنتاجية، حيث من المفروض عند زيادة كمية مدخل معين تؤدي إلى زيادة في مخرج معين، لكن في حالات معينة يحدث العكس حيث بزيادة كمية المدخل يترتب عليه انخفاض في المخرج، هذه الحالة تسمى بالازدحام. وللكشف عن هذه الحالة ومعالجتها تم تطوير مجموعة من النماذج من أجل ذلك.

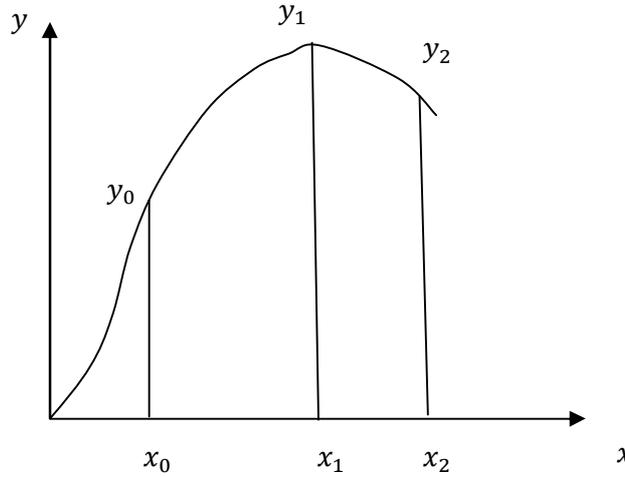
**المطلب الأول: الازدحام في تحليل مغلف البيانات congestion in DEA**

### 1- مفهوم الازدحام

تعد مشكلة الازدحام من المشاكل التي يجب الاهتمام بها عند دراسة كفاءة وحدات اتخاذ القرار، فإكتشاف هذه الظاهرة يسمح بتحسين كفاءة الوحدات التي لا تشتغل عند المستويات المطلوبة. ولتوضيح فكرة الازدحام في مجال اقتصاديات الإنتاج يستعان بالنظرية الكلاسيكية للإنتاج، وبالخصوص دالة الإنتاج التي تفترض استخدام مدخل واحد للحصول على مخرج واحد.

<sup>1</sup> Wade D. Cook , Joe Zhu, Rank order data in DEA: A general framework, Op. Cit, p. 1025-1027

الشكل رقم (16): منحنى دالة الإنتاج



Source: W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2ed, Springer, 2011, p. 174

يمثل منحنى الشكل رقم (16) منحنى لدالة الإنتاج وهو أقصى ما يمكن إنتاجه من المخرج  $y$  باستعمال مختلف مستويات المدخل  $x$ . يمر منحنى حدود الإنتاج السابق بثلاث مراحل. المرحلة الأولى ويكون فيها الإنتاج متزايد بمعدلات متزايدة وتمتد من صفر حتى  $x_0$ . المرحلة الثانية يكون فيها الإنتاج متزايد ولكن بمعدلات متناقصة وتمتد من  $x_0$  حتى  $x_1$ . المرحلة الثالثة يكون فيها الإنتاج متناقص، أي إضافة أي وحدة جديدة من المدخل تؤدي إلى انخفاض الإنتاج وتمتد من  $x_1$  حتى أي قيمة أكبر منها، ومن غير المجدي الإنتاج في هذه المرحلة باعتبارها إهدار للموارد والطاقات ويعود السبب في هذا إلى ازدحام عوامل الإنتاج (المدخلات) وكمثال لهذا اكتظاظ العمال داخل ورشة العمل يعيق عملية الإنتاج.

#### تعريف الازدحام

**تعريف Cooper:** يتحقق الازدحام في الإنتاج عندما يترتب عن تخفيض في احد المدخلات أو أكثر زيادة في احد المخرجات أو أكثر ودون المساس بأي مدخل أو مخرج آخر. وبصورة عكسية، يحدث الازدحام عندما يرافق زيادة في احد المدخلات أو أكثر نقصان في احد المخرجات أو أكثر، ودون تحسين في أي مدخل أو مخرج آخر.<sup>1</sup> من التعريف يتبين أن للازدحام تأثير سلبي على أداء أي وحدة، فمن جهة هو استعمال غير مجدي للموارد (إهدار المدخلات) و هذا يترتب عنه تحمل تكاليف يمكن

<sup>1</sup> W.W. Cooper, H. Deng, B. Gu, S. Li, R. M. Thrall, Using DEA to improve the management of congestion in Chinese industries (1981–1997), **Socio-Economic Planning Sciences**, 35 (2001), p. 228

تجنبها دون عناء، ومن جهة أخرى هو تخفيض للإنتاج الكلي وبالتالي انخفاض الإنتاجية. إذا من المهم الكشف عن حالة الازدحام التي تقع فيها وحدات اتخاذ القرار لأجل تحسين كفاءتها وفعاليتها.

للكشف عن حالة الازدحام تم تطوير العديد من نماذج تحليل مغلف البيانات، ومن بين هذه النماذج يذكر نموذج Färe و Grosskopf و Lovell عام (1994)، نموذج Cooper و زملائه (2001)، نموذج Tone و Sahoo (2004)، نموذج Jahanshahloo و Khodabakhshi (2004)، نموذج Noura و زملائها (2010)، نموذج Wu و زملائه (2012).

## 2- مقارنة Färe و Grosskopf و Lovell (FGL)

يعد نموذج Färe و زملائه (FGL) من بين أهم النماذج المستعملة في دراسة الازدحام، وجاء هذا النموذج كحصيولة لمجموعة من الأبحاث المتسلسلة بداية من عمل Färe و Svensson (1980) الذي تناول بعض المفاهيم للازدحام، ثم Färe و Grosskopf (1983) من خلال اقتراح صيغة لقياسه، وفي الأخير Färe و Grosskopf و Lovell (1985) أين تم التوصل إلى نموذج تحليل مغلف البيانات الذي يسمح بالكشف عن حالة الازدحام في المدخلات.<sup>1</sup>

وفقا لمقاربة (FGL)، يتم الكشف عن حالة الازدحام من خلال خطوتين. الخطوة الأولى تتمثل في حساب الكفاءة باستعمال نموذج تحليل مغلف البيانات ذو التوجه المدخلاتي التالي:

$$\theta_o^* = \text{Min } \theta_o$$

Subject to :

$$\theta x_{io} \geq \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$y_{ro} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

تتمثل الخطوة الثانية في حساب الكفاءة باستعمال النموذج التالي:

$$\beta_o^* = \text{Min } \beta_o$$

Subject to:

$$\beta x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$y_{ro} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \quad r = 1, 2, \dots, s$$

<sup>1</sup> W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, 2ed, Op. Cit, p. 178

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

يلاحظ أن النموذجين السابقين تقريبا متماثلين، الفرق الوحيد هو أن متراجحات النموذج الأول المتعلقة بالمدخلات تصبح في صورة مساواة في النموذج الثاني. وللوقوف على حالة الازدحام في المدخلات تحسب النسبة التالية:

$$C(\theta^*, \beta^*) = \frac{\theta^*}{\beta^*}$$

$$0 \leq C(\theta^*, \beta^*) \leq 1$$

إذا كانت النسبة مساوية للواحد، فلا وجود للازدحام في مدخلات الوحدة الخاضعة للتقييم. وإذا كانت النسبة أقل من واحد فهناك ازدحام في مدخلات الوحدة تحت التقييم.<sup>1</sup>

اعتمدت المقاربة السابقة على نموذج العوائد الثابتة و توجه المدخلات، كذلك يمكن استعمال نموذج العوائد المتغيرة وبتوجه المدخلات أو توجه المخرجات لقياس الازدحام في المدخلات.

### 3- مقارنة Cooper وزملائه (CTT)

للكشف عن الازدحام وقياسه، تعتمد مقاربة Cooper وزملائه على نموذج تحليل مغلف البيانات التجميعي أو كما يسميه البعض نموذج المتغيرات الراكدة أو المتباطئة، حيث يستعمل في المرحلة الأولى نموذج المتغيرات الراكدة لمعرفة الوحدات غير الكفوة من الوحدات الكفوة، وفي المرحلة الثانية تستعمل حلول نموذج المتغيرات الراكدة (القيم المثلى) في نموذج ثاني يخص الوحدات غير الكفوة فقط (الازدحام يمكن أن يظهر فقط لدى الوحدات غير الكفوة) ليسمح بالكشف وقياس الازدحام إن وجد. ويستخدم نموذج المتغيرات المتباطئة ذو التوجه المخرجاتي في المرحلة الأولى:

$$\text{Max } \phi + \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_j^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

subject to

$$x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\phi_0 y_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

<sup>1</sup> M. Khoveyni , R. Eslami, M. Khodabakhshi , G.R. Jahanshahloo , F. Hosseinzadeh Lotfi, Recognizing strong and weak congestion slack based in data envelopment analysis, **Computers and Industrial Engineering**, 64 (2013), pp. 732-733

يسمح حل هذا النموذج الحصول على القيم المثلى التالية  $\phi_0^*, s_r^{+*}, s_i^{-*}, \lambda_j^*$ ، بافتراض أن الوحدة المقيمة غير كفؤة وتحتاج إلى تحسينات في مدخلاتها ومخرجاتها كي تصبح كفؤة، يعطى مقدار التحسينات المطلوبة بالصيغة التالية:

$$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^{-*}$$

$$\hat{y}_{ro} = \phi_0^* y_{ro} - s_r^{+*}$$

في المرحلة الثانية يستعمل النموذج التالي:

$$\delta = \text{Max} \sum_{i=1}^m \delta_i^-$$

subject to

$$\hat{x}_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \delta_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\hat{y}_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\delta_i^- \leq s_i^{-*} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

بعد الحصول على  $\delta_i^{-*}$  من خلال النموذج السابق، و التي تعبر عن مقدار اللاكفاءة، يمكن حساب مقدار الازدحام بالصيغة التالية:

$$s_i^{-c} = s_i^{-*} - \delta_i^{-*}$$

حيث تعبر  $s_i^{-c}$  عن مقدار الازدحام في المدخل  $i$ ، ويكون هناك ازدحام إذا كان  $\delta_i^- \leq s_i^{-*}$ <sup>1</sup>.

#### 4- مقارنة Khodabakhshi و Jahanshahloo

اقترح Khodabakhshi و Jahanshahloo منهجية للكشف عن الازدحام وقياسه تشبه إلى حد كبير إلى مقارنة Cooper وزملائه. ينطلق النموذج من إضافة متغير حر يرافق كل مدخل على هذا النحو:

$$x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i$$

$$= \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_{i1}^- - s_{i2}^+, \quad s_i = s_{i1}^- - s_{i2}^+$$

<sup>1</sup> W. W. Cooper, B. Gu, S. Li, Comparisons and evaluations of alternative approaches to the treatment of congestion in DEA, **European Journal of Operational Research**, 132, (2001), p. 67-69

الخطوة الأولى هي حل نموذج المتغيرات الراكدة التالي:

$$\text{Max } \phi_o + \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_{i1}^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_{i2}^+)$$

Subject to

$$x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_{i1}^- - s_{i2}^+ \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\phi_o y_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_j, s_{i1}^-, s_{i2}^+, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

عند حل هذا النموذج تستخدم الحلول المثلى في النموذج الموالي تقديمه لتحديد الازدحام في المدخلات، الصيغة الرياضية للنموذج هي:

$$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^{-*}$$

$$\hat{y}_{ro} = \phi_o^* y_{ro} - s_r^{+*}$$

في المرحلة الثانية يستعمل النموذج التالي:

$$\delta = \text{Max } \sum_{i=1}^m \delta_i^+$$

subject to

$$x_{io} - s_{i1}^{-*} + s_{i2}^{+*} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \delta_i^+ \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\phi_o^* y_{ro} + s_r^{+*} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\delta_i^+, \lambda_j \geq 0$$

ويحدد مقدار الازدحام في المدخلات بالصيغة التالية:

$$s_i^{-c} = s_{i1}^{-*} - \delta_i^{+*}$$

حيث  $\delta_i^{+*}$  يتم الحصول عليها من خلال حل النموذج و  $s_{i1}^{-*}$  هي مقدار اللاكفاءة.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> G.R. Jahanshahloo, M. Khodabakhshi, Suitable combination of inputs for improving outputs in DEA with determining input congestion Considering textile industry of China, **Applied Mathematics and Computation**, 151 (2004), pp. 266-269

## 5- مقارنة Wu وزملائه

تتظر المقاربات السابقة إلى المخرجات على أنها منتجات مرغوب فيها أي زيادتها بأقل الموارد هو تحسن في أدائها، وتسمى في هذه الحالة بالمخرجات المرغوب فيها، لكن في بعض الحالات قد يكون العكس، بمعنى أن وحدة اتخاذ القرار قد تنتج مخرجات كلما قلصت من كميتها تحسن أدائها، وتسمى هذه المخرجات بالمخرجات غير المرغوبة، ومثال على هذا التلوث الذي تسببه عملية الإنتاج أو كمية الفاقد. إذا في حالة ظهور مخرجات غير مرغوب فيها يتغير مفهوم الازدحام.

لتعبر  $X$ ،  $y$ ،  $u$  عن المدخلات والمخرجات المرغوبة والمخرجات غير المرغوبة على الترتيب. يحدث الازدحام عندما تخفض بعض المدخلات  $X$  يرافقها زيادة في بعض المخرجات المرغوبة  $y$  وانخفاض في بعض المخرجات غير المرغوب فيها  $u$  مع بقاء المدخلات والمخرجات الأخرى على حالها.<sup>1</sup> من أجل بناء مقاربتهم، اعتمد Wu وزملائه على نموذج المخرجات غير المرغوب فيها لـ Seiford و Zhu (2002)، وللكشف عن ازدحام المدخلات في هذه الحالة يستعمل النموذجين التاليين:

$Max \delta$

*Subject to*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \delta \quad , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n o_{tj} \lambda_j \geq o_{to} \delta \quad , \quad t = 1, 2, \dots, k$$

$$o_{tj} = -u_{tj} + \alpha_t \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$\alpha_t$  هو عدد موجب بشكل كاف كي يكون كل  $o_{tj}$  موجب. يسمح القيد الرابع بتحويل المخرجات غير المرغوبة إلى متغير جديد، والقيد الثالث لتقييده ضمن منطقة حدود الإنتاج الممكنة. ولتحديد الازدحام يستعمل هذا النموذج:

$$z^* = Max \delta$$

*Subject to*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{io} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

<sup>1</sup> Mohammad Khodabakhshi, Farhad Hosseinzadeh Lotfi, and Kourosh Aryavash, Review of Input Congestion Estimating Methods in DEA, **Journal of Applied Mathematics**, vol. 2014, Article ID 963791, 9 pages, 2014. doi:10.1155/2014/963791

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \delta, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n o_{tj} \lambda_j \geq o_{to} \delta, \quad t = 1, 2, \dots, k$$

$$o_{tj} = -u_{tj} + \alpha_t, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

يعبر عن مجموعة إمكانيات الإنتاج المصاحبة للنموذج الأخير على هذا النحو:

$$T = \{(x, y, u) \mid \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j = x, \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y, \sum_{j=1}^n u_j \lambda_j \leq u, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0\}$$

**تعريف 1:** إذا كانت القيمة المثلى لدالة هدف النموذج الثاني تحقق الشرط  $z^* = 1$ ، عندئذ يقال أن الوحدة (0) تتمتع بكفاءة ضعيفة.

**تعريف 2:** يفترض أن الوحدة (0) ذات كفاءة ضعيفة باستعمال النموذج الثاني، وبياناتها تحقق الشروط التالية:  $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{u}) \in T$ ،  $\bar{x} \leq x_0$  and  $\bar{x} \neq x_0$ ،  $\bar{y} > y_0$ ،  $\bar{u} > u_0$ ، حينها تشهد الوحدة ازدحام في مدخلاتها.

**تعريف 3:** يفترض أن الوحدة (0) ذات كفاءة ضعيفة باستعمال النموذج الثاني، وبياناتها تحقق الشروط التالية:  $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{u}) \in T$ ،  $\bar{x} \leq x_0$  and  $\bar{x} \neq x_0$ ،  $\bar{y} \geq y_0$ ،  $\bar{u} \geq u_0$ ، حينها تشهد الوحدة ازدحام في مدخلاتها.

**نظرية:** تشهد وحدة اتخاذ القرار (0) ذات الكفاءة الضعيفة بالنموذج الثاني ازدحاماً في مدخلاتها إذا وفقط إذا كانت ذات كفاءة ضعيفة بالنموذج الأول.<sup>1</sup>

**المطلب الثاني: نماذج العوامل غير المرغوب فيها**

### 1- مفهوم العوامل غير المرغوبة

تفترض نماذج تحليل مغلف البيانات المعتادة أن المدخلات التي تستعملها لغرض الحصول على المخرجات تكون دائماً مرغوب فيها، أو بتعبير آخر جيدة، أي كلما تمكنت وحدة اتخاذ القرار من تخفيض جزء من مدخلاتها أو زيادة مخرجات تكون قد حسنت من أدائها. إذا من مصلحة الوحدة دائماً البحث عن السبل إلى ذلك.

<sup>1</sup> Jie Wu, Qingxian An, Beibei Xiong, Ya Chen, Congestion measurement for regional industries in China: A data envelopment analysis approach with undesirable outputs, **Energy Policy**, 57 (2013), p. 9

لكن في بعض الحالات الأمر ليس كذلك، الأمر في هذه الحالة يتعلق بنوع آخر من المدخلات والمخرجات، يسمى بالمدخلات والمخرجات غير المرغوب فيها أو بتعبير آخر المدخلات والمخرجات الرديئة. ولكي تحسن الوحدة من أدائها في حالة وجود مثل هذه العوامل، يجب عليها أن تزيد من مدخلاتها غير المرغوبة أو أن تخفض من مخرجاتها غير المرغوبة. فمعالجة العوامل غير المرغوب فيها يكون دائما عكس المعاملة التي تحضى بها العوامل المرغوب فيها. وكمثال عن بعض المدخلات والمخرجات غير المرغوب فيها يذكر مثلا الانبعاثات الغازية الملوثة كغاز ثاني أكسيد الكربون الذي تسببه بعض الصناعات، المياه الملوثة التي تولدها بعض الصناعات، نسبة الفاقد في عملية الإنتاج، فهذه أمثلة عن مخرجات غير مرغوب فيه. ومن بين الدراسات التي تناولت مشكلة التلوث على انه مخرج غير مرغوب فيه، دراسة Lovell وزملائه (1995) حينما درسوا أداء اقتصاد دول منظمة التعاون والتنمية OECD معتبرين انبعاثي الكربون والنيتروجين كمخرجين غير مرغوب فيهما.<sup>1</sup>

ولتصنيف العوامل إلى مرغوب فيها وأخرى غير مرغوبة، يمكن الاعتماد على القواعد الآتية. يمكن معرفة المخرجات غير المرغوبة من خلال حصر كل المخرجات المرغوبة والتي يرغب في إنتاج منها أقصى ما يمكن إنتاجه، فما تبقى بعد ذلك من مخرجات تعتبر غير مرغوبة، وبصفة عامة هي عوامل تأثيرها سلبي على الوحدة أو على محيطها. ولتحديد المدخلات غير المرغوبة يمكن الاحتكام إلى جوهر آليات الإنتاج، فإذا كان كانت الزيادة في مدخل مرغوب فيه لا تؤدي إلى التقليل من المخرج المرغوب فهو يعتبر مرغوب، أما إذا كانت زيادته لا تؤدي إلى زيادة المخرج المرغوب فيه، عندها يمكن تصنيفه كمدخل غير مرغوب فيه.<sup>2</sup>

يتضح مما سبق أن المدخلات والمخرجات غير المرغوبة تعامل عكس نظيراتها المرغوبة، وبالتالي، يجب نمذجتها بكيفية تليق بطبيعتها، لان النماذج التقليدية تعتبر كل العوامل مرغوب فيها. لمعالجة هذه العوامل بالكيفية المناسبة لها تم تطوير مجموعة من المقاربات المختلفة، ويمكن إيراد بعض منها على هذا النحو.

### 2- مقارنة معالجة المخرجات غير المرغوبة على أساس مدخلات

اعتبرا Dyckhoff و Allen (2001) تحليل مغلف البيانات على أنه منهجية متعددة المعايير ونمذجا المخرجات غير المرغوبة على اعتبارها مدخلات، واستعملا النموذج لقياس الكفاءة البيئية من

<sup>1</sup> C.A. Knox Lovell, Jesús T. Pastor, Judi A. Turner, Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries, *European Journal of Operational Research*, 87 (1995), p. 507

<sup>2</sup> Wenbin Liu, Zhongbao Zhou, Chaoqun Ma, Debin Liu, Wanfang Shen, Two-stage DEA Models with undesirable input-intermediate- outputs, *Omega*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.03.009>, p. 4-5

خلال مقارنة الكفاءة البيئية لمجموعة من مزارع إنتاج الألبان الهولندية مع مقدار ما هو مسموح من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والمحدد من قبل اتفاقية Kyoto. يعد هذا الأسلوب سهل وبسيط لمعالجة المخرجات غير المرغوبة، ولكن ما يعاب عليه هو إغفال طبيعة العملية الإنتاجية المبنية على أساس مدخلات تحول وتصبح مخرجات، فضلا عن ذلك الصعوبات التي يمكن مواجهتها عند الرغبة في القيام بالتحسينات المطلوبة باستخدام احد التوجيهين، المدخلاتي او المخرجاتي<sup>1</sup>.

### 3- مقارنة Färe وزملائه (1989)

بنيت هذه المقاربة على أساس مفهوم كفاءة القطع الزائد hyperbolic efficiency ، فإذا كانت  $x_{ij}$  تعبر عن المدخلات المرغوبة، و  $y_{rj}$  تعبر عن المخرجات المرغوبة، و  $w_{tj}$  تعبر عن المخرجات غير المرغوبة، فالنموذج الذي يستعمل في قياس الكفاءة يأخذ الصيغة الآتية<sup>2</sup>:

$Max \phi_0$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \phi_0 y_{ro} , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n w_{tj} \lambda_j - s_t^+ = \frac{1}{\phi_0} w_{to} , \quad t = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+, s_t^+ \geq 0, \text{ for all } j, i, r, t$$

يلاحظ أن هذا النموذج غير خطي والسبب هو المقدار  $\frac{1}{\phi_0}$  يظهر في القيد الثالث، ولتحويله إلى صيغة خطية تسهل من عملية الحل، اقترح Färe وزملائه تحويل القيد غير خطي إلى قيد خطي باستعمال التقريب التالي:  $w_{to} - \phi_0 w_{to} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j w_{tj}$ .

يمكن تمديد النموذج السابق والذي يستعمل لمعالجة المخرجات غير المرغوبة إلى النموذج الآتي لمعالجة المدخلات غير المرغوبة. فإذا كانت  $x_{ij}$  تعبر عن المدخلات المرغوبة، و  $z_{tj}$  تعبر عن المدخلات غير المرغوبة، و  $y_{rj}$  تعبر عن المخرجات المرغوبة، فيمكن استخدام النموذج الآتي لحساب الكفاءة:

$Min \theta_0$

<sup>1</sup> S You, H Yan, A new approach in modelling undesirable output in DEA model, **Journal of the Operational Research Society**, 62 (2011), p. 2174

<sup>2</sup> Rolf Fare, Shawna Grosskopf, C. A. K. Lovell, Carl Pasurk, Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach, **The Review of Economics and Statistics**, 71 (1989), p.94

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta_o x_{io} , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n z_{tj} \lambda_j + s_t^- = \frac{1}{\theta_o} z_{to} , \quad t = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+, s_t^+ \geq 0, \text{ for all } j, i, r, t$$

يلاحظ كذلك أن هذا النموذج غير خطي ويمكن تحويله إلى صيغة خطية بإتباع نفس الأسلوب السابق حيث يتم تقريب القيد الثاني ليصبح قيد خطي.<sup>1</sup>

#### 4- مقارنة Seiford و Zhu (2002)

ويطلق عليها أيضا مقارنة التحويل الخطي للعوامل غير المرغوبة. أساس الطريقة هو تحويل العناصر غير المرغوبة إلى عناصر خطية ثم إدراجها في نموذج تحليل مغلف البيانات التقليدي BCC. تم اقتراح التحويل الخطي المتناقص  $\bar{w}_{tj} = w_{tj} + v \geq 0$ ، حيث  $w_{tj}$  تعبر عن المخرجات غير المرغوبة، و  $v$  يمثل شعاع الانتقال الذي يضمن عدم سلبية  $\bar{w}_{tj}$  ولتحديد قيمة كافية لذلك يتم ضرب كل المخرجات غير المرغوبة في (-1) ثم نبحث عن القيمة التي تجعل كل القيم غير سالبة.<sup>2</sup>

فإذا كانت  $x_{ij}$  تعبر عن المدخلات المرغوبة، و  $y_{rj}$  تعبر عن المخرجات المرغوبة، و  $w_{tj}$  تعبر عن المخرجات غير المرغوبة، فالنموذج الذي يستعمل في قياس الكفاءة يأخذ الصيغة الآتية:

$$\text{Max } \phi_o$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \phi_o x_{io} , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \phi_o y_{ro} , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{w}_{tj} \lambda_j - s_t^+ = \phi_o \bar{w}_{to} , \quad t = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+, s_t^+ \geq 0, \text{ for all } j, i, r, t$$

<sup>1</sup> Joe Zhu, Wade D. Cook, **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis**, Springer Science and Business Media , New York, 2007, p. 108-109

<sup>2</sup> Joe Zhu, Wade D. Cook, **Modeling Data Irregularities and structural Complexities in Data Envelopment Analysis**, Op. Cit. , p. 109

يلاحظ أن هذا النموذج يبحث عن زيادة المخرجات المرغوبة وتخفيض المخرجات غير المرغوبة.<sup>1</sup>

باعتبار أن الوحدة المقيمة لا تتمتع بالكفاءة التامة، فالقيم الواجب استهدافها تعطى بالصيغة التالية:<sup>2</sup>

$$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^{-*}$$

$$\hat{y}_{ro} = \phi_o^* y_{ro} + s_r^{+*}$$

$$\hat{w}_{to} = v_t - (\phi_o^* \bar{w}_{to} + s_t^{+*})$$

النموذج السابق مخصص لدراسة المخرجات بنوعيتها، أما في حالة وجود المدخلات غير المرغوبة فيجب استخدام نموذج آخر ستعطى صيغته بعد التعريفات التالية. لتكن  $x_{ij}$  تعبر عن المدخلات المرغوبة، و  $z_{tj}$  تعبر عن المدخلات غير المرغوبة، و  $y_{rj}$  تعبر عن المخرجات المرغوبة، وباستعمال التحويل  $\bar{z}_{tj} = z_{tj} + u \geq 0$ ، فيمكن استخدام النموذج الآتي لحساب الكفاءة:<sup>3</sup>

Min  $\theta_o$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^{-} = \theta_o x_{io} , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{z}_{tj} \lambda_j + s_t^{-} = \theta_o \bar{z}_{to} , \quad t = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^{+} = y_{ro} , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^{-}, s_r^{+}, s_t^{-} \geq 0, \text{ for all } j, i, r, t$$

بافتراض أن الوحدة المقيمة بهذا النموذج لا تتمتع بالكفاءة التامة، فهي مطالبة بالتحسينات، يتم تحديد مقدار هذه التحسينات أو القيم المستهدفة بالصيغة التالية:<sup>4</sup>

$$\hat{x}_{io} = \theta_o^* x_{io} - s_i^{-*}$$

$$\hat{z}_{to} = u_t - (\theta_o^* \bar{z}_{to} - s_t^{-*})$$

$$\hat{y}_{ro} = y_{ro} + s_r^{+*}$$

<sup>1</sup> Lawrence M. Seiford , Joe Zhu, Modeling undesirable factors in efficiency evaluation, **European Journal of Operational Research**, 142, (2002), p. 18

<sup>2</sup> Joe Zhu , **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, Op. Cit., p.144

<sup>3</sup> Lawrence M. Seiford , Joe Zhu, Op. Cit., p. 19

<sup>4</sup> Joe Zhu , **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, Op. Cit., p.148

تجدر الإشارة أن هذه المقاربة والمبنية على التحويل الخطي، يمكن تطبيقها فقط مع نموذج العوائد المتغيرة BCC.<sup>1</sup>

### خلاصة الفصل الثالث

بعد استحداث النماذج التقليدية، وتطبيقها في مختلف المجالات، اتضح للباحثين أنها تعثر بها بعض النقائص في بعض الحالات الخاصة، ولتجاوز هذه النقائص باثروا بتطوير النماذج التقليدية من أجل جعلها أكثر كفاءة وأكثر تطبيقاً، والنتيجة كانت استحداث مجموعة معتبرة من النماذج ومع ذلك لا تزال هناك بعض النقائص والبحث جاري إلى حد الساعة من أجل تداركها.

من بين النماذج المستحدثة نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين والذي ينظر إلى المؤسسة أو نشاطها على أنه مجموعة من المراحل، وكل مرحلة تستعمل مجموعة مدخلات للحصول على مجموعة من المخرجات، وبالتالي يجب نمذجة كل المتغيرات. وأيضاً نموذج تحليل مغلف البيانات ببيانات نوعية حيث يسمح بالأخذ بعين الاعتبار البيانات غير الكمية أو بيانات الفترات عند دراسة الكفاءة. ونموذج تحليل مغلف البيانات في حالة الازدحام الذي يسمح بالكشف عن حالة الزيادة في احد المدخلات أو أكثر والتي تترتب عنها نقصان في احد المخرجات أو أكثر، مع بقاء العوامل الأخرى ثابتة. ونموذج العوامل غير المرغوبة.

<sup>1</sup> Joe Zhu, Wade D. Cook, **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis**, Op. Cit, p. 110

الفصل الرابع:

أسلوب عملية التحليل الهرمي

### الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

#### تمهيد

تعتبر عملية التحليل الهرمي من الأساليب المهمة من أساليب اتخاذ القرار متعدد المعايير، وأكثرها استخداماً، نظراً لسهولة التعامل معها من جهة وكثرة تطبيقاتها من جهة أخرى. يتعامل هذا الأسلوب أساساً مع المشكلات المعقدة التي يواجهها متخذ القرار، فتسمح لهم بصياغة المشكلة كما يرونها من حيث تعقيدها، كما تتيح لهم تعريفها وتكوينها على مراحل. يتطلب حل مشكلة معينة باستخدام عملية التحليل الهرمي بناء هرمية توضح العلاقات بأسلوب منطقي بين كل الأطراف الفاعلة فيها من أهداف ومعايير وبدائل، ثم جمع معلومات وأحكام من عدة مشاركين في العملية، ومن خلال تسلسل رياضي يقوم بتحويل أحكام المشاركين إلى تقدير شامل للأولويات النسبية لبدائل القرار. تمثل الأولويات الناتجة عن عملية التحليل الهرمي الوحدات الأساسية المستخدمة في كل أنواع التحليل أو الاستخدامات التي يمكن أن توفرها العملية. فيمكن مثلاً استعمال هذه النسب كدليل لتوزيع الموارد، أو احتمالات تستخدم في التوقع، أو أولويات لترتيب البدائل وتقييمها.

على ضوء ما سبق، سيقسم هذا الفصل إلى ثلاث مباحث هي:

المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول عملية التحليل الهرمي

المبحث الثاني: خطوات عملية التحليل الهرمي

المبحث الثالث: استخدامات عملية التحليل الهرمي

### المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول عملية التحليل الهرمي

يتناول هذا المبحث مفهوم اتخاذ القرار و اتخاذ القرار متعدد المعايير، ومفهوم عملية التحليل الهرمي، ومسلّماتها وخصائصها، ومزاياها، و الأشكال الهرمية وتصنيفها.

### المطلب الأول: اتخاذ القرار متعدد المعايير

#### 1- مفهوم عملية اتخاذ القرار

تعد عملية اتخاذ القرار جوهر العملية الإدارية وأساس نجاحها في أي مؤسسة، فهي تشمل كل العمليات التي تنطوي عليها العملية الإدارية من تخطيط وتنظيم ودفع ورقابة، وكل الوظائف والأنشطة التي تمارسها المؤسسات، إلى حد أن اعتبرها احد منظري علم الإدارة وهو Herbert Simon\* مرادف للإدارة والمشكل الأساسي الذي يواجهه المدير هو كيفية اتخاذ القرار بشكل صحيح من خلال اختيار الطريقة الأنسب لبلوغ الهدف<sup>1</sup>. إذا عملية اتخاذ القرار هي وقود العملية الإدارية وبدونها لا تقوم لها قائمة. وعملية اتخاذ القرار ليست عملية سهلة تعتمد فقط على الحدس والتخمين بل ينبغي أن تعتمد أكثر على أساليب علمية مدروسة للوصول إلى قرارات صحيحة.

كلمة قرار تعني بصورة عامة ما يجب القيام به تجاه مشكل معين أو تجاه موقف ما، أما اتخاذ القرار فهو عملية محددة الخطوات أو المراحل، ويمكن تعريفها على أنها اختيار بديل من بين مجموعة من البدائل بغرض حل مشكلة معينة. وتتم عملية اتخاذ القرار بمجموعة من المراحل تتمثل في تحديد المشكلة، ثم البحث عن حل لهذه المشكلة من خلال جمع البيانات والمعلومات ثم حصر البدائل وتقييمها واختيار أفضلها.

تحديد المشكلة: وتعد أول خطوة في عملية اتخاذ القرار، ويقصد بتحديد المشكلة الشعور بها أو إدراكها ثم تشخيصها. وتعرف المشكلة على أنها الانحراف السلبي عن وضعية معيارية أو حالة مرغوب فيها. بعد الانتباه إلى وجود المشكلة يجب تحليلها وتحديد أسبابها سواء كانت رئيسية أو فرعية، فمعرفة الأسباب تسمح باقتراح الحلول الممكنة التي ستنبتق منها البدائل.

حصر البدائل: في هذه المرحلة يتم اقتراح مختلف الحلول الممكنة لحل المشكلة، ويستحسن الاستعانة بذوي الخبرة والعارفين بمجال المشكلة، والاستعانة بأسلوب المشاركة لأنه يشجع على تقديم أكبر عدد من الأفكار الجديدة.

\* هو اقتصادي أمريكي (1916-2001) ويعد احد عمالقة الفكر الإداري، حائز على جائزة نوبل للاقتصاد عام 1978، له إسهامات عديدة في مجال الاقتصاد وعلم النفس.

<sup>1</sup> Subrata Dasgupta, Multidisciplinary creativity: the case of Herbert A. Simon, **Cognitive Science**, 27 (2003), pp. 689-691

تقييم البدائل: بعد التعرف على البدائل تأتي مرحلة تقييمها، وتكتسب هذه المرحلة أهمية كبيرة لأنها تمثل المحك الحقيقي للمهارات التي يكتسبها متخذ القرار. ويجب أن يسهر متخذ القرار على أن تكون أداة التقييم ملائمة للبدائل المدروسة، بغية الوصول إلى قرار جيد.

اختيار البديل المناسب: بعد تقييم البدائل، يجد متخذ القرار نفسه في موقف يسمح له بتحديد البديل أو الحل الأنسب الذي يحقق الهدف ويحل المشكلة، وعملية الاختيار دائماً ما تعتمد على معيار معين يتوافق مع الهدف، فإذا كان المعيار وحيد فتعتبر عملية اتخاذ القرار بسيطة أو أحادية المعيار، أما في حالة وجود معيارين أو أكثر فتعتبر عملية اتخاذ القرار معقدة وتسمى باتخاذ القرار المتعدد المعايير.<sup>1</sup>

### 2- مفهوم اتخاذ القرار متعدد المعايير

يكون متخذ القرار بصدد قرار متعدد المعايير عندما يرغب في اختيار أفضل بديل من بين عدد البدائل ويواجهه معيارين أو أكثر لترتيب مختلف البدائل. في هذا الموقف يواجه متخذ القرار عدة إشكالات، منها أوزان أو ترجيحات المعايير بمعنى كيف ترتب هذه المعيار وما هي درجة كل واحد منها (النقطة)، تعارض المعايير فمثلاً قد يحصل بديل على المرتبة الأولى استناداً إلى معيار معين ويحصل على أدنى مرتبة بالاستناد إلى معيار آخر، مشاكل التفصيلات عندما يساهم أكثر من فردين في اتخاذ القرار. في مثل هذه المواقف يجب الاعتماد على أساليب وطرق، تكون غالباً معقدة، لحل مشاكل القرار متعدد المعايير (MCDM)، ومعظم هذه الطرق تنتمي إلى حقل بحوث العمليات وعلم الإدارة.<sup>2</sup>

وبصفة عامة، عند التعامل مع القرار متعدد المعايير، يستحسن إتباع الخطوات التالية:<sup>3</sup>

الخطوة الأولى: حصر وتعداد عدد الخواص والمعايير التي تحويها المشكلة قيد الدراسة، وإدراك المشكلة وحيثياتها.

الخطوة الثانية: جمع البيانات والمعلومات الضرورية لعملية اتخاذ القرار، وهذا من شأنه أن يسمح لمتخذ القرار بأن يبني تفضيلات واقعية أو صحيحة.

الخطوة الثالثة: بناء مجموعة البدائل أو الاستراتيجيات التي تضمن الوصول إلى الهدف.

<sup>1</sup> David Boddy, **Management: an introduction**, 5<sup>ed</sup>, Pearson Education Limited, England, 2011, p. 197-199

<sup>2</sup> José Ramón San Cristóbal Mateo, **Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry**, Springer-Verlag, London, 2012, p. 7

<sup>3</sup> Tzeng G.H., Huang J., **Multiple Attribute Decision Making Methods and applications**, CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 2011, p. 1

الخطوة الرابعة: وتتمثل في تحديد الطريقة المناسبة لتقييم وترتيب البدائل أو لتحسين البدائل و الاستراتيجيات الممكنة، ومن خلال هذه المرحلة يتم اختيار أفضل بديل.

### 3- خصائص أساليب القرار متعدد المعايير

بالرغم من أن المسائل التي تعالجها أساليب القرار متعدد المعايير كثيرة، فإنها تتقاسم مجموعة من الخصائص، هذه الخصائص حددها Hwang و Yoon (1981) كما يلي:

- تعدد الأهداف والخواص: تضم مسائل القرار متعدد المعايير عدة أهداف أو خواص (صفات)، ويجب على متخذ القرار أن يحدد المعايير أو الصفات التي لها صلة وثيقة بالمشكلة المطروحة.
- تعارض بين المعايير: بصفة عامة تتعارض المعايير فيما بينها، بمعنى أن بديل معين يكون جيد وفقا لمعيار معين ويكون سيئ وفقا لمعيار آخر.
- تصميم أو اختيار: يقصد بالاختيار أن بعض المسائل تكون فيها البدائل محصورة ومعلومة ويكون الهدف هو اختيار أفضلها، أما التصميم فيهدف إلى تحديد مجال البدائل ثم البحث عن أفضلها.
- عدم تجانس وحدات القياس: هناك اختلاف بين وحدات قياس مختلف معايير المفاضلة. مثلا شخص يرغب في شراء سيارة وأمامه أربع اقتراحات، وثلاث معايير تتمثل في السعر و استهلاك الوقود و الأمان، فالسعر يقاس بالوحدات النقدية و استهلاك الوقود باللترات/الأميال و الأمان يمكن توضيحه بحكم يطلقه متخذ القرار على السيارة.<sup>1</sup>

### 4- تقسيم طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير

بصفة عامة، بالاعتماد على عدد البدائل (متغيرات القرار) التي تضمها المسألة، يمكن تقسيم طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير إلى مجموعتين هما:<sup>2</sup>

- اتخاذ القرار متعدد الأهداف (MODM) multiple objective decision making
- اتخاذ القرار متعدد الخواص (MADM) multiple attribute decision making

تحت هاتين المجموعتين تندرج العديد من الطرق التي تجعل من اتخاذ القرار متعدد المعايير مجال مهم للبحث.

<sup>1</sup> Tzeng G.H., Huang J., Op. Cit, p. 2

<sup>2</sup> Ching-Lai Hwang, Kwangsun Yoon, **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1981, p. 3

4-1- نماذج اتخاذ القرار متعدد الأهداف: تبنى هذه النماذج على أساس متغيرات القرار التي تكون في شكل مستمر أو متقطع ( أعداد صحيحة)، وبأعداد كبيرة أو غير منتهية، وأفضلها هو ما يحترم قيود متخذ القرار ويلبي تفضيلاته. ومن بين طرق هذا النوع من النماذج: برمجة الهدف، البرمجة متعددة الأهداف، تحليل مغلف البيانات.

4-2- نماذج اتخاذ القرار متعدد الخواص: تهدف هذه النماذج إلى انتقاء وتقييم البديل الأفضل من بين مجموعة من البدائل التي تتصف بالمحدودية، بناء على مجموعة من الخواص أو الصفات Attribute التي تستعمل كمعايير، وقد يكون بعض هذه الخواص كمي والبعض الآخر وصفي، بالإضافة إلى التعارض فيما بينهم. ومن بين طرق هذه المجموعة عملية التحليل الهرمي، عملية التحليل الشبكي، نموذج المجموع المرجح، نموذج الجداء المرجح، نموذج TOPSIS، نموذج ELECTRE.

الجدول رقم (8): مقارنة بين نماذج تعدد الأهداف ونماذج تعدد الخواص

نماذج اتخاذ القرار متعدد الأهداف	نماذج اتخاذ القرار متعدد الصفات	
أهداف	خواص	المعايير
صريح	ضمني	الهدف
ضمنية	صریحة	الصفة
مستخدم	غير مستخدم (مدرج في الخواص)	القيد
غير محدود ومستمر	عدد محدود ومتقطعة	البدائل
غالباً	ليس كثيراً	التفاعل مع متخذ القرار
التصميم	الاختيار أو التقييم	الاستعمال

Source : Ching-Lai Hwang, Kwangsun Yoon, **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1981, p. 4

وبصفة عامة، تستعمل معظم طرق اتخاذ القرار متعدد الخواص المصنوفة الموضحة في الشكل رقم (17). تعبر  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) عن مختلف الخواص (المعايير) المستعملة من أجل تقييم وترتيب مختلف البدائل  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ )، و  $x_{ij}$  هي درجة التفضيل التي يتحصل عليها البديل  $i$  في ظل اعتماد المعيار  $j$ ، وتعبر  $W_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) عن الأهمية النسبية أو الأوزان التي تحضى بها مختلف المعايير.

الشكل رقم (17): مصفوفة القرار متعدد المعايير

المعايير	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
الأوزان	$W_1$	$W_2$	...	$W_n$
البدائل				
$A_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1n}$
$A_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A_m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	...	$x_{mn}$

Source : Ali Jahan, Kevin L. Edwards, **Multi-criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design**, Butterworth-Heinemann Oxford, UK, 2013, p. 33

المطلب الثاني: مفهوم عملية التحليل الهرمي

### 1- أصل المصطلح:

لغويا أصل الكلمة انجليزي ويصطلح عليها (Analytic Hierarchy Process)، واختصارا لها يستعمل AHP، واصطلح عليها(الترجمة) باللغة العربية بعملية التحليل الهرمي، وأحيانا بعملية التسلسل الهرمي التحليلي، وأحيانا أخرى عملية التدرج التحليلي، وأكثرها شيوعا هو عملية التحليل الهرمي.

### 2- تعريف عملية التحليل الهرمي

تم تطوير عملية التحليل الهرمي من قبل الأستاذ Thomas Saaty (1977، 1980). وتعتبر جد مفيدة في حالة عدم قدرة متخذ القرار على بناء دالة المنفعة التي على أساسها يختار أفضل بديل.<sup>1</sup>

توفر عملية التحليل الهرمي إطارا متكاملا لتقييم بدائل في ظل تعدد معايير الاختيار تكون غالبا متعارضة، فهي تسمح لمتخذ القرار أن يستعمل الحدس والعقلانية واللاعقلانية في آن واحد عند معالجة مشكلة قرار متعددة المعايير.

<sup>1</sup> Alessio Ishizaka, Philippe Nemery, **Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software**, Wiley, United Kingdom, 2013, p. 13

عملية التحليل الهرمي هي أسلوب لحل مشاكل معقدة، فهي إجراء نظامي لتمثيل عناصر مشكلة معقدة، من خلال تجزئتها إلى عناصرها المشكلة لها، ثم مقارنتها بأسلوب ثنائي للتوصل إلى أولويات تخص كل فرع من فروع الهرمية.<sup>1</sup>

عملية التحليل الهرمي هي نموذج لاتخاذ القرار، الذي يساعد متخذ القرار على اتخاذ قرارات في بيئة معقدة. وهي تشمل على ثلاث عمليات تتجسد في تحديد وتنظيم الأهداف والمعايير والقيود والبدائل التي يشملها القرار في هيكل هرمي، وتقييم المقارنات الثنائية المشمولة في كل مستوى من مستويات التدرج الهرمي، ثم التركيب باستخدام نتائج المقارنات الثنائية المتاحة على كل المستويات، وفي الأخير تخرج بالأهمية النسبية لكل بديل.<sup>2</sup>

عرف Thomas Saaty (1994) عملية التحليل الهرمي على أنها نظرية القياس التي تعني اشتقاق الأولويات المهيمنة من خلال المقارنات الثنائية للعناصر المتجانسة وفقا لمعيار أو خاصية معينة.<sup>3</sup>

عملية التحليل الهرمي هي نظرية القياس النسبي المبني على المقاييس المطلقة، وتتعامل مع المعايير الملموسة وغير الملموسة القائمة على أحكام العارفين والمختصين وأيضا الإحصائيات والقياسات الموجودة من اجل اتخاذ القرار. وتعد كيفية قياس الأشياء غير الملموسة الشغل الشاغل للجانب الرياضي لهذه الطريقة.<sup>4</sup>

يتكون مصطلح عملية التحليل الهرمي من ثلاث كلمات هي العملية والتحليل والهرمية، ولكل واحدة منها مدلول خاص.

- **العملية:** تقتضي العملية أن يقوم متخذ القرار بتوضيح المعايير ويحدد الأهمية النسبية لكل معيار ثم يبين كيف للبدائل أن تساهم في كل معيار من المعايير.
- **الهرمية:** ويقصد بها تنظيم أجزاء المشكلة من هدف ومعايير و معايير جزئية وبدائل في شكل هرمي يسمح باستيعابها بشكل جيد، ومن اجل الوصول في النهاية إلى مختلف الأوزان المرتبطة بكل مستوى.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Saaty, T. L., Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, **Management Science**, 32 (1986), p. 841

<sup>2</sup> Saaty Thomas, what is the analytic hierarchy process, on Gautam Mitra, et all, **Mathematical Models for Decision Support**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1988, p. 110

<sup>3</sup> Saaty Thomas, highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process, **European journal of operational research**, 74 (1994), p. 426

<sup>4</sup> Saaty Thomas, the analytic hierarchy and analytic network processes for the measurement of intangible criteria and decision-making. In José Figuera, Salvatore Greco, Matthias Ehrogott, **Multiplier criteria decision analysis: state of the art surveys**, Springer Science + Business Media, USA, 2005, p. 375

<sup>5</sup> Sima Ajami, Saeedeh Ketabi, Performance Evaluation of Medical Records Departments by Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach in the Selected Hospitals in Isfahan, **journal of medical system**, 36(2012), p. 1166

- **التحليل:** يستمد هذا الأسلوب قوته ومثابته من التفكير المنطقي و الرياضياتي، ويقصد بالتحليل استعمال المقارنات الثنائية من أجل مساعدة متخذ القرار على التعبير عن تفضيلاته المتعلقة بالمعايير والحصول على قيم رقمية مفهومة من طرف الجميع.<sup>1</sup>

### المطلب الثاني: أسلوب التحليل الهرمي نموذج مرن لصناعة القرار

لقد أدت تلك الملاحظات الأساسية على طبيعة الإنسان و الفكر التحليلي و القياس، إلى إيجاد أسلوب التحليل الهرمي كنموذج نافع لحل المشكلات كميًا، و بالإضافة إلى ذلك فهو نموذج مرن يمكن الأفراد أو المجموعات من تشكيل الأفكار، و تحديد المشكلات عن طريق وضع افتراضاتهم الشخصية، و استخلاص الحل الذي يرغبون فيه لها. كما أنه يمكن الأفراد من اختبار حساسية الحل أو الناتج عند أي تغيير في المعلومات.

لقد صمم أسلوب التحليل الهرمي ليتناسب مع الطبيعة البشرية بدلا من أن يفرض وضعًا فكريًا قد ينافي الأحكام الفضلى، و من ثم كان هذا الأسلوب مناهجًا قويا لحل المشكلات السياسية و الاقتصادية و الاجتماعية المعقدة.

يمزج أسلوب التحليل الهرمي الأحكام و القيم الشخصية بطريقة منطقية تعتمد على الخيال و الخبرة و المعرفة لبناء مدرج المشكلة، و يعتمد على المنطق و البديهية و الخبرة لإعطاء الأحكام، و بمجرد أن يقبل الأسلوب و يتبع فإنه يظهر كيف يربط عناصر جزء من المشكلة مع عناصر جزء آخر للحصول على ناتج مركب من كل منهما، إنه منهج لتعريف و فهم و تقييم التداخلات في النظام ككل.

و لتعريف مشكلة معقدة و الحصول على أحكام جيدة يجب تكرار عملية التحليل الهرمي عدة مرات، لأنه من الصعوبة بمكان أن نتوقع حلا فوريا لمشكلات معقدة عانى منها الفرد لفترة طويلة، غير أن أسلوب التحليل الهرمي مرن بقدر كاف بحيث يستطيع صانعي القرار المراجعة و التوسع في عناصر مدرج المشكلة و تغيير أحكامهم، كما يمكنهم من التحقق من حساسية الناتج لأي تغييرات متوقعة، و كل تكرار لعملية التحليل الهرمي يشبه عملية صنع الفرضية و اختبارها، و يؤدي التنقيح التدريجي للفرضيات إلى فهم أفضل للنظام، و كثرة التطبيقات العملية لأسلوب التحليل الهرمي أنتجت عينات للمدرجات و يمكن استخدام هذه النماذج مع بعض التعديلات لبناء مشكلات جديدة.

<sup>1</sup> Navneet Bhushan, Kanwal Rai, **Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process**, Springer-Verlag, USA, 2004, p. 19

من صفات أسلوب التحليل الهرمي أيضا أنه يوفر إطارا لمشاركة الجماعة في صناعة القرار أو في حل المشكلة، فالأحكام غالبا ما تكون عرضة للمساءلة كما يمكن تقويتها أو إضعافها نتيجة للأدلة التي يقدمها الآخرون.

إن عملية تنظير أي مشكلة بأسلوب التحليل الهرمي يتطلب من الفرد أن يأخذ في الاعتبار الأفكار و الأحكام و الحقائق المقبولة من الآخرين كنواح هامة للمشكلة، و تساهم مشاركة الجماعة في مصداقية الناتج النهائي، و إن كانت لا تساهم في سهولة التطبيق إذا كانت وجهات النظر شديدة التباين، و لذا فإنه بالإمكان إدراج أي معلومات مشتقة علميا أو بديهيا في عملية التحليل.

يمكن تطبيق الأسلوب على مشكلات حقيقية، و يعتبر هذا مفيدا بصفة خاصة في توزيع الموارد و التخطيط و تحليل تأثير السياسة و حل النزاعات و يمكن لكل من علماء الاجتماع و الطبيعة و المهندسين و الساسة بل و الرجل العامي استخدام الأسلوب بدون أي تدخل من الخبراء.

إن أصحاب المشكلة هم أفضل من يعرف تفاصيلها، و في الوقت الحاضر فإن أسلوب التحليل الهرمي من قبل المؤسسات الحكومية لغرض توزيع الموارد الطبيعية للاستثمار.<sup>1</sup>

### المطلب الثالث: مسلمات وخصائص عملية التحليل الهرمي

#### 1- مسلمات عملية التحليل الهرمي

يرى توماس ساعاتي أن هناك أربع مسلمات تقوم عليها هذه الطريقة وهي:

- يمكن لمتخذ القرار أن يقوم بمقارنة زوجية (ثنائية)  $a_{ij}$ ، بين بديلين ( خيارين)، البديل الأول دليله  $i$  والبديل الثاني دليله  $j$ ، بالاستناد إلى معيار معين وبالاعتماد على سلم عددي، هذه المقارنة قابلة للقلب (للعكس)، وبتعبير آخر  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ .
- لا يمكن لمتخذ القرار بأي حال من الأحوال أن يفضل بديل على بديل آخر بمقدار غير منتهي، وبتعبير آخر  $a_{ij} \neq \infty$ .
- يمكن لمتخذ القرار أن يمتدج مشكلة القرار في شكل هرمي.
- يجب أن تمثل كل المعايير والمعايير الفرعية والبدايل المتصلة بهدف معين في هيكل هرمي وحيد يجمعهم جميعا.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> توماس ساعاتي، صناعة القرار للقادة: عملية التحليل الهرمي لقرارات في عالم معقد، ترجمة أسماء باهرمز و سهام همشري، معهد الإدارة العامة بالرياض، المملكة العربية السعودية، 2000، ص ص. 43-45

<sup>2</sup> Navneet Bhushan , Kanwal Rai, Op. Cit, p. 19

## 2- خصائص عملية التحليل الهرمي

تتسم طريقة التحليل الهرمي للقرارات بعدة مزايا، ويورد منها التالي<sup>1</sup>:

- الجمع بين الطريقة الكلية والطريقة الجزئية عند معالجة المشكلة، وتتمثل الطريقة الكلية في بناء الهرم الذي ينظر إلى المشكلة بعناصرها كافة ككل متكامل دون إغفال عنصر منها، بينما تتمثل الطريقة الجزئية في فحص الأجزاء من خلال عقد المقارنات الثنائية بينها.
- شمول هذه الطريقة للجوانب الكمية والنوعية معاً، وتتمثل الجوانب النوعية في تعريف المشكلة وبنائها الهرمي وتحديد المعايير والأهداف، بينما تتمثل الجوانب الكمية في التعبير عن الأحكام والأولويات بلغة الأرقام.
- شمولها لجانب العلم والفن في آن واحد، ويتمثل الجانب العلمي في ضوابط إجراء المقارنات من خلال فحص الثبات، بينما يتمثل الجانب الفني في الابتكار والإبداع والقدرة على نمذجة أي مشكلة قرار متعدد المعايير تتوفر فيه شروط عملية التحليل الهرمي.
- الجمع بين الموضوعية والذاتية، فهي طريقة تعتمد على أساليب موضوعية من خلال ضرب المصفوفات واستخراج الأولويات، كما أنها طريقة ذاتية تخضع لاهتمامات متخذ القرار وتفضيلاته عند عقد المقارنات، ومن ثم ليس غريباً أن تختلف النتائج تبعاً لاختلاف التفضيلات فيما يتعلق بالقرارات الشخصية، بينما تتحول التفضيلات الشخصية إلى تفضيلات موضوعية عند بناء قرارات أكثر عمقاً، وذلك من خلال اشتراك مجموعة من الخبراء والمختصين سواء باستخدام أسلوب دالفي أو أي صيغ تشاركية أخرى بين المهتمين في صنع قرار ما.
- القدرة العالية على تكميم الصفات الملموسة والمجردة على حد سواء، وذلك من خلال عقد مقارنات ثنائية اعتماداً على قدرة العقل البشري على التمييز بين تلك الصفات بغض النظر عن كونها ملموسة أو مجردة.
- قابلية هذه الطريقة للتفاعل الجيد مع المشكلات البسيطة والمعقدة على حد سواء، وتتمثل الأولى في مشكلات الأفراد، بينما تتمثل الثانية في القضايا الحاسمة التي تواجهها المنظمات الكبرى.
- بساطة تكوين نموذج التحليل الهرمي، ومرونته الفائقة، وقابليته للمراجعة، وتنوع تطبيقاته، هذا فضلاً عن أنه لا يتطلب تخصصاً دقيقاً لإجاداته.

### المطلب الرابع: مزايا عملية التحليل الهرمي

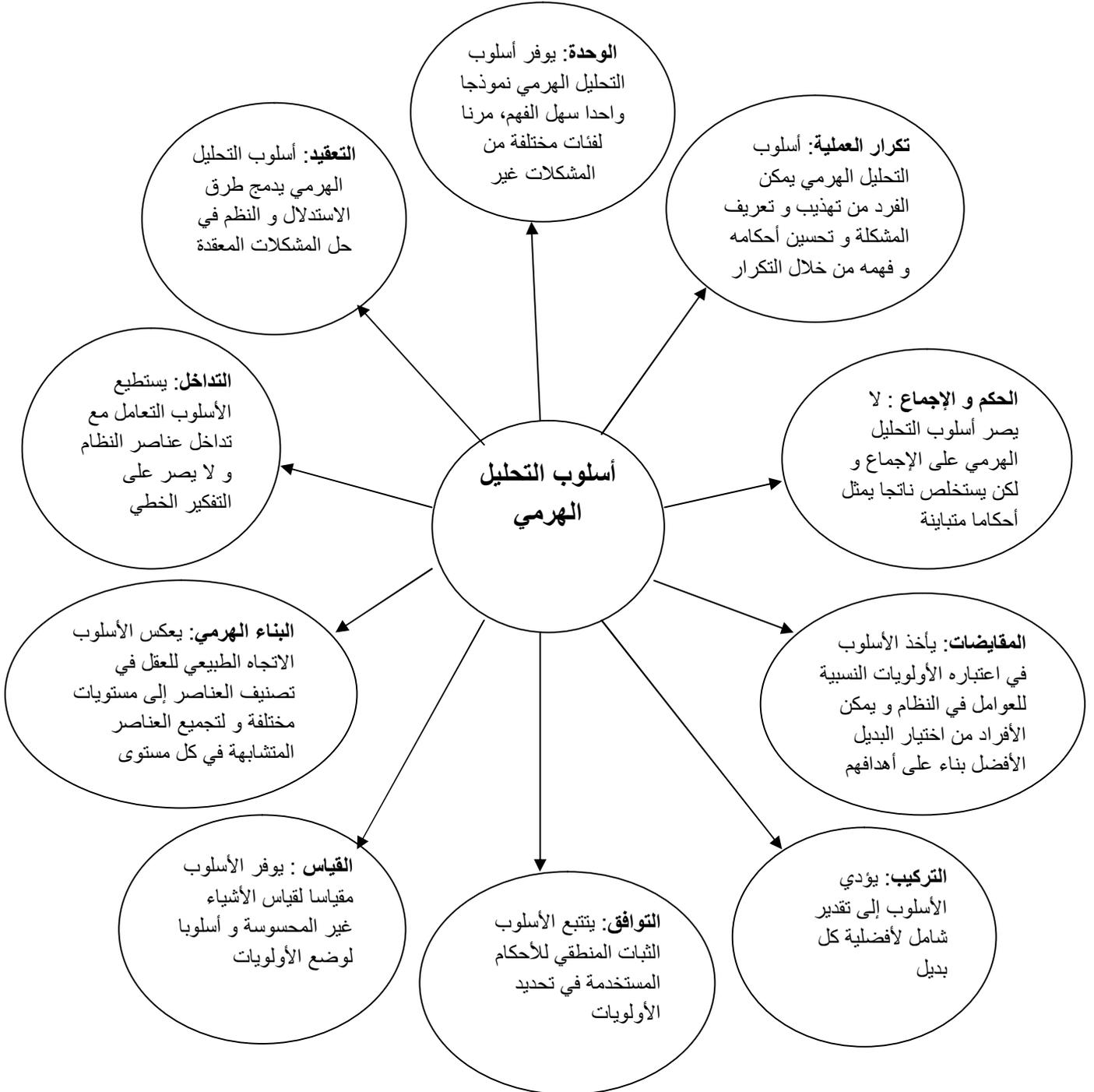
لقد انتشر استخدام هذا الأسلوب في أوساط الأكاديميين و المطبقين على حد سواء، حيث

<sup>1</sup> خالد بن سعد الجضي، تقنيات صنع القرار: تطبيقات حاسوبية، الجزء الثاني، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، الرياض، 2005، ص. 21-22

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

يستعمل في كثير من المجالات كالصناعة والنقل والصحة، ويعود السبب في ذلك إلى المزايا التي يتمتع بها هذا الأسلوب. وأورد صاحب هذه الطريقة مجموعة من المزايا والتي يمكن توضيحها من خلال الشكل رقم (18).

الشكل رقم (18): مزايا أسلوب التحليل الهرمي



المصدر: توماس ساعاتي، صناعة القرار للقادة: عملية التحليل الهرمي لقرارات في عالم معقد، ترجمة أسماء باهرمز و سهام همشري، معهد الإدارة العامة الرياض، المملكة العربية السعودية، 2000، ص. 46

### المطلب الخامس: تصنيف الأشكال الهرمية

تصنف الأشكال الهرمية إلى نوعين، أشكال هرمية هيكلية و أشكال هرمية وظيفية.

#### 1- الأشكال الهرمية الهيكلية

في الأشكال الهرمية الهيكلية تكون الأنظمة المعقدة من أجزائها الأساسية بشكل تنازلي بناء على الصفات الهيكلية، مثل الحجم أو الشكل أو اللون أو العمر. الهرم الهيكلية للكون يبدأ تنازلياً من المجرات إلى مجموعات النجوم إلى المجموعة الشمسية إلى الكواكب و هكذا حتى نصل إلى الذرة، ثم النواة فالبروتونات و النيوترونات. إن الهرم الهيكلية له علاقة وطيدة بالطريقة التي تحلل بها العقول الأوضاع الصعبة، و ذلك بتفكيك الأشياء التي تدركها الحواس إلى مجموعات كبيرة ثم إلى مجموعات صغيرة ثم إلى مجموعات أصغر و هكذا حتى الوصول إلى المستوى المرغوب فيه أو حتى الوصول إلى اصغر وحدة لا يمكن تجزئتها.

#### 2- الأشكال الهرمية الوظيفية

إن الأشكال الهرمية الوظيفية تقوم بتحليل الأنظمة المعقدة إلى أجزائها الأساسية بناء على العلاقات الأساسية بين هذه الأجزاء، فمثلاً إذا كان هنالك خلاف حول موضوع المواصلات المدرسية و مدى ما يحققه من تكامل اجتماعي فإنه بالإمكان هيكلية عناصره إلى مجموعات أساسية من ذوي العلاقة: مجموعات الأغلبية و الأقلية في المجتمع، و مسؤولي المدينة، و إدارة التعليم و الحكومة، و مجموعة أخرى تمثل أهداف المجموعة الأساسية (التعليم للأطفال، و المحافظة على الطاقة و غيرها) ثم مجموعة القرارات البديلة (مواصلات مدرسية شاملة أو جزئية أو عدم تأمين المواصلات). هذه الأشكال الهرمية الوظيفية تساعد الناس على توجيه أنظمتهم إلى أهداف مرغوبة من قبلهم.

في نظام الشكل الهرمي الوظيفي تشغل كل مجموعة من العناصر مستوى واحداً من الهرم، و يسمى أعلى هذه المستويات بالمستوى (البؤري) أو (المركزي)، و هو يتكون من عنصر واحد فقط هو الهدف العام الشامل، و تحتوي كل من المستويات اللاحقة على عدد من العناصر و عادة ما يتراوح عددها بين خمسة و تسعة. تقارن العناصر في هذه المستويات بعضها ببعض بناء على معيار معين في المستوى الأعلى، لهذا لا بد أن يكون لعناصر كل مستوى نفس القدر من الأهمية، فمثلاً لا يمكن إجراء مقارنة دقيقة بين وظيفتين يكون أدأؤهما مختلفاً من ناحية الصعوبة بمعامل مقداره (100) لأن الأحكام في هذه الحالة سوف تكون معرضة لخطأ واضح، فمن الأفضل أن توضع الوظائف السهلة في مجموعة، ثم تقارن جميع وظائف هذه المجموعة بالوظيفة التالية الأكثر صعوبة و الأكثر أهمية، و بعد ذلك نقوم بمقارنة جميع النتائج لنحصل على المقارنة الفعلية بين وظيفة سهلة و أخرى أكثر

صعوبة، لذا فإنه من الضروري إنشاء هذه المجموعات حتى يتم تلافي حدوث أخطاء فادحة، و بهذه الطريقة الهرمية يمكن إجراء مقارنة فعالة بين الأمور السهلة و الصعبة. و بالمثل لكي يتم إجراء مقارنة فعالة بين شيئين غير متقاربين، فإنه لا بد أن توجد بينهما مجموعات هرمية عديدة تتكون من عناصر متقاربة الأهمية، حتى يمكن جعل عملية الانتقال من الصعب إلى السهل و مقارنة الصعب بالسهل مقارنة ممكنة و غير مستحيلة.

يمكن كذلك التمييز بين نوعين من الأشكال الهرمية الوظيفية، أشكال هرمية كاملة بمعنى أن عناصر المستوى الواحد تشترك مع المستوى الذي قبله في كل ما لديه من صفات، وأشكال هرمية غير كاملة بمعنى أن بعض عناصر المستوى الواحد قد تختلف عن بعضها البعض في بعض الصفات.<sup>1</sup>

### المبحث الثاني: خطوات عملية التحليل الهرمي

يمكن حصر خطوات أسلوب التحليل الهرمي في خمس خطوات رئيسية تتمثل في هيكلة المشكلة وبناء مصفوفات المقارنات الزوجية و اشتقاق الأولويات و حساب التناسق وفي الأخير دمج الأولويات للحصول على أوزان البدائل. قد تحتوي كل خطوة من الخطوات الرئيسية على مجموعة من الخطوات الفرعية.

### المطلب الأول: هيكلة المشكلة

تتمثل هذه الخطوة في تحديد المشكلة وتعريف متغيراتها بشكل دقيق كي يتسنى تمثيلها في شكل هرمي. وليست هناك قاعدة ثابتة لبناء الأشكال الهرمية، ويمكن فهمها من خلال معاينة مجموعة من الأمثلة المختلفة من الهياكل الهرمية كي يتسنى الاعتياد عليها. وتعتمد عملية بناء الشكل الهرمي كثيرا على نوع القرار الذي يراد اتخاذه، فإذا كان هذا القرار عبارة عن اختيار البدائل، فيمكن البدء من المستوى الأخير و ذلك بوضع البدائل المتاحة في قائمة. وسيكون المستوى التالي من المعيار الذي سنحكم من خلاله على هذه البدائل. أما المستوى الأعلى فسيتشكل من عنصر واحد فقط هو الهدف الشامل الذي من أجله يتخذ القرار بناء على المعايير الموجودة و أهمية إسهام كل منها.

من المستحسن عند إتمام بناء الشكل الهرمي مراجعته، لأنه قابل للتعديل، حيث بإمكان متخذ القرار أن يغير من أجزائه ومن المعايير كلما رأى أن هناك معيارا مهما لم يدرج عند تكوين الهرم. حتى البرمجيات المعدة للحساب قد صممت بحيث يكون لديها المرونة اللازمة لعمل التعديلات اللازمة. كذلك في بعض الأحيان من الضروري فحص المعايير بشكل مفصل، فقد تتولد فكرة إدراج مستوى

<sup>1</sup> توماس ساعاتي، مرجع سابق، ص ص. 52-53

جديد من المعايير الثانوية الذي يكون بين مستوى المعايير ومستوى البدائل، كما يجب الانتباه أن المعايير الثانوية تقارن فقط بالمعيار الذي تنتمي إليه، وليس بالمعايير المتبقية، والشكل الهرمي الناتج في هذه الحالة يسمى بالشكل غير الكامل، لأن المعايير الثانوية لا يمكن مقارنتها جميعا بالمستوى الأعلى من المعايير.<sup>1</sup>

تعد مرحلة بناء الشكل الهرمي مرحلة مهمة جدا، فهي الجزء الذي يتطلب إبداع متخذ القرار في إعداده. إن المبدأ الأساسي المتبع في تكوين الأشكال الهرمية هو المقدره على الإجابة على السؤال التالي :

هل من الممكن مقارنة عناصر مستوى أدنى بالنسبة لبعض أو لجميع العناصر في المستوى الأعلى باعتبارها معايير أو صفات لعناصر المستوى الأدنى؟

أحسن وسيلة لمباشرة بناء الشكل الهرمي هي الانطلاق من الهدف الشامل وتجزئته إلى العوامل التي يمكن مراقبتها بسهولة. كما يمكن أيضا الانطلاق من الأسفل أي حصر البدائل الممكنة للمشكلة وبعدها تحديد المعايير الفرعية التي تساهم في تحديد أهميتها، ثم تجمع هذه الأخيرة من أجل تحديد المعايير الأساسية، وفي النهاية ربط مختلف المستويات بطريقة تسمح أن تكون المقارنة ممكنة.

وهناك بعض الاقتراحات التي يمكن الاستفادة منها لتصميم هرم محكم و متقن :

- 1- حدد الهدف الكلي بمعنى ما هو الشيء المراد تحقيقه، وما هو الإشكال الرئيسي ؟
- 2- حدد الأهداف الفرعية للهدف الكلي و إذا استدعى الأمر، فبالإمكان أيضا تحديد الأفاق الزمنية التي قد تؤثر على القرار.
- 3- حدد المعايير التي يجب توفرها لتحقيق الأهداف الفرعية للهدف الكلي.
- 4- حدد المعايير الفرعية لكل معيار رئيسي مع ملاحظة أنه يمكن تحديد ذلك المعيار أو المعيار الفرعي بمجموعة من القيم العددية أو بمفاهيم لفظية، مثل: مرتفع أو متوسط أو منخفض.
- 5- حدد الأشخاص الفاعلين في الموضوع.
- 6- حدد أهداف هؤلاء الأشخاص.
- 7- حدد سياسات الأشخاص الفاعلين.
- 8- حدد البدائل أو النتائج.
- 9- بالنسبة للقرارات التي تستدعي الإجابة بنعم أو لا خذ النتيجة المفضلة، ثم قارن الفوائد (العوائد) و التكاليف للقرار المتخذ بتلك المتعلقة بالقرار الذي لم يختر.

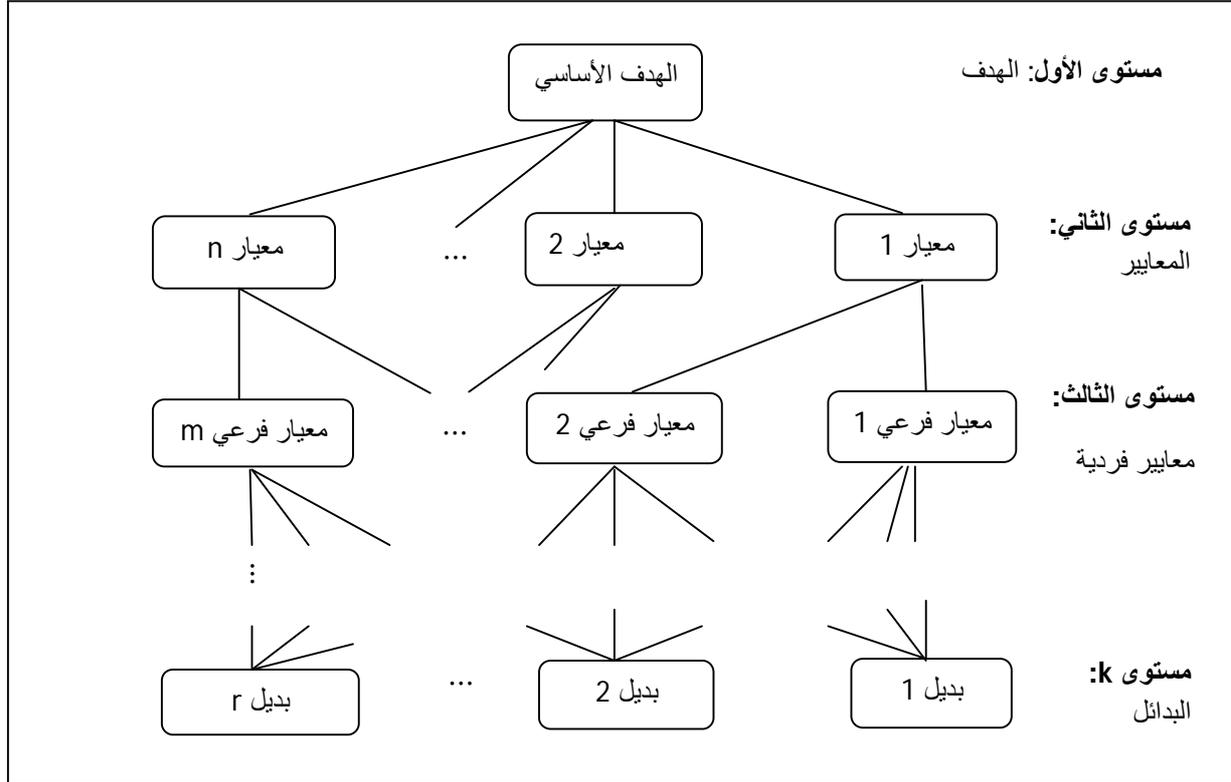
<sup>1</sup> توماس ساعاتي، مرجع سابق، ص ص. 53-54

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

10- قم بعمل تحليل الفوائد و التكاليف باستخدام القيم الحدية، وحدد أي البدائل أكثر فائدة، وأي منها أعلى تكلفة، وأي منها أقصى مخاطرة.<sup>1</sup>

بعد تحديد الهدف الأساسي ومختلف المعايير الرئيسية والفرعية وحصر مختلف البدائل المرتبطة بمشكلة ما، يمكن عندئذ تمثيلهم في شكل هرمي، والشكل رقم (19) يبين البنية العامة للهرمية.

الشكل رقم (19): الشكل الهرمي العام لأسلوب التحليل الهرمي



المصدر: Fatemeh Zahedi, the analytic hierarchy process : a survey of the method and its applications, **Interfaces**, 16 (1986), p. 97

### المطلب الثاني: تطوير مصفوفة المقارنات الزوجية

بعد تمثيل المشكلة المدروسة في شكل هرمي تأتي مرحلة تطوير مصفوفة المقارنات الزوجية. كما يتضح من شكل الهرمية العام، هناك عقد متصلة فيما بينها بواسطة أقواس، عند كل عقدة يمكن تطوير مصفوفة مقارنة زوجية ما عدا عقد البدائل التي تنتهي عندها عملية التطوير. و لكل مشكلة يمكن تطوير نوعين من المصفوفات، مصفوفات خاصة بالمعايير ومصفوفات خاصة بالبدائل. إن عدد المصفوفات التي يمكن تطويرها عند دراسة مشكلة قرار باستخدام عملية التحليل الهرمي هو بنفس عدد

<sup>1</sup> Thomas L. Saaty, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, **Interfaces**, 24 (1994), p. 22

العقد التي تظهر في مختلف مستويات الهرمية منقوص منها عدد عقد المستوى السفلي (مستوى البدائل).<sup>1</sup>

تعتبر المصفوفة الصيغة المفضلة للمقارنات الزوجية، والمصفوفة هي أداة بسيطة ومعروفة توفر إطاراً لاختبار الثبات. ولتطوير مصفوفة معينة يجب القيام بمقارنات ثنائية بين مجموعة من العناصر التي تنتمي إلى مستوى معين استناداً إلى صفة أو خاصية معينة (معياري). وتبدأ المقارنة الزوجية من أعلى الهرمية، أي مقارنة المعايير الأساسية في ضوء الهدف الكلي، ثم المعايير الفرعية في ضوء المعايير الأساسية، وهكذا عناصر مستوى معين في ضوء معايير المستوى الذي يعلوه مباشرة حتى الوصول إلى البدائل في ضوء المعايير الفرعية للمستوى ما قبل الأخير.

بما أن المقارنة تتم دائماً بين عنصرين في ضوء خاصية (معياري) معينة، فيطرح السؤال التالي: ما مقدار ما يملكه هذا العنصر (أو النشاط) أو يساهم - أو يغلب على، أو يؤثر أو يرضى أو يفيد - الخاصة أكثر من العنصر المقارن به؟ إن طريقة صياغة السؤال مهمة فيجب أن يعكس السؤال العلاقة الصحيحة بين العناصر في مستوى واحد مع الخاصية في المستوى الأعلى مباشرة، فإذا استخدم الوقت أو أي معيار احتمالي فالسؤال يكون: ما احتمال حدوث عنصر أكثر من الآخر؟ إذا كانت العناصر محكومة بالخاصية بدلاً من العكس يكون السؤال: ما مقدار القوة الإضافية التي يملكها العنصر أو يسيطر عليها، أو يؤثر عليها... إلخ على الخاصية؟ وفي حالة التنبؤ بنتيجة معينة يكون السؤال أي عنصر أكثر احتمالاً لأن يكون حاسماً أو أن يكون في النتيجة؟

لملاء مصفوفة المقارنات الزوجية تستخدم الأرقام لتمثل الأهمية النسبية لعنصر واحد بالنسبة للعنصر الآخر فيما يتعلق بالخاصية محل المقارنة، و يحتوي الجدول رقم (9) على المقياس الأساسي للمقارنة الثنائية لعملية التحليل الهرمي، و يحدد هذا المقياس القيم و يفسرها من (1 إلى 9) حسب الأحكام المعطاة في المقارنة الزوجية للعناصر المتماثلة في كل مستوى من الهرمية بالنسبة لصفة في المستوى الأعلى مباشرة. و لقد أكدت التجربة أن مقياساً يتكون من تسع نقاط يعتبر معقولاً و يعكس إلى أي درجة يمكن تمييز مدى العلاقة بين العناصر، و يستحسن عند استخدام هذا المقياس في مجال

<sup>1</sup> A. Hambali, S. M. Sapuan, N. Ismail, Y. Nukman, Material selection of polymeric composite automotive bumper beam using analytical hierarchy process, **Journal of Central South University of Technology**, 17(2010), p. 248

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

اجتماعي أو نفسي أو سياسي التعبير عن الأحكام بالألفاظ أولاً، ثم ترجمتها إلى قيم عددية، و الأحكام المترجمة عددياً هي تقريبية و يمكن تقييم مصداقيتها باختبار الثبات و كذلك بالتطبيقات الواقعية.<sup>1</sup>

### جدول رقم (9): المقياس الأساسي للمقارنات الزوجية

مدى الأهمية	التعريف	الشرح
1	متساويان في الأهمية	يساهم النشاطان بنفس المقدار للهدف (النشاطان متساويان من حيث الأهمية بالنسبة للهدف)
2	طفيف	
3	أهمية معتدلة	الخبرة و التقدير يفضلان نشاطا على الآخر بدرجة بسيطة
4	معتدل بزيادة	
5	أهمية كبيرة	الخبرة و التقدير يفضلان بقوة نشاطا على الآخر
6	أهمية كبيرة بزيادة	
7	أهمية كبيرة جدا	نشاط يفضل على الآخر بدرجة كبيرة جداً، أهميته توضحها الممارسة
8	أهمية كبيرة جداً	
9	أهمية قصوى	الدليل على تفضيل نشاط على آخر يمثل أعلى درجة ممكنة من التأكيد
1.9-1.1	عندما تكون الأنشطة شديدة التشابه يتم إضافة الأجزاء العشرية إلى الواحد من أجل إظهار الفارق بينهم	لمعرفة الفرق الطفيف الموجود بين نشاطين يستحسن مقارنتهما بنشاط ثالث يتجاوزهما أو يقل عنهما بأهمية كبيرة وهذا من أجل التعرف على الفرق بينهما
مقلوب القيم أعلاه	إذا كان النشاط $i$ له إحدى القيم الصحيحة أعلاه عندما قورن بالنشاط $j$ ، حينئذ يأخذ النشاط $j$ مقلوب تلك القيمة حينما يقارن بالنشاط $i$ .	افتراض منطقي
أعداد حقيقية تتخلل الأعداد الصحيحة أعلاه		عندما يكون الشخص القائم على عملية المقارنة على دراية عالية بالأنشطة، يمكن له استعمال أعداد حقيقية تتخلل الأعداد الصحيحة أعلاه

Source: Thomas L. Saaty, Analytic hierarchy process. In Saul Guss, Michael Fu, **Encyclopedia of operations research and management science**, 3 ed, Springer Science Business Media, New York, USA, 2013, p. 54

<sup>1</sup> توماس سعاتي، مرجع سابق، ص ص. 102-104

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

الشكل الذي تأخذه مصفوفة المقارنات الزوجية يكون دائماً مربع، فإذا كان عدد الأسطر هو  $n$  فإن عدد الأعمدة يكون هو الآخر  $n$ ، وقطر المصفوفة دائماً يكون عناصره الواحد الصحيح ويرجع هذا إلى أن العنصر المعني يقارن بنفسه والنتيجة هي التساوي في الأهمية.

لتطوير الشكل العام لمصفوفة المقارنات الزوجية، نستعمل الرموز التالية:

$w_i$ : الوزن المسند للخاصية  $i$ .

$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ : نتيجة مقارنة الخاصية  $i$  بالخاصية  $j$ . وهي تعكس الأهمية النسبية للخاصية  $i$  مقارنة بالخاصية  $j$ .

$A$ : هي مصفوفة المقارنة الزوجية.

ويمكن تمثيل مصفوفة المقارنة الزوجية على هذا النحو:

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

وبالاستفادة من مسلمات عملية التحليل الهرمي والتي تنص على أن:  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ، يمكن كتابة

المصفوفة السابقة على هذا النحو:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

تحتوي هذه المصفوفة على  $n^2$  من الخلايا يجب ملؤها، فإذا تم ملأ الخلايا على قطر المصفوفة بواحد وتأخذ الخلايا التي تقع أسفل القطر مقلوب الأحكام المعطاة في خلايا أعلى القطر، فإن عدد الخلايا التي تحتاج إلى أحكام يحدد بهذه العلاقة:  $N = \frac{n^2-n}{2}$ . حيث  $n^2$  تمثل مجمل الخلايا و  $n$  تمثل خلايا القطر.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Elizabeth D. Coulter, James Coakley, John Sessions, The Analytic Hierarchy Process: A Tutorial for Use in Prioritizing Forest Road Investments to Minimize Environmental Effects, **International journal of forest engineering** 17 (2006), pp. 54-55

المطلب الثالث: اشتقاق الأولويات

حساب الأولويات أو اشتقاقها، تعد من أهم خطوات عملية التحليل الهرمي، ومن خلالها يمكن استخراج الوزن أو الأهمية النسبية لكل عنصر تم إدراج له سابقا مصفوفة المقارنات الزوجية. فالأساس الذي يعتمد عليه لاشتقاق أي أولوية هو مصفوفة المقارنات الزوجية. ونظرا لأهمية هذه الخطوة، تم اقتراح وتطوير العديد من الطرق لحساب الأولوية، من بين هذه الطرق: طريقة متوسط القيم المطبوعة، طريقة القيمة الذاتية (EM)، طريقة المربعات الصغرى اللوغارتمية (LLSM)، طريقة برمجة الأهداف (GPM)، طريقة المربعات الصغرى الهندسية (GLSM)، نماذج البرمجة الخطية، نموذج تحليل مغلف البيانات، طريقة تجزئة القيمة المفردة (DVSM).<sup>1</sup>

1- طريقة متوسط القيم المطبوعة

وتعتبر من أسهل وأقدم طرق حساب الأولويات. وهي طريقة تقريبية لطريقة القيمة الذاتية. وتتمثل أساسا في ثلاث خطوات.<sup>2</sup>

1- جمع القيم الموجودة في كل عمود في مصفوفة المقارنة الثنائية.

$$\begin{aligned} a_{11} + a_{12} + \dots + a_{1n} &= \sum_{i=1}^n a_{1i} \\ a_{21} + a_{22} + \dots + a_{2n} &= \sum_{i=1}^n a_{2i} \\ \vdots & \\ a_{n1} + a_{n2} + \dots + a_{nn} &= \sum_{i=1}^n a_{ij} \end{aligned}$$

2- قسمة كل عنصر في مصفوفة المقارنة الثنائية على مجموع العمود الخاص بها، والمصفوفة الناتجة يشار إليها بمصفوفة المقارنة الثنائية المعدلة (المطبوعة).

$$\hat{a}_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

3- حساب متوسط العناصر في كل صف من مصفوفة المقارنة الثنائية المطبوعة وهذه المتوسطات تقدم تقديرات للأولويات النسبية للعناصر التي قارنا بها.

$$w_i = (1/n) \sum_{j=1}^n \hat{a}_{ij}, i = 1, 2, \dots, n$$

<sup>1</sup> Changsheng Lin, Gang Kou, Daji Ergu, A heuristic approach for deriving the priority vector in AHP, **Applied Mathematical Modelling**, 37 (2013), p. 5828

<sup>2</sup> Alessio Ishizaka, Markus Lusti, How to derive priorities in AHP: a comparative study, **Central European Journal of Operations Research**, 14 (2006), p. 389

## 2- طريقة القيمة الذاتية (EM)

وتعتبر الطريقة الأكثر استخداماً في اشتقاق شعاع الأولويات. كما أنها تعد الطريقة المعتمدة في برمجية اختيار الخبير Expert choice. ويعتبرها Thomas Saaty أفضل طريقة من بين مختلف طرق حساب الأولويات، وأورد من أجل ذلك عشرة أسباب يبرر فيها تفوقها على الطرق الأخرى، من بينها أن الحل الذي تعطيه دائماً يكون وحيداً، وأنها تعتمد على الهيمنة بدل تصغير الأخطاء، وأن هناك علاقة تحليلية مباشرة بين الحل وقياس التناسق (الثبات) وليس علاقة إحصائية مبنية على التوزيع الاحتمالي.<sup>1</sup>

لحساب الشعاع الذاتي لمصفوفة معينة، يجب أولاً حساب قيمها الذاتية. وتتمثل القيم الذاتية لمصفوفة معينة في مجموعة الحلول (الجزور) التي يحصل عليها من خلال حل كثير الحدود المميز لها. وبحسب Saaty فإن شعاع أولويات مصفوفة المقارنات الزوجية هو الشعاع الذاتي لها والموافق لأكبر قيمة ذاتية.

إذا كانت  $A$  مصفوفة المقارنات الزوجية، و  $I$  المصفوفة الأحادية بمعنى أن عناصر القطر كلها واحد وباقي العناصر هي أصفار، و  $\lambda$  القيم الذاتية لمصفوفة المقارنات الزوجية. لحساب القيم الذاتية  $\lambda$  للمصفوفة  $A$ ، يجب حل كثير الحدود المميز التالي:

$$|\lambda I - A| = 0$$

بمعنى أن محدد جداء القيم الذاتية بالمصفوفة الأحادية مطروح منه مصفوفة المقارنات الزوجية يساوي إلى الصفر.

$$\begin{vmatrix} \lambda & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} \lambda - 1 & -a_{12} & \dots & -a_{1n} \\ -1/a_{12} & \lambda - 1 & \dots & -a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -1/a_{1n} & -1/a_{2n} & \dots & \lambda - 1 \end{vmatrix} = 0$$

<sup>1</sup> Thomas L. Saaty, Eigenvector and logarithmic least squares, **European journal of operational research**, 48 (1990), p. 159

عند حساب المحدد يمكن أن ينتج أكثر من قيمة ذاتية واحدة، وكل قيمة ذاتية يترتب عنها شعاع ذاتي موافق لها، لهذا السبب اقترح Saaty الاعتماد على أعظم قيمة ذاتية ورمز لها بـ  $\lambda_{max}$ . ولتحديد شعاع الأولويات الموافقة لأعظم قيمة ذاتية، يجب حل نظام المعادلات الخطية التالي<sup>1</sup>:

$$\begin{cases} AW = \lambda_{max}W \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{cases}$$

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda_{max} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda_{max}W$$

بحل نظام المعادلات الخطية السابق، ينتج عنه شعاع الأولويات التالي:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^t$$

### 3- طريقة المتوسط الهندسي

تم اقتراح هذه الطريقة من قبل Crawford و Williams عام 1985، وفقا لهذه الطريقة، يمكن حساب أولوية بديل أو معيار معين بحساب المتوسط الهندسي لصفه مقسوما على مجموع المتوسطات الهندسية لكل الصفوف<sup>2</sup>. ويعبر عن ذلك بالعلاقة التالية:

$$w_i = (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n} / \sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n}$$

لتكن مصفوفة المقارنات الزوجية التالية:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 6 \\ \frac{1}{2} & 1 & 3 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

بتطبيق طريقة الوسط الهندسي، يمكن حساب شعاع أولويات البدائل على هذا النحو:

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt[3]{1 \times 2 \times 6} / (\sqrt[3]{1 \times 2 \times 6} + \sqrt[3]{1/2 \times 1 \times 3} + \sqrt[3]{1/6 \times 1/3 \times 1}) \\ \sqrt[3]{1/2 \times 1 \times 3} / (\sqrt[3]{1 \times 2 \times 6} + \sqrt[3]{1/2 \times 1 \times 3} + \sqrt[3]{1/6 \times 1/3 \times 1}) \\ \sqrt[3]{1/6 \times 1/3 \times 1} / (\sqrt[3]{1 \times 2 \times 6} + \sqrt[3]{1/2 \times 1 \times 3} + \sqrt[3]{1/6 \times 1/3 \times 1}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,6 \\ 0,3 \\ 0,1 \end{bmatrix}$$

<sup>1</sup> Bojan Srdjevic, Combining deferent prioritization methods in the analytic hierarchy process synthesis, **Computers and Operations Research**, 32 (2005), p. 1902

<sup>2</sup> Matteo Brunelli, **Introduction to the Analytic Hierarchy Process**, springer, USA, 2015, p. 19

المطلب الرابع: اختبار التناسق

قد يكون من المهم في مشكلات اتخاذ القرار متعدد المعايير معرفة مقدار الثبات، لأن متخذ القرار لا يرغب أن يبني قراراً ضعيفاً على أحكام الثبات و الذي يجعلها تظهر و كأنها عشوائية. و من ناحية أخرى فإنه من الصعوبة بمكان الوصول إلى درجة الثبات التام، فالأحكام عن مجموعة من العناصر في ضوء معيار معين قد تكون غير ثابتة وبالخصوص إذا كانت غير ملموسة. فضلاً عن ذلك، في الحياة الحقيقية كثيراً ما تؤثر أحداث معينة على الأولويات و هذه الأحداث تتغير و ليست ثابتة. فيعد اختبار التناسق أو قياس الثبات خطوة مهمة تطبق على جميع مصفوفات المقارنات الزوجية من أجل اختبار ثباتها أو تناسقها.<sup>1</sup>

ويقصد بثبات أحكام مصفوفة المقارنات الزوجية التناسق في أحكام المصفوفة وعدم تعارضها. ويعد تحقيق الثبات التام أمراً صعباً وبالخصوص إذا كانت المقارنة بين عناصر غير ملموسة، ولكن بصفة عامة يشترط الخبراء حداً معيناً من التناسق يجب احترامه، ويتجاوز هذا الحد يتضح عدم التناسق بين أحكام المصفوفة وبالتالي يجب مراجعة هذه الأحكام وتعديلها من أجل الحصول مرة أخرى على مصفوفة ثابتة. ولاختبار الثبات هناك مجموعة من الطرق الممكن استخدامها، واختيار الطريقة المستعملة يعتمد بصفة عامة على الطريقة المستخدمة في عملية اشتقاق الأولويات. ومن بين أهم هذه الطرق وأكثرها انتشاراً الطريقة التي استخدمها مؤسس عملية التحليل الهرمي Thomas L. Saaty و الطريقة التقريبية. ويقال عن مصفوفة المقارنات الزوجية  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ ، والمتميزة بـ  $a_{ij} > 0$ ،  $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ ،  $a_{ii} = 1$ ، أنها متناسقة تماماً إذا تحقق شرط التعدي الموالي:  $a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj}$ ، for all  $i, j, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ .<sup>2</sup>

لاختبار التناسق اقترح Saaty حساب مؤشر يسمى بنسبة التناسق ويتمشى مع طريقة القيم الذاتية لاشتقاق الأولويات. ويسمح هذا المؤشر بمعرفة تناسق المصفوفة منه من عدمه. ولحساب التناسق هناك مجموعة من الخطوات يجب القيام بها. تتمثل هذه الخطوات في:

- 1- حساب القيمة الذاتية العظمى  $\lambda_{max}$  لمصفوفة المقارنات الزوجية.
- 2- حساب دليل الثبات (CI).
- 3- حساب نسبة الثبات.
- 4- مقارنة نسبة الثبات المحسوبة بالنسبة المسموح بها.

<sup>1</sup> توماس ساعاتي، مرجع سابق، ص. 114

<sup>2</sup> Changsheng Lin, Gang Kou, Daji Ergu, An improved statistical approach for consistency test in AHP, *Annals of Operations Research*, 211 (2013), p. 291

### 1- حساب القيمة الذاتية العظمى $\lambda_{max}$

إذا تم الاعتماد على طريقة القيمة الذاتية لحساب الأولويات فإن القيمة الذاتية تكون متوفرة وبالتالي العبور مباشرة إلى الخطوة الموالية، أما في حالة اعتماد طريقة متوسط القيم المطبوعة، فيجب حسابها بطريقة تقريبية بإتباع الخطوات التالية<sup>1</sup>:

1- ضرب كل قيمة من قيم عمود الأول لمصفوفة المقارنات الزوجية في الأولوية النسبية الأولى، ثم قيم العمود الثاني في الأولوية الثانية، وهكذا بالنسبة لجميع الأعمدة والأولويات. ثم جمع القيم المحصل عليها عبر الصفوف للحصول على عامل القيم المسمى بالمجموع المرجح.

$$w_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 1/a_{12} \\ \vdots \\ 1/a_{1n} \end{bmatrix} + w_2 \begin{bmatrix} a_{12} \\ 1 \\ \vdots \\ 1/a_{2n} \end{bmatrix} + \dots + w_n \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{w}_1 \\ \hat{w}_2 \\ \vdots \\ \hat{w}_n \end{bmatrix}$$

2- قسمة عناصر المجموع المرجح الناتجة عن الخطوة السابقة على قيمة الأولوية المقابلة.

$$\frac{\hat{w}_1}{w_1}, \frac{\hat{w}_2}{w_2}, \dots, \frac{\hat{w}_n}{w_n}$$

3- حساب متوسط القيم المحصل عليها في الخطوة الثانية، لتكون هي القيمة الذاتية العظمى بطريقة تقريبية.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{w}_i / w_i}{n}$$

### 2- حساب دليل الثبات (CI)

يحسب دليل الثبات أو التناسق بالصيغة التالية:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$\lambda_{max}$ : هي أعظم قيمة ذاتية لمصفوفة المقارنات الثنائية، و  $n$  هي عدد العناصر التي يتم المقارنة بها أو بعد المصفوفة. إذا كانت مصفوفة المقارنات الزوجية متنسقة تماماً فإن  $\lambda$  تأخذ أدنى قيمة لها والتي

<sup>1</sup> دفيد أندرسون، دينس سويني، توماس وليامز، الأساليب الكمية في الإدارة، تعريب مجد توفيق البلقيني و مرفت طلعت المحلاوي، دار المريخ، المملكة العربية السعودية، 2006، ص. 926

تساوي إلى  $n$  وهذا يؤدي إلى انعدام دليل التناسق  $CI$ . وكلما زاد عدم التناسق أدى ذلك إلى كبر في قيمة  $\lambda_{max}$ ، وهذا بدوره ينتج عنه قيم كبيرة لدليل الاتساق  $CI$ .<sup>1</sup>

### 3- حساب نسبة الثبات (معدل التناسق) $CR$

يحسب معدل التناسق الكلي للأحكام وفقاً للصيغة التالية:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

حيث  $RI$  مؤشر عشوائي، وهو مؤشر التناسق لمصفوفة المقارنات الثنائية العشوائية. وتختلف قيمته باختلاف عدد عناصر المقارنة (بعد المصفوفة)، والجدول رقم (10) يوضح ذلك.

#### جدول رقم (10): قيم مؤشر الثبات العشوائي

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$RI$	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

Source: Z. Xu, On consistency of the weighted geometric mean complex judgement matrix in AHP, *European Journal of Operational Research*, 126 (2000), p. 685

### 4- مقارنة نسبة الثبات المحسوبة بالنسبة المسموح بها

من الطبيعي أن هناك ضرورة لدرجة معينة من الثبات في حساب الأولويات للعناصر أو الأنشطة بناء على معيار معين من أجل الحصول على نتائج مقبولة في الواقع. ولكي تكون أحكام المصفوفة مقبولة يجب أن تكون نسبة الثبات  $CR$  بصفة أقل أو تساوي 10%. ولأكثر دقة اقترح Saaty نسبة 5% لمصفوفة مقارنات ذات ثلاث عناصر، و 9% لمصفوفة مقارنات ذات أربعة عناصر، و 10% للمصفوفات ذات خمس عناصر فأكثر.<sup>2</sup>

إذا كانت نسبة الثبات أو التناسق تتعدى 10% فإن أحكام مصفوفة المقارنات الزوجية تتصف بعدم التناسق، أي أن هناك أحكام غير منطقية أو متعارضة يجب مراجعتها وتعديلها من أجل أن تصبح متناسقة.

### المطلب الخامس: دمج الأولويات

بعد التأكد من أن أحكام كل المصفوفات متناسقة يمكن استعمال مختلف الأولويات الأولية المحسوبة

<sup>1</sup> Elizabeth D. Coulter, James Coakley, John Sessions, The Analytic Hierarchy Process: A Tutorial for Use in Prioritizing Forest Road Investments to Minimize Environmental Effects, *International journal of forest engineering*, 17 (2006), p.56

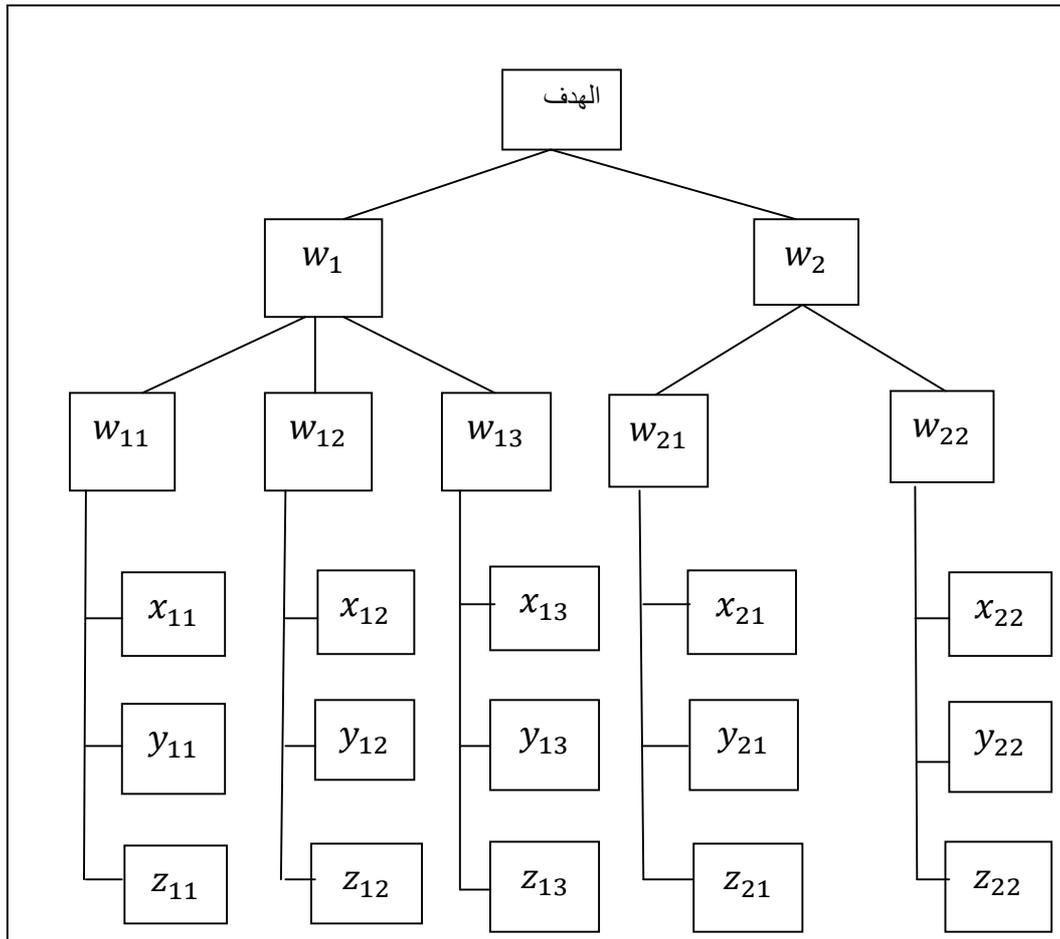
<sup>2</sup> توماس ساعاتي، مرجع سابق، ص. 115

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

عند كل مستوى من مستويات الهرمية من أجل حساب الأولويات الكلية. وللحصول على الأولويات الكلية أو تطوير الترتيب الشامل نقوم بعملية الترجيح والجمع من أعلا الهرم إلى الأسفل.<sup>1</sup> عندما يتعلق الأمر بالمعايير فيما بينها يتم ترجيح أي مستوى أدنى بأوزان المستوى الذي يعلوه، وهكذا يتم التحرك نحو الأسفل حتى الوصول إلى آخر مستوى من المعايير، ثم تدمج الأوزان المرجحة لهذه الأخيرة مع أوزان البدائل من خلال الترجيح والجمع.

لتوضيح فكرة حساب الأولويات الكلية، يفترض هرمية بها أربع مستويات، يمثل المستوى الأول الهدف، والثاني معيارين أساسيين، والثالث خمس معايير فرعية، والرابع ثلاث بدائل للتقييم. الأولويات المستخلصة من مصفوفات المقارنة الزوجية والمرافقة لكل واحد منهم مبينة داخل عقد الشكل رقم (20).

الشكل رقم (20): هرمية بأربع مستويات



المصدر: من إعداد الباحث

<sup>1</sup> توماس ساعاتي، مرجع سابق، ص. 127

كخطوة أولى ترجح الأوزان من الأعلى إلى الأسفل، فتستعمل أوزان المستوى الثاني (المعايير الرئيسية) لترجيح أوزان المستوى الثالث (المعايير الفرعية).

$$w_1 \begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{12} \\ w_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{w}_{11} \\ \dot{w}_{12} \\ \dot{w}_{13} \end{bmatrix}, \quad w_2 \begin{bmatrix} w_{21} \\ w_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{w}_{21} \\ \dot{w}_{22} \end{bmatrix}$$

بهذه الكيفية تم الحصول على الأوزان المرجحة للمعايير الفرعية. وبما أنها هي أدنى مستوى للمعايير، تتوقف عملية ترجيح المعايير وتأتي الخطوة الموالية والمتمثلة في وضع مختلف أوزان البدائل في مصفوفة وتضرب في مصفوفة الأوزان المرجحة لآخر مستوى من مستويات المعايير.

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{21} & x_{22} \\ y_{11} & y_{12} & y_{13} & y_{21} & y_{22} \\ z_{11} & z_{12} & z_{13} & z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \dot{w}_{11} \\ \dot{w}_{12} \\ \dot{w}_{13} \\ \dot{w}_{21} \\ \dot{w}_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix}$$

#### المبحث الثالث: استخدامات عملية التحليل الهرمي

تعتبر هذه الطريقة من بين أكثر الطرق استخداما في اتخاذ القرار المتعدد المعايير نظرا لطبيعتها العملية، واستعمالها لا يقتصر فقط على اتخاذ قرارات صائبة (اختيار أفضل بديل)، بل يتعداه إلى استخدامات أخرى جد مفيدة سواء على المستوى الجزئي أو المستوى الكلي. سيتم توضيح استخداماتها بذكر الاستخدام ومجموعة من الدراسات التي تناولته.

#### المطلب الأول: الاختيار (الاصطفاء)

يعني هذا الاستخدام انتقاء أو اصطفاء أفضل بديل كي يكون حلا للمشكلة المدروسة. وهناك العديد من الحالات التي استخدمت فيها عملية التحليل الهرمي كأسلوب للاختيار، من بينها دراسة Lai وزميليه (2001) لدراسة مشكلة اختيار أفضل نظام من الأنظمة متعددة الوسائط الستة المتاحة، ولدراسة المشكلة تم اللجوء إلى القرار الجماعي بإشراك مجموعة من المهندسين، وتم الاعتماد كذلك على أسلوب المقابلة لجمع البيانات التي تحتاجها عملية التحليل الهرمي، كما استعمل الوسط الهندسي لحساب متوسط التفضيلات. هيكلت المشكلة في شكل هرمي من أربع مستويات هي الهدف (أفضل تكنولوجيا) والمعايير (الاعتبارات التقنية، الاعتبارات الإدارية) و المعايير الفرعية والبدائل الستة الممكنة. وفي الأخير استعملت برمجية خيار الخبير Expert choice لتحديد أفضل اختيار.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vincent Lai, Bo Wong, Waiman Cheung, Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in the software selection, **European Journal of Operational Research**, 137 (2002), p. 137-138

في الممارسات العملية، يعد قرار اختيار الصيانة المناسبة قرارا صعبا، ولانتقاء الصيانة المناسبة وفقا لمجموعة من المعايير استعملوا Basten و Goossens (2015) نموذج التحليل الهرمي. وقد هيكلت مشكلة اختيار الصيانة المناسبة في شكل هرمي من خمس مستويات، وهذا يسمح بظهور ثلاث مستويات للمعايير. وخلصت الدراسة إلى أن نموذج عملية التحليل الهرمي مناسب جدا لتحديد أفضل سياسية صيانة يمكن إتباعها من طرف السفن البحرية، واقترحت تطبيقها على مختلف السفن بما فيها الحربية.<sup>1</sup>

استعمل الباحث كمال الحربي (2001) أسلوب عملية التحليل الهرمي في مجال إدارة المشاريع وبالضبط لتحديد أفضل مقال يمكن أن ينجز مشروع معين، مستعينا في ذلك بمثال عن تأهل خمسة مقاولين كبداية، و ستة معايير تتمثل في الخبرة، والاستقلال المالي، وجودة الأداء، وقوة اليد العاملة، والتجهيزات و المعدات، وعدد المشاريع المنجزة وقيد الانجاز، والهدف هو اصطفاء انسب مقال لانجاز المشروع.<sup>2</sup>

### المطلب الثاني: التقييم

في بعض الحالات بدل الاهتمام باختيار أفضل بديل يكون الهدف هو تقييم عناصر ظاهرة ما لأجل معرفة مساهمة العنصر في الظاهرة أو أهميته بالنسبة لها. ويعد استخدام التقييم مجالاً خصباً لتطبيق عملية التحليل الهرمي. ومن تطبيقات استخدام التقييم دراسة Wang Jun و زميليه (2011) التي اهتمت بتقييم جودة الطباعة، وتم هيكلت المشكلة في ثلاث مستويات هي الهدف وتمثل في جودة الطباعة، والمعايير التي جسدت في جودة طباعة أربعة ألوان، والبداية هي أربع خيارات متاحة على الآلة لمعالجة الألوان. وبتطبيق الطريقة تم تحديد مساهمة كل خيار في جودة الطباعة.<sup>3</sup>

يعتبر التعليم النشاط الأساسي الذي تمارسه الجامعة وجودة التعليم تعكس سمعتها. ويعد تقييم جودة التدريس في الجامعة بمثابة إضافة في قوة وطاقة التدريس. وقام Guan (2011) باستخدام عملية التحليل الهرمي في تقييم جودة التعليم الجامعي، وهيكل الشكل الهرمي في ثلاث مستويات متمثلة في الهدف (جودة التعليم)، والمعايير الأربعة المحددة له والمتمثلة في محتويات التدريس و طرق التدريس و اتجاهات التدريس و آثار التدريس، والمعايير الجزئية المتكونة من 12 معيارا. كما قام بمقارنة نتائج

<sup>1</sup> Adriaan Goossens, Rob Basten, Exploring maintenance policy selection using the Analytic Hierarchy Process; An application for naval ships, **Reliability Engineering & System Safety**, 142 (2015), p. 37

<sup>2</sup> Kamal M. Al-Subhi Al-Harbi, Application of the AHP in project management, **International Journal of Project Management**, 19 (2001), p. 23

<sup>3</sup> Wang Jun, Zhang Tiefeng, Guan Xiangyi, Study on Fuzzy Comprehensive Evaluation Model of Printing Quality Based on AHP Method, **Advanced Materials Research**, 174 (2011), pp. 223-224

هذه الطريقة بنتائج طريقة أخرى ، وتوصل إلى أن النتائج التي أعطتها عملية التحلل الهرمي هي نتائج مبهرة وممتازة.<sup>1</sup>

طبق Do و زميليه (2013) نموذج عملية التحليل الهرمي لتحديد عدد مرات سحب عينة المياه من النهر من اجل رصد ومتابعة جودة مياهه. وتم تقسيم المنطقة التي يمر بها النهر إلى 12 منطقة، كل واحدة منها بها مركز واحد، ولتحديد عدد مرات السحب السنوية لكل محطة تم حساب الأهمية النسبية لكل محطة ثم بضرب كل نسبة متحصل عليها بالنموذج المطبق في عدد مرات السحب الإجمالية السنوية والمقدرة بـ 144 عملية سحب.<sup>2</sup>

### المطلب الثالث: تحليل التكلفة و العائد

أصل المصطلح بالانجليزية هو Benefit-Cost Analysis، وعرب بعدة مصطلحات، أكثرها تداولاً هي تحليل التكلفة والعائد، وتحليل التكلفة والمنفعة، وتحليل التكلفة والفائدة. وتعود الجذور الأولى لفكرة التكلفة والعائد إلى المهندس و الاقتصادي الفرنسي Jules Dupuits سنة 1840 حيث طرح إشكالية تقييم واختيار المشاريع العمومية كالجسور والطرق التي يصعب معها تقييم العوائد والمنافع في صورة نقدية. وعلى أساس هذا الإشكال أسس ما يسمى اليوم في الأدبيات الاقتصادية بفائض المستهلك.<sup>3</sup>

وتعرف تقنية تحليل التكلفة والعائد على أنها أسلوب يقوم على القياس النقدي للتكاليف الكلية والعائدات لمشروع معين، مع الاهتمام الخاص بالتكاليف والمنافع الاجتماعية للمشروع التي لا تعالجها طرق حساب التكلفة التقليدية.<sup>4</sup>

إن تطبيق عملية التحليل الهرمي في تحليل العائد على التكلفة يعد تحسيناً لهذا الأسلوب التقليدي من أساليب اتخاذ القرار. من خلال عملية التحليل الهرمي يمكن تحويل العوامل غير الملموسة إلى عملة مشتركة تسمح بإجراء المقارنات والتقييم. زيادة عن ذلك، تستطيع أن تحل المشاكل المعقدة الخاصة بقرارات التكلفة والعائد. ومن اجل تطبيق عملية التحليل الهرمي مع أسلوب تحليل العائد على التكلفة،

<sup>1</sup> Yu Mei Guan, Applied AHP Technology and Information Technology in Evaluation for Teaching Quality of University, **Advanced Materials Research** , 1022 (2014), p. 229

<sup>2</sup> Huu Tuan Do, Shang-Lien Lo, Lan Anh Phan Thi, Calculating of river water quality sampling frequency by the analytic hierarchy process (AHP), **Environment Monitoring Assessment**, 185 (2013), p. 909

<sup>3</sup> Roy Brouwer, David Pearce, **Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management**, Edward Elgar, UK, 2005, p.1

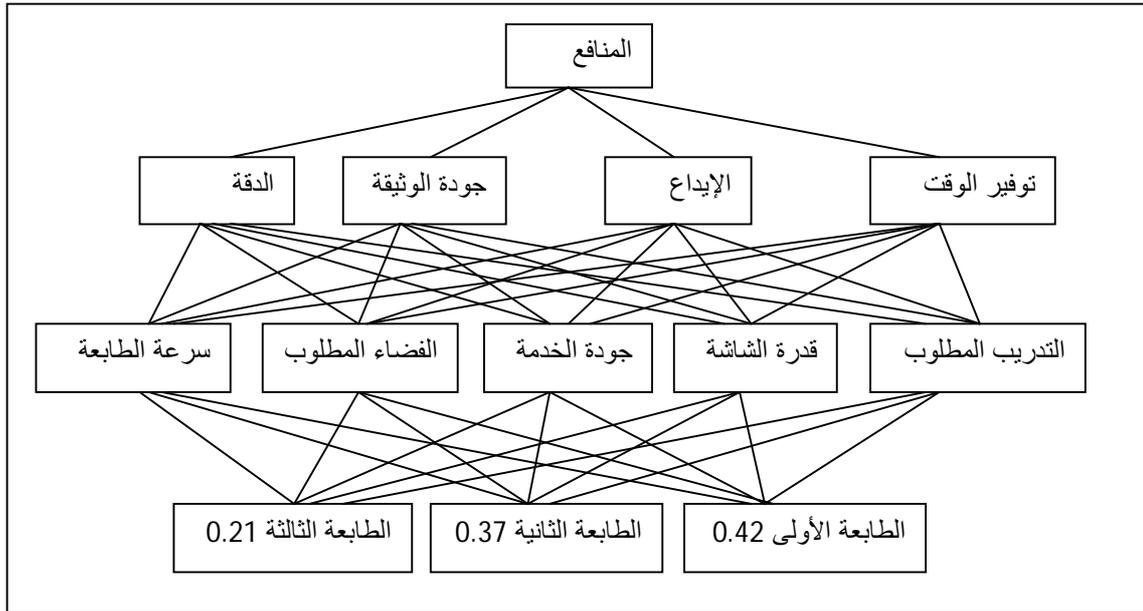
<sup>4</sup> Michael Armstrong, **A handbook of management techniques: a comprehensive guide to achieving managerial excellence and improved decision making**, 3rd ed, Kogan Page, UK, 2006, p. 445

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

يستحسن إنشاء هرمين لهذا الغرض، يتناول أحدهما المعايير الخاصة بتقييم العوائد الناتجة عن البدائل المختلفة، والآخر يتناول المعايير الخاصة بالتكاليف.<sup>1</sup>

من بين الدراسات التي تناولت أسلوب العائد والتكلفة باستخدام عملية التحليل الهرمي، يذكر دراسة Saaty (1994) حيث أوضح كيفية اختيار أفضل طابعة من خلال إدراج هرمية للمنافع وهرمية للتكاليف ثم حساب نسبة العائد إلى التكلفة لكل بديل.

الشكل رقم (21): هرمية العوائد (المنافع)

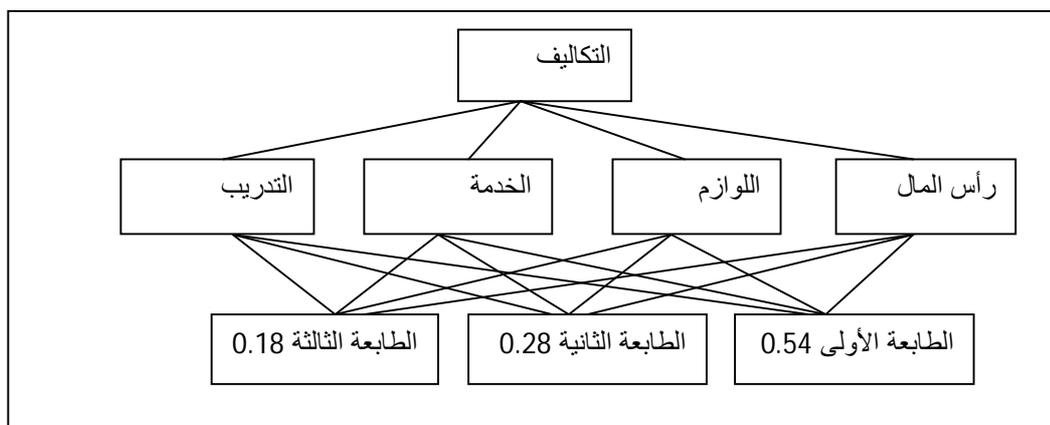


**Source:** William C. Wedley, Eng Ung Choo, Bertram Schoner, Magnitude adjustment for AHP benefit/cost ratios, *European journal of operational research*, 133(2001), p. 345

توفر هرمية العائد معلومات عن أولوية العائد لكل طابعة، وإذا تم الاعتماد على العائد فقط لتحديد أفضل بديل سيكون الطابعة الأولى بأولوية تقدر بـ 0.54. وإذا تم الاعتماد على هرمية التكاليف فقط، فستكون الطابعة الثالثة كأفضل بديل بأولوية تقدر بـ 0.18. أما إذا تم الاعتماد على العائد والتكلفة معا في تحديد أفضل بديل، فيمكن حساب نسبة العائد إلى التكلفة لكل بديل. والجدول رقم (11) يوضح نسبة كل بديل حيث يحل أولا الطابعة الثانية بنسبة 1.32، وفي المرتبة الثانية الطابعة الثالثة بنسبة 1.17، وفي المرتبة الثالثة الطابعة الأولى بنسبة 0.78.

<sup>1</sup> توماس ساعاتي، مرجع سابق، ص. 297

الشكل رقم (22): هرمية التكاليف



Source: William C. Wedley, Eng Ung Choo, Bertram Schoner, Magnitude adjustment for AHP benefit/cost ratios, *European journal of operational research*, 133(2001), p. 345

الجدول رقم(11): نسب العائد إلى التكلفة

نسبة العائد إلى التكلفة	أولوية التكلفة	أولوية العائد	
$0.78=0.52/0.42$	0.54	0.42	الطابعة الأولى
$1.32=0.28/0.37$	0.28	0.37	الطابعة الثانية
$1.17=0.18/0.21$	0.18	0.21	الطابعة الثالثة

Source: William C. Wedley, Eng Ung Choo, Bertram Schoner, Magnitude adjustment for AHP benefit/cost ratios, *European journal of operational research*, 133(2001), p. 344

في دراسة أخرى لـ Saaty و Cho (2001)، حاولا تحديد أفضل سياسة ستتتبعها الولايات المتحدة الأمريكية في علاقاتها التجارية مع الصين. حيث واجهت الولايات المتحدة ثلاث سياسات مختلفة. ولتحديد أفضل سياسة قاما الباحثان بتطبيق أسلوب التحليل الهرمي من خلال بناء أربع هرميات مستقلة. تمثلت هذه الهرميات في هرمية للمنافع وهرمية للتكاليف وهرمية للفرص وهرمية للمخاطر.

لم يعتمد في هذه الدراسة على حساب نسبة العائد إلى التكلفة في تحديد أولوية أفضل سياسة، ولكن تم الاعتماد على مجموع أولوية كل هرمية وترجيحها بالأهمية الممنوحة لكل هرمية. فقط يذكر أن نتائج هرميتي التكاليف والمخاطر تم تعديلها من خلال حساب مقلوب الأولويات المطبوعة وهذا من أجل أن تصبح قابلة للجمع مع أولويات هرميتي المنافع و الفرص.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Thomas L. Saaty, Yeonmin Cho, The decision by the US congress on China's trade status: a multicriteria analysis, *Socio-Economic Planning Sciences*, 35 (2001), pp. 247-249

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

الجدول رقم (12) يلخص أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة. و يتضح من الجدول أن السياسة الأولى هي المنصوح بها بأولوية 0.52، وتأتي السياسة الثانية بأولوية 0.3، والسياسة الثالثة في الأخير بأولوية 0.18.

### الجدول رقم (12): النتائج النهائية للتحليل

السياسة الثالثة	السياسة الثانية	السياسة الأولى	الأهمية النسبية	
0.12	0.28	0.60	0.25	المنافع
0.18	0.31	0.51	0.31	التكاليف
0.12	0.27	0.61	0.20	الفرص
0.28	0.36	0.36	0.24	المخاطر
<b>0.18</b>	<b>0.3</b>	<b>0.52</b>		التحليل النهائي

**Source :** Thomas L. Saaty, Yeonmin Cho, The decision by the US congress on China's trade status: a multicriteria analysis, **Socio-Economic Planning Sciences**, 35 (2001), p. 250

### المطلب الرابع: تخصيص الموارد

يعتبر موضوع تخصيص الموارد من المواضيع التي يهتم بها اقتصاد أي دولة، فالتخصيص الجيد للموارد يسمح بتوزيعها على نحو جيد على مختلف الأغراض والاحتياجات بهدف تحقيق أقصى المنافع والعوائد من استخدامها. و تتلخص مشكلة تخصيص الموارد في الاختيار بين العديد من أوجه التفضيل.

وتعتبر عملية التحليل الهرمي من أساليب اتخاذ القرار التي يمكن الاستفادة منها من اجل تخصيص جيد للموارد. وهناك الكثير من محاولات المطبقين والاكاديميين في استخدامها كأداة مساعدة لتخصيص الموارد.

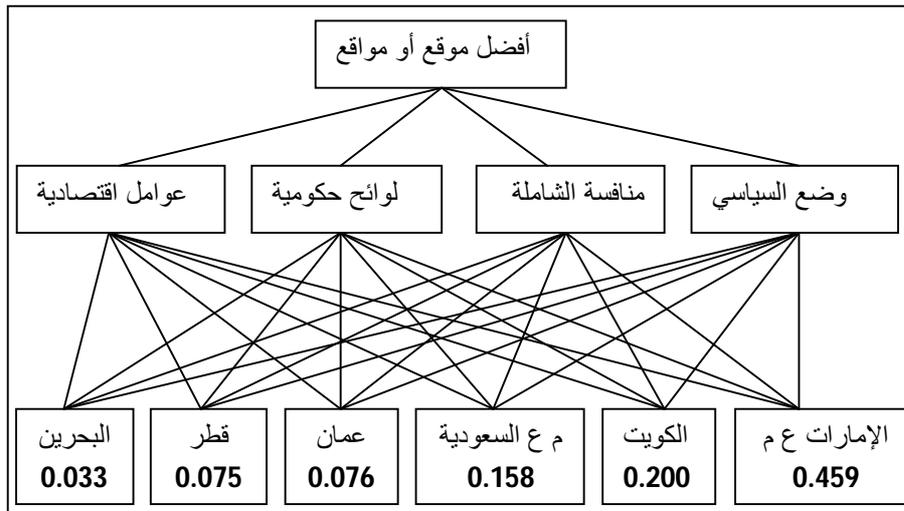
استعمل Badri O. (1999) عملية التحليل الهرمي كأداة مساعدة لاتخاذ قرار تخصيص الموقع. في المقام الأول استعمل أسلوب التحليل الهرمي لوحده وحدد أولويات المواقع، وفي المقام الثاني حاول دمج أسلوب التحليل الهرمي مع برمجة الهدف ليكونا منهجية قائمة بذاتها ثم مقارنة نتائج المنهجيتين. وتمثلت المشكلة في تحديد أفضل موقع من بين ستة مواقع تتواجد في ست دول من الشرق الأوسط من اجل تحديد مكان إقامة شركة بتروكمياوية. تجسدت هرمية المشكلة في ثلاث مستويات، المستوى الأول الهدف ويعكس أفضل موقع لإقامة الشركة، والمستوى الثاني المعايير وتمثلت في الوضع السياسي

## الفصل الرابع: أسلوب عملية التحليل الهرمي

والمنافسة واللوائح والقوانين الحكومية و العوامل الاقتصادية، وتمثل المستوى الثالث في البلدان الستة، وهي الإمارات العربية المتحدة والكويت و المملكة العربية السعودية و عمان وقطر والبحرين. الشكل رقم (23) يوضح أولويات المواقع باستخدام أسلوب التحليل الهرمي.

بالاستناد إلى عملية التحليل الهرمي كمنهجية قائمة بذاتها، يمكن الحصول على ترتيب للمواقع ثم اختيار أفضل موقع. ولكن المشكل يكمن في عدد المواقع التي يمكن اختيارها وهل الموارد المتاحة كافية أم لا. إذا توصل الباحث Badri إلى أن استخدام الطريقة لوحدها غير كاف بل يجب إشراك معها طريقة أخرى واقترح دمجها مع تقنية برمجة الهدف مستعملا أولويات المواقع بطريقة التحليل الهرمي في ترتيب أهداف برمجة الهدف. بدمج الطريقتين توصل الباحث إلى نتائج أكثر دقة، حيث مكنته المنهجية الثانية من التعرف على المواقع التي يمكن الاستثمار فيها وهي أربع مواقع تتمثل في الإمارات العربية المتحدة و المملكة العربية السعودية وقطر و عمان.<sup>1</sup>

الشكل رقم (23): هرمية لترتيب المواقع



**Source :** Masood A. Badri, combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, **international journal of production economics**, 62 (1999), p. 240

من بين الدراسات المهمة المتعلقة بتخصيص الموارد، دراسة Saaty وزميليه (2007). بينت الدراسة أهمية دمج أسلوب عملية التحليل الهرمي و البرمجة الخطية في تخصيص الموارد. تعد البرمجة الخطية أساسا من أساليب تخصيص الموارد بين مختلف الأنشطة المتنافسة عليها بالكيفية المثلى. المشكل الذي يواجهه متخذ القرار في بعض الحالات هو ظهور بعض العوامل المهمة في

<sup>1</sup> Masood A. Badri, combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, **international journal of production economics**, 62 (1999), pp. 240-245

المشكلة ولكن لا يمكن نمذجتها باعتبارها عناصر غير قابلة للقياس. ولتجاوز هذه العقبة تم اقتراح استعمال عملية التحليل الهرمي بجانب البرمجة الخطية كأداة تسمح بقياس العناصر غير الملموسة وإدراجها في نموذج البرمجة الخطية.

في دراستهم تم استخدام عملية التحليل الهرمي لحل إشكال تخصيص الموارد البشرية، حيث تواجه إحدى المؤسسات المتوسعة في نشاطها إشكال انتقاء أفضل المتقدمين إلى مجموعة من المناصب. وباستعمال عملية التحليل الهرمي كأداة لقياس كفاءة المتقدمين واستخدامها كمعاملات لدالة الهدف بالإضافة إلى معلومات تخص المؤسسة لبناء قيود المسألة تم التوصل في النهاية إلى نموذج جيد يسمح بتحديد أفضل العناصر الواجب توظيفها.<sup>1</sup>

### المطلب الخامس: التوقع

من بين الاستخدامات الممكنة لعملية التحليل الهرمي أيضا هو التوقع بوقوع حدث معين في المستقبل أو التوقع بقيمة متغير معين. وقد استعملت لهذا الغرض في مجموعة من الدراسات. وهناك العديد من الدراسات التي تناولت عملية التحليل الهرمي كأداة للتوقع، سواء استعملت لوحدها أو بدمجها مع طرق أخرى.

تدور الدراسة التي قام بها Ulengin F. و Ulengin B. عام 1994، حول التوقع بأسعار صرف العملات الأجنبية وسعت إلى مقارنة تقييمية بين النتائج التي تحققت عملية التحليل الهرمي و نتائج مجموعة من الأساليب الإحصائية المستعملة في التوقع والمتمثلة في الانحدار الخطي والمتوسط المتحرك للانحدار المتكامل (ARIMA) والتباين و تباين بايز والتباين المقيد. ومن أجل أن تكون النتائج دقيقة تم التوقع بالمتوسط الشهري لشهر أبريل 1993 لسعر الدولار في شهر جانفي 1993، ونفس العمل كان مع شهر ديسمبر حيث تم التوقع له في شهر سبتمبر.

كمرحلة أولى في الدراسة، تم هيكلة مشكلة التوقع في هرمية من خمس مستويات ثم الاستعانة بآراء الخبراء لتطوير مصفوفات المقارنات الزوجية ثم حساب الأولويات التي تعكس احتمالات التوقع. وفي المرحلة الثانية تم حساب القيم التوقعية باستخدام الطرق الإحصائية الخمس، ثم مقارنتها بالنتائج التي توصلت إليها عملية التحليل الهرمي. كنتيجة توصل إليها الباحثان، أن عملية التحليل الهرمي أداة جيدة للتوقع لأنها أعطت نتائج قريبة من الدقة وأفضل من ثلاث من الطرق المستخدمة في الدراسة.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Thomas L. Saaty, Kirti Peniwati, Jen S. Shang, The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story, **Mathematical and Computer Modelling**, 46 (2007), pp. 1042-1045

<sup>2</sup> Ulengin F., Ulengin B., Forecasting Foreign Exchange Rates: A Comparative Evaluation of AHP, **Omega**, 22 (1994), pp. 5017-5018

دراسة أخرى من قبل الباحثين Korpela و Tuominen (1996) تم فيها استعمال عملية التحليل الهرمي للتوقع بالطلب على مخزون معين. سمحت لهم عملية التحليل الهرمي بإدراج العوامل الملموسة وغير الملموسة عند التوقع بالطلب. عملية التوقع باستخدام هذه الأداة كانت في ثلاث مراحل: أولاً تحديد العوامل التي تؤثر في مستوى الطلب، ثانياً تعيين الأولويات، وأخيراً دمج أولويات الخطوة السابقة من أجل تطوير الأولويات الكلية. تكونت هرمية الدراسة من خمس مستويات. الهدف في المستوى الأول، الجهات الفاعلة والعوامل البيئية في المستوى الثاني، المكونات الفرعية للعوامل السابقة في المستوى الثالث، والسيناريوهات الممكنة لعناصر المستوى السابق في المستوى الرابع، والبدائل تأتي في المستوى الخامس والأخير. توصل الباحثين إلى أن الطريقة جيدة للتوقع بالطلب، ولا تترك متخذ القرار يرتبط كثيراً بالبيانات التاريخية كما هو الشأن مع معظم الطرق الإحصائية.<sup>1</sup>

### المطلب السادس: التخطيط

يعتبر التخطيط من الأنشطة الأساسية التي يمارسها مدير أي تنظيم معين. بالتخطيط ترسم الأهداف وتحدد الخطط والسياسات والاستراتيجيات.

أجرى Andin و L'abbe (1991) دراسة حول مؤسسة مختصة في إنتاج الجبن ومتعثرة من الناحية الاقتصادية. بعد تحليل وضعيتها التنافسية ومن أجل توفير منتج بجودة عالية وإنتاجه بتكلفة معقولة وبيعه بأسعار منافسة، اقترحت أربعة استراتيجيات ممكنة والمطلوب هو اختيار أفضلها. البدائل الإستراتيجية المتاحة هي: فتح مشروع شراكة مع شركة صينية، فتح مشروع شراكة مع شركة من هونغ كونغ، بيع المؤسسة، بقاء المؤسسة ملكاً لأصحابها. من أجل اختيار أفضل إستراتيجية تم هيكلت المشكلة في شكل هرمي من أربع مستويات. المستوى الأول: هو الهدف وتمثل في إنتاج منتج منافس. المستوى الثاني: ثلاث معايير هي معايير الإنتاج ومعايير التسويق ومعايير الأفراد. المستوى الثالث: معايير فرعية للمعايير السابقة وكانت اثنا عشرة معياراً في مجملها. والمستوى الرابع والأخير تمثل في الاستراتيجيات الأربع. بعد جمع البيانات الضرورية وتطوير مصفوفات المقارنات الزوجية تم التوصل إلى الترتيب الشامل التالي: الشراكة مع شركة صينية **0.468**، الشراكة مع شركة من هونغ كونغ **0.341**، بيع المؤسسة **0.112**، الحفاظ عليها **0.079**.<sup>2</sup>

استعمل Luca (2014) أسلوب التحليل الهرمي من أجل التخطيط الاستراتيجي للنقل العمومي لمنطقة Salerno الإيطالية. من أجل جمع البيانات المتعلقة بمصفوفات المقارنات الزوجية، وزع

<sup>1</sup> Jukka Korpela, Markku Tuominen, Inventory forecasting with a multiple criteria decision tool, **international journal of production economics**, 46 (1996), pp. 163-168

<sup>2</sup> Jack Andin Wu, Nesa L'abbe Wu, A Strategic Planning Model: Structuring and Analysing via the Analytic Hierarchy Process, **Industrial Management and Data Systems**, 91 (1991), pp. 6-9

استبيننا على مستعملي وسائل النقل العامة بالمنطقة من أجل إشراكهم في التخطيط للنقل. كان هدف الدراسة هو تحديد سيناريو النقل الذي يرغب فيه عامة المستخدمين. ولتحديده تم بناء هرمية من أربع مستويات. تمثل المستوى الأول في الهدف، والمستوى الثاني تجسد في خمس معايير رئيسية وهي إمكانية الوصول، وسلامة السفر، والراحة، والبيئة، والمناظر الطبيعية، ومثل المستوى الثالث المعايير الفرعية للمعايير الرئيسية وكانت في مجملها سبعة عشرة مؤشرا، من بينها وقت السفر ووقت الانتظار وتكلفة السفر والتلوث والضوضاء والازدحام، المستوى الرابع تجسد في أربع سيناريوهات مختلفة.<sup>1</sup>

### خلاصة الفصل الرابع

اهتم الفصل الرابع بتناول طريقة شائعة وكثيرة الاستعمال من طرق اتخاذ القرار المتعدد المعايير. وصممت من قبل ساعاتي في نهاية الثمانينات من أجل أن تكون طريقة أكثر مرونة وأكثر استخداما، حيث يمكن تطبيقها على مشكلات حقيقية، ويعتبر هذا مفيدا بصفة خاصة في توزيع الموارد و التخطيط و تحليل تأثير السياسة و حل النزاعات و يمكن لكل من علماء الاجتماع و الطبيعة و المهندسين و الساسة بل و الرجل العامي استخدام الأسلوب بدون أي تدخل من الخبراء وخاصة مع وجود برمجيات فعالة كبرمجية Expert Choice.

أستخدم هذا الأسلوب في مجالات عديدة، كانتقاء أو اصطفاء أفضل بديل كي يكون حلا للمشكلة المدروسة، وتقييم عناصر ظاهرة ما لأجل معرفة مساهمة العنصر في الظاهرة أو أهميته بالنسبة لها، وتحليل العائد على التكلفة، وتخصيص الموارد، والتوقع بنتائج الظواهر في المستقبل، والتخطيط.

<sup>1</sup> Stefano de Luca, Public engagement in strategic transportation planning: An analytic hierarchy process based approach, *Transport Policy*, 33 (2014), p. 110

**الفصل الخامس:**

**تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي  
بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية  
ببائنة خلال سنة 2014**

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

تمهيد

يتكفل بإدارة القطاع الصحي لأي ولاية، مديرية تسمى بمديرية الصحة والسكان والتي تتشكل من ستة مصالح أساسية يلقي على عاتقها مجموعة من المهام. ويقوم بتغطية الخدمات الصحية على مستوى ولاية باتنة مجموعة من المؤسسات الصحية منها ما هو عمومي تابع للدولة ومنها ما هو خاص.

وتتمتع ولاية باتنة بمجموعة معتبرة من المؤسسات الصحية العمومية، حيث يوجد بها مركز استشفائي جامعي (CHU) من بين 15 مركز على المستوى الوطني، و3 مؤسسات استشفائية متخصصة (EHS) من بين 75 مؤسسة وطنية، و9 مؤسسات عمومية استشفائية (EPH) من بين 200 مؤسسة وطنية، و10 مؤسسات عمومية للصحة الجوارية (EPSP) من بين 271 وطنية.

يمكن النظر إلى أن المؤسسات العمومية للصحة الجوارية تمارس مجموعة من الأنشطة الأساسية المتعلقة بالرعاية الصحية الأولية، بمعنى آخر أنها في الأساس غير استشفائية، هذه الأنشطة يمكن تصنيفها إلى سبع أنشطة : نشاط الاستعجال والمداومة، نشاط التصوير الطبي، نشاط التوليد، نشاط الاستشارات والرعاية الأولية، نشاط المخبر، نشاط رعاية الأسنان، وفي الأخير نشاط الفرق المتنقلة. هذه الأنشطة تتباين من حيث أهميتها وفقا لزاوية النظر، فاختلاف الأهمية تختلف باختلاف معيار المقارنة، وبإمكان مسيري هذه المؤسسات وضع نصب أعينهم مجموعة من المعايير لترتيب هذه الأنشطة ولكن النتيجة هي اختلاف الترتيب باختلاف المعيار في العديد من الحالات.

ولتجاوز إشكال تعدد المعايير عند ترتيب الأنشطة وتحديد أهميتها النسبية ، يمكن اللجوء إلى إحدى طرق اتخاذ القرار المتعدد المعايير، وبالخصوص أسلوب عملية التحليل الهرمي الذي يناسب كثيرا المشكلة المطروحة. حيث يسمح بتحديد الأهمية النسبية لكل نشاط ومن بعد ذلك توظيفها في الفصل اللاحق من أجل حساب الكفاءة الكلية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة. ولإجراء الحسابات الرياضية التي تقتضيها عملية التحليل الهرمي، سيعتمد على برمجة خيار الخبير Expert choice.

سيتم تناول هذا الفصل من خلال المباحث التالية:

المبحث الأول: القطاع الصحي لولاية باتنة

المبحث الثاني: المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة

المبحث الثالث: أولويات أنشطة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بعملية التحليل الهرمي

المبحث الأول: القطاع الصحي لولاية باتنة

يعتبر القطاع الصحي بأي ولاية من القطاعات الحيوية والمهمة، فكل الفئات العمرية بحاجة إلى الخدمات التي يقدمها. و للإحاطة به، سيعرض في بادئ الأمر مديرية الصحة والسكان لولاية باتنة، ثم المؤسسات الصحية بولاية باتنة، وفي الختام الموارد التي تتمتع بها.

المطلب الأول: مديرية الصحة والسكان لولاية باتنة

بموجب المرسوم التنفيذي رقم 261/97 المؤرخ في 9 ربيع الأول 1418 هـ الموافق لـ 14 جويلية 1997 المحدد لقواعد تنظيم وتسيير مديريات الصحة و السكان للولايات، تتكون مديرية الصحة والسكان لولاية باتنة من ستة مصالح مهيكلة في مجموعة من المكاتب تبعا لأهميتها، وكل مصلحة بها ثلاث مكاتب. وتتوزع على هذا النحو:

- مصلحة الموارد البشرية والشؤون القانونية و تتضمن:
  - مكتب المستخدمين
  - مكتب التكوين
  - مكتب الشؤون القانونية و المنازعات
- مصلحة التخطيط و الوسائل و تتضمن :
  - مكتب الخريطة الصحية و الإحصائيات
  - مكتب الاستثمار و الصفقات
  - مكتب الميزانية و المراقبة
- مصلحة الهياكل و المهن الصحية و تتضمن:
  - مكتب تنظيم و تقييم الهياكل العمومية
  - مكتب القطاع الخاص
  - مكتب الاستعجالات و الإسعافات
- مصلحة الوقاية و تتضمن:
  - مكتب البرامج الصحية
  - مكتب الأمراض المتقلة و الأمراض غير المتقلة

- مكتب الحماية الصحية في الوسط الخاص
    - مصلحة السكان و تتضمن:
  - مكتب الصحة الإنجابية و التنظيم العائلي
  - مكتب برامج السكان
  - مكتب الإعلام التربوي و الاتصال
    - مصلحة النشاط الصحي و المواد الصيدلانية و تتضمن:
  - مكتب ترقية العلاجات القاعدية و الصحة العقلية
  - مكتب تنظيم المواد الصيدلانية
  - مكتب النشاط الصحي و متابعة اللجان الطبية.
- ويبقى على عاتقها السهر على القيام بمجموعة من المهام المتعلقة بالصحة والسكان والموضحة في النقاط التالية:
- ضمان تنفيذ التشريعات والتنظيمات في جميع المجالات ذات الصلة بأنشطة الصحة والسكان.
  - تسهر مديريةية الصحة والسكان الولائية وتضع حيز التنفيذ كل التدابير التي من شأنها أن توطر النشاطات الخاصة بالصحة والسكان، وبهذه الصفة تكلف بما يلي:
  - تسهر على تطبيق التشريع والتنظيم في جميع المجالات المتصلة بأنشطة الصحة والسكان.
  - تنشط وتنسق وتقوم بتنفيذ البرامج الوطنية والمحلية للصحة، لاسيما في مجال الوقاية العامة وحماية الأمومة والطفولة والحماية الصحية في الأوساط الخاصة وكذلك في مجال التحكم في النمو الديموغرافي والتخطيط العائلي وترقية الصحة التناسلية
  - تسهر على احترام السلم التسلسلي للعلاج، لا سيما بتطوير كل النشاطات التي تهدف إلى ترقية العلاج القاعدي
  - تطور كل عمل يهدف إلى الوقاية من إدمان المخدرات ومكافحتها وخصوصا في اتجاه الشباب
  - تسهر على التوزيع المتوازن للموارد البشرية والمادية والمالية دون المساس بالصلاحيات المخولة قانونا لرؤساء مؤسسات الصحة.
  - تشجع وتطور كل أنشطة الاتصال الاجتماعي لا سيما التربية الصحية بالاتصال مع الجمعيات الاجتماعية المهنية والشركاء الآخرين المعنيين

- تسهر على وضع جهاز يختص بجمع المعلومات الصحية والوبائية والديموغرافية واستغلالها وتحليلها وتبليغها.
- تنشط الهياكل الصحية وتنسقها وتقومها.
- تسهر على وضع الإجراءات المتعلقة بحفظ المنشآت وتجهيزات الصحة وصيانتها حيز التنفيذ.
- تتولى تأطير هياكل الصحة ومؤسساتها العمومية والخاصة وتفتيشها.
- تعد الترخيصات المتعلقة بممارسة المهن الصحية وضمان مراقبتها.
- تعد المخططات الإستراتيجية بالإتصال مع السلطات المعنية والمشاركة في تنظيم الإسعافات وتنسيقها في حالة حدوث كوارث مهما كانت طبيعتها.
- تدرس برامج الاستثمار وتتابعها في إطار التنظيمات والإجراءات المعمول بها.
- تتابع وتقوم بتنفيذ البرامج المقررة في ميدان التكوين وتحسين مستوى مستخدمي الصحة وتقويمها.
- تشرف وتسهر على السير الحسن للمسابقات والامتحانات المهنية.

#### المطلب الثاني: المؤسسات الصحية العمومية في التشريع الجزائري

فرضت التحديات الاقتصادية، الثقافية، الاجتماعية والصحية على المنظومة العمومية للصحة بالجزائر اللجوء إلى تنظيم مؤسساتها على نحو يسمح بتوفير الصحة للجميع وعلى كل المستويات، واستجابة لذلك تم تصنيف المؤسسة الصحية العمومية إلى خمس أنواع من المؤسسات.

#### 1- المركز الاستشفائي الجامعي (CHU)

وقد تم إنشاؤها بموجب المرسوم التنفيذي 97-467 المؤرخ في 02/12/1997 المحدد لقواعد إنشاء المراكز الاستشفائية الجامعية وتنظيمها وسيورها. وعرف على أنه مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي، يتم إنشاؤها بموجب مرسوم تنفيذي بناء على اقتراح مشترك بين وزير الصحة و السكان وإصلاح المستشفيات و وزير التعليم العالي و البحث العلمي. بحيث يمارس وزير الصحة و السكان وإصلاح المستشفيات الوصاية الإدارية و وزير التعليم العالي و البحث العلمي الوصاية البيداغوجية. وهذا نظرا لطبيعة هذه المؤسسة التي تهتم أيضا

بالتكوين و البحث العلمي. ونظرا لازدواجية الوصايا على المراكز الإستشفائية الجامعية، فان الوصايا البيداغوجية من قبل وزير التعليم العالي و البحث العلمي تخص ما يلي:

- تنظيم نشاطات المركز الاستشفائي الجامعي البيداغوجية و العلمية.

- تحديد شروط التحاق الطلبة به وشروط توجيههم.

- المصادقة على مداوات مجلس الإدارة بالنسبة للمسائل المتعلقة بالتكوين و البحث العلمي.

لمركز الاستشفائي الجامعي مهام عدة تتمثل في التشخيص و الكشف و العلاج و الوقاية و التكوين و الدراسة و البحث ، و ذلك بالتعاون مع مؤسسات التعليم و التكوين و تبقى المهام التالية أساسية و هي:

### 1-1- ميدان الصحة و العلاج

يضمن المركز الاستشفائي الجامعي نشاط التشخيص و العلاج و الاستشفاء و الاستجالات الطبية الجراحية و الوقائية، كما يتولى تطبيق البرامج الوطنية و المحلية للصحة. و المساهمة أيضا في حماية المحيط و ترقيته في ميادين الوقاية و النظافة و الصحة و مكافحة الأضرار و الآفات الاجتماعية.

### 1-2- ميدان التكوين

يضمن تكوين التدرج و ما بعد التدرج في علوم الطب بالتعاون مع مؤسسات التعليم العالي في علوم الطب و المشاركة في تكوين المستخدمين الشبه طبيين و المستخدمين الإداريين و التقنيين التابعين للصحة العمومية و المشاركة في دورات تجديد المعلومات و تحسين المستوى وذلك من خلال دورات التكوين المتواصل ، الذي يجبر العمال مهما كان مستواهم و مرتبتهم بمتابعة دورات التكوين المتواصل التي تنظمها المؤسسة أو المؤسسات الأخرى.

### 1-3- ميدان البحث

القيام في إطار التنظيم المعمول به بكل أعمال الدراسة و البحث في علوم الصحة، وكذلك تنظيم المؤتمرات و الندوات و أيام دراسية من اجل ترقية نشاطات العلاج و التكوين و البحث. خاصة، كما يمكن للمركز الاستشفائي الجامعي أن يبرم في إطار التنظيم المعمول به، اتفاقيات مع المؤسسات الصحية أو أي هيئة أخرى بعد استشارة المجلس العلمي للمؤسسة من اجل القيام بمهامه الخاصة

بالتكوين ويدرير المركز الاستشفائي الجامعي مجلس إدارة ويسيره مدير عام، ويزود بجهاز استشاري يسمى بالمجلس العلمي.<sup>1</sup>

## 2- المؤسسات العمومية (EH)

وقد تم إنشاؤها بموجب المرسوم التنفيذي 12-281 المؤرخ في 09/07/2012 والمتضمن إنشاء مؤسسات استشفائية لطب العيون وتنظيمها وسيرها. وبموجب المادة الثانية من هذا المرسوم تعرف على أنها مؤسسات عمومية ذات طابع خاص تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي، وتوضع تحت وصاية الوزير المكلف بالصحة.

ويمكن أن تستخدم المؤسسات كميدان للتكوين الطبي وشبه الطبي والتسيير الاستشفائي على أساس اتفاقيات تبرم مع مؤسسات التعليم والتكوين. ويسير كل مؤسسة مجلس إدارة ويدريرها مدير عام يساعده في ممارسة مهامه مجلس طبي.

وبموجب هذا القانون تم إنشاء مؤسستين استشفائيتين لطب العيون، الأولى بالجلفة والثانية بورقلة.<sup>2</sup> وبموجب مرسوم تنفيذي 13-93 مؤرخ في 25/02/2013 تم إضافة مؤسسة استشفائية لطب العيون ببشار.<sup>3</sup> وبموجب المرسوم التنفيذي رقم 13-404 المؤرخ في 01/12/2013 تم إضافة المؤسسة الاستشفائية لطب العيون بالوادي.<sup>4</sup>

## 3- المؤسسة الاستشفائية المتخصصة (EHS)

وقد تم إنشاؤها بموجب المرسوم التنفيذي 97-465 المؤرخ في 20/12/1997 والمحدد لقواعد إنشاء المستشفيات المتخصصة وتنظيمها وسيرها. وهي مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي. وتتأسس بمرسوم تنفيذي بناء على اقتراح من الوزير المكلف بالصحة بعد استشارة الوالي، وتوضع تحت وصاية والي الولاية الموجود بها مقر المؤسسة. وتتكون من هيكل واحد أو هيكل متعددة متخصصة للتكفل بما يلي:

- مرض معين،

<sup>1</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 97-465 المؤرخ في 02/12/1997 المحدد لقواعد إنشاء المراكز الاستشفائية الجامعية وتنظيمها وسيرها. ص.ص. 12-14

<sup>2</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 12-281 المؤرخ في 09/07/2012 والمتضمن إنشاء مؤسسات استشفائية لطب العيون وتنظيمها وسيرها. ص.ص. 9-13

<sup>3</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 13-93 مؤرخ في 25/02/2013 يتم قائمة المؤسسات الاستشفائية لطب العيون الملحقه بالمرسوم التنفيذي رقم 12-281 المؤرخ في 09/07/2012. ص.ص. 18-19

<sup>4</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 13-404 المؤرخ في 01/12/2013 يتم قائمة المؤسسات الاستشفائية لطب العيون الملحقه بالمرسوم التنفيذي رقم 12-281 المؤرخ في 09/07/2012. ص.ص. 15

- مرض أصاب جهازا أو جهازا عضويا معينا،
- أو مجموعة ذات عمر معين.

كما يجب ذكر في تسمية المؤسسة الاستشفائية المتخصصة الاختصاص المرافق للنشاطات المتكفل بها. ويلقى على عاتقها أداء المهام التالية:

- تنفيذ نشاطات الوقاية والتشخيص والعلاج وإعادة التكييف الطبي والاستشفاء.
- تطبيق البرامج الوطنية والجهوية والمحلية للصحة.
- المساهمة في إعادة تأهيل مستخدمي مصالح الصحة وتحسين مستواهم.

كما يمكن أيضا استخدام المؤسسة الاستشفائية المتخصصة كميدان للتكوين شبه الطبي والتسيير الاستشفائي على أساس اتفاقيات توقع مع مؤسسات التكوين.

يدير هذا النوع من المؤسسات الصحية مجلس إدارة ويسيرها مدير، وتزود بجهاز استشاري يسمى بالمجلس الطبي.<sup>1</sup>

#### 4- المؤسسات العمومية الاستشفائية (EPH)

إثر صدور المرسوم التنفيذي رقم 07-140 المؤرخ في 19 ماي 2007 تحولت القطاعات الصحية إلى مؤسسات عمومية استشفائية ومؤسسات عمومية للصحة الجوارية. وبموجب هذا المرسوم عرفت المؤسسات العمومية الاستشفائية على أنها مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي، وتوضع تحت تصرف وصاية الوالي، تتكون من هيكل للتشخيص والعلاج والاستشفاء وإعادة التأهيل الطبي، تغطي سكان بلدية واحدة أو مجموعة بلديات، مهامها التكفل بصفة متكاملة ومتسلسلة بالحاجات الصحية للسكان، وحددها القانون في:

- ضمان تنظيم وبرمجة توزيع العلاج الشفائي والتشخيص وإعادة التأهيل الطبي والاستشفاء،
- تطبيق البرامج الوطنية للصحة،
- ضمان حفظ الصحة والنقاوة ومكافحة الأضرار والآفات الاجتماعية،
- ضمان تحسين مستوى مستخدمي مصالح الصحة وتجديد معارفهم.

<sup>1</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 97-465 المؤرخ في 20/12/1997 والمحدد لقواعد إنشاء المستشفيات المتخصصة وتنظيمها وسيرها. ص ص. 13-13

## الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة خلال سنة 2014

كما يمكن أيضا استخدام المؤسسة الاستشفائية المتخصصة كميدان للتكوين الطبي وشبه الطبي والتسيير الاستشفائي على أساس اتفاقيات تبرم مع مؤسسات التكوين.<sup>1</sup>

### 5- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية (EPSP)

وقد تم إنشاؤها بموجب المرسوم التنفيذي 07-140 المؤرخ في 2007/05/09، وهي مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي، وتوضع تحت تصرف الوالي. وتتكون من مجموعة من عيادات متعددة الخدمات وقاعات العلاج تغطي مجموعة من السكان. وتحدد المشتريات المادية للمؤسسة العمومية للصحة الجوارية والحيز الجغرافي الصحي الذي يغطي مجموعة من السكان بقرار من الوزير المكلف بالصحة.

تتمثل المهام الموكلة إليها في التكفل وبصفة متكاملة ومتسلسلة بما يلي:

- الوقاية والعلاج القاعدي،
- تشخيص المرض،
- العلاج الجوارى،
- الفحوص الخاصة بالطب العام والطب التخصصي القاعدي،
- الأنشطة المرتبطة بالصحة الإنجابية والتخطيط العائلي،
- تنفيذ البرامج الوطنية للصحة والسكان.

و تكلف على الخصوص بما يأتي:

- المساهمة في ترقية وحماية البيئة في المجالات المرتبطة بحفظ الصحة والنقاوة ومكافحة الأضرار والآفات الاجتماعية
- المساهمة في تحسين مستوى مستخدمي مصالح الصحة و تجديد معارفهم.

يمكن أيضا استخدام المؤسسة الاستشفائية المتخصصة كميدان للتكوين الطبي وشبه الطبي والتسيير الاستشفائي على أساس اتفاقيات تبرم مع مؤسسات التكوين.

يسير كل مؤسسة عمومية استشفائية ومؤسسة عمومية للصحة الجوارية مجلس إدارة ويديرها مدير. وتزودان بهيئة استشارية تدعى المجلس الطبي.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 07-140 المؤرخ في 19 ماي 2007 يتضمن إنشاء المؤسسات العمومية الاستشفائية والمؤسسات العمومية للصحة الجوارية وتنظيمها و سيرها. ص ص. 10-11

**المطلب الثالث: المؤسسات الصحية بولاية باتنة**

يسهر على تقديم الخدمات الصحية بولاية باتنة مجموعات من المؤسسات الصحية، منها العمومية ومنها الخاصة.

**1- المؤسسات الصحية العمومية بولاية باتنة**

في إطار سياسة إصلاح المستشفيات التي انتهجتها وزارة الصحة و السكان و إصلاح المستشفيات و التي تهدف إلى جوارية العلاج من المواطن و ترقية مستوى الخدمات و تقريب الهياكل الصحية من المواطن و الذي بدأ يتجسد على ارض الواقع بالتجمعات السكانية الأكثر بعدا عن مقر الولاية مع تكوين المستخدمين في شتى المجالات للقيام بتكفل أفضل بالمرضى، تم إنشاء الخريطة الصحية لولاية باتنة بموجب المرسوم التنفيذي رقم : 140/07 مؤرخ في 2007/05/19 المتضمن إنشاء و تنظيم و تسيير المؤسسات العمومية الاستشفائية و المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

وتتمتع ولاية باتنة بمجموعة معتبرة من المؤسسات الصحية العمومية، حيث يوجد بها مركز استشفائي جامعي (CHU) من بين 15 مركز على المستوى الوطني، و 3 مؤسسات استشفائية متخصصة (EHS) من بين 75 مؤسسة وطنية، و 9 مؤسسات عمومية استشفائية (EPH) من بين 200 مؤسسة وطنية، و 10 مؤسسات عمومية للصحة الجوارية (EPSP) من بين 271 و طنيا. و يوضح الجدول رقم (13) الهياكل العمومية بقطاع الصحة لولاية باتنة.

**الجدول رقم (13): الهياكل العمومية بقطاع الصحة لولاية باتنة**

المراكز الاستشفائية الجامعية عددها: 1	المؤسسات الاستشفائية المتخصصة عددها: 3
- المركز الاستشفائي الجامعي بن فليس التهامي	- المؤسسة الاستشفائية المتخصصة في مكافحة السرطان - المؤسسة الاستشفائية المتخصصة في طب النساء والتوليد مريم بوعتورة - المؤسسة الاستشفائية المتخصصة في الأمراض العقلية المعذر
المؤسسات العمومية الاستشفائية عددها: 9	المؤسسات العمومية للصحة الجوارية عددها: 10
- المؤسسة العمومية الاستشفائية باتنة مستشفى الأمراض الصدرية سابقا	- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية باتنة - المؤسسة العمومية للصحة الجوارية المعذر

<sup>1</sup> الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 140-07 المؤرخ في 19 ماي 2007 يتضمن إنشاء المؤسسات العمومية الاستشفائية والمؤسسات العمومية للصحة الجوارية وتنظيمها و سيرها. ص. 11

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية عين التوتة	- المؤسسة العمومية الاستشفائية عين التوتة
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية نقاوس	- المؤسسة العمومية الاستشفائية نقاوس
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بريكة	- المؤسسة العمومية الاستشفائية محمد بوضياف -بريكة
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية مروانة	- المؤسسة العمومية الاستشفائية سليمان اميرات -بريكة
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية راس العيون	- المؤسسة العمومية الاستشفائية علي النمر مروانة
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية عين جاسر	- المؤسسة العمومية الاستشفائية زيزة مسيكة مروانة
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية اريس	- المؤسسة العمومية الاستشفائية اريس1
- المؤسسة العمومية للصحة الجوارية ثنية العابد	- المؤسسة العمومية الاستشفائية اريس2

Source : Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

2- المؤسسات الصحية الخاصة بولاية باتنة

يمكن توضيح كل المؤسسات الخاصة وشبه العمومية التي تنشط في إقليم ولاية باتنة في الجدول

رقم (14).

الجدول رقم (14): الهياكل الخاصة بقطاع الصحة لولاية باتنة

العدد	المؤسسات
272	- عيادات الطب المتخصص
216	- عيادات الطب العام
248	- عيادات طب الأسنان
31	- عيادات المجموعة
330	- الصيدليات
7	- تجار المواد الصيدلانية بالجملة
26	- قاعات العلاج
12	- أطباء نفسانيون
42	- أخصائيي البصريات
22	- فنيو الأسنان
11	- أخصائيو العلاج الطبيعي
7	- القابلات
15	- العيادات الاستشفائية الخاصة
4	- مراكز تصفية الدم المجاورة
3	- مراكز التشخيص والتصوير الطبي

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة  
خلال سنة 2014

11	- النقل الصحي
----	---------------

Source : Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

من الجدول أعلاه، يتضح أن القطاع الصحي الخاص لولاية باتنة يتشكل من 1257 مؤسسة صحية تقدم خدماتها بجانب خدمات المؤسسات الصحية العمومية.

المطلب الرابع: موارد وحصيلة نشاط المؤسسات الصحية بولاية باتنة

1- الموارد البشرية للمؤسسات الصحية بولاية باتنة

تتوفر المؤسسات الصحية العمومية لولاية باتنة على موارد بشرية معتبرة، تتمثل في الأساتذة الجامعيين والأطباء الأخصائيين والأطباء العامون والصيدلة وأطباء أسنان وأطباء نفسانيون وممرضون وإداريون.

الجدول رقم (15): الموارد البشرية للمؤسسات الصحية بولاية باتنة سنة 2014

المؤسسات العمومية للصحة الجوارية	المؤسسات العمومية الاستشفائية	المؤسسات الاستشفائية المتخصصة	المركز الاستشفائي الجامعي	
0	18	0	115	الأساتذة الجامعيين
14	154	36	95	الأطباء الأخصائيين
463	203	27	107	الأطباء العامون
22	23	5	13	الصيدلة
159	10	5	22	أطباء الأسنان
1755	1317	236	873	الممرضين
21	18	11	14	أطباء نفسانيون
192	393	51	142	الإداريون
40	73	20	89	التقنيون
273	375	82	302	المتعاقدون
2939	2584	473	1772	المجموع

Source : Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

## الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

يوضح الجدول السابق أن الحصة الأكبر من الأساتذة الجامعيين من نصيب المستشفى الجامعي، و الحصة الأكبر من الأطباء الأخصائيين من طرف المؤسسات العمومية الاستشفائية، والحصة الأكبر من الأطباء العامون وأطباء الأسنان والمرضيين من نصيب المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

### 2- الموارد المالية والمادية (التجهيزات) للمؤسسات الصحية بولاية باتنة

ميزانية التسيير هي المصاريف التي تنفقها المؤسسات العمومية خارج نفقات المستخدمين والتي تتفق أساسا على الصيانة والتكوين والتغذية والأدوية واللوازم والأدوات، وهي مبالغ ضخمة مصدرها الأساسي مساهمة الدولة ومساهمة هيئات الضمان الاجتماعي. يلخص الجدول رقم (16) أهم التجهيزات الطبية والميزانية الكلية للتسيير.

### الجدول رقم (16): التجهيزات الطبية وميزانية التسيير للمؤسسات الصحية بولاية باتنة سنة 2014

البيان	المركز الاستشفائي الجامعي	المؤسسات الاستشفائية المتخصصة	المؤسسات العمومية الاستشفائية	المؤسسات العمومية للصحة الجوارية
عدد الأسرة	555	181	863	100
آلات التصوير بالأشعة	21	11	78	155
آلات التعقيم	58	10	96	209
ECG	49	9	88	65
كراسي الأسنان	0	1	8	101
آلات التحاليل	38	7	55	47
ميزانية التسيير (دج)	/	439370000	932550000	419730000

Source :1- Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

### 2- قرار وزاري مشترك رقم 0006825 مؤرخ في 2013/11/12 المتضمن توزيع الإيرادات

#### والنفقات

يتضح من الجدول أعلاه أن المؤسسات العمومية الاستشفائية هي التي تستفيد من أكبر ميزانية من أجل تسيير نشاطها. أما من ناحية التجهيزات فالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية هي المهيمنة على تجهيزات التصوير بالأشعة وتجهيزات التعقيم وكراسي الأسنان، أما المؤسسات العمومية الاستشفائية فتستحوذ على أكبر عدد من الأسرة وآلات تخطيط القلب الالكترونية ومعدات التحاليل.

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة  
خلال سنة 2014

3- حصيلة نشاط المؤسسات الصحية العمومية بولاية باتنة

تقدم المؤسسات الصحية العمومية فئة عريضة من الخدمات الصحية، من بين أهم هذه الخدمات عدد أيام الاستشفاء والعمليات الجراحية والاستشارات الطبية و حصص الغسيل الكلوي و استشارات طب الأسنان و اقتلاع و رعاية الأسنان و الأشعة.

الجدول رقم (17): حصيلة الأنشطة للمؤسسات الصحية العمومية بولاية باتنة لسنة 2014

المؤسسات العمومية للصحة الجوارية	المؤسسات العمومية الاستشفائية	المؤسسات الاستشفائية المتخصصة	المركز الاستشفائي الجامعي	البيان
/	140524	22520	71514	عدد أيام الاستشفاء
/	7367	5113	8111	العمليات
456660	386763	30703	103373	الاستشارات
/	36917	/	14763	حصص الغسيل الكلوي
110435	2606	1245	1639	استشارات طب الأسنان
126337	0	956	4786	اقتلاع و رعاية الأسنان
132262	148760	4544	120978	الأشعة

Source : Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

يوضح الجدول السابق أن المركز الاستشفائي الجامعي في المرتبة الأولى من حيث عدد أيام الاستشفاء والتي تعبر عن مجموع الأيام التي قضاها المرضى داخل المستشفى الجامعي خلال سنة 2014، والشيء نفسه فيما يخص العمليات الجراحية المنجزة. أما فيما يخص الاستشارات و استشارات طب الأسنان و اقتلاع و رعاية الأسنان فالحصة الأكبر من طرف المؤسسات العمومية للصحة الجوارية. أما الحصة الأكبر من حصص الغسيل الكلوي تم انجازها من طرف المؤسسات العمومية الاستشفائية.

المبحث الثاني: المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة

وتعتبر من المؤسسات الصحية المهمة والمتواجدة تقريبا في كل مناطق الولاية من خلال عياداتها وقاعات علاجها. لذلك سيتطرق هذا المبحث إلى عرض حالة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة ثم مواردها ثم حصيلة نشاطها.

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

المطلب الأول: عرض حالة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة

تتوفر ولاية باتنة على 10 مؤسسات عمومية للصحة الجوارية تقدم خدماتها لمجموع 1245030 نسمة، موزعين على 61 وستون بلدية. يوضح الجدول رقم (18) هذه المؤسسات وعدد السكان الذي تخدمه، وكذا البلديات التي تغطيها.

الجدول رقم (18): المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة

البلديات	السكان	المساحة كلم <sup>2</sup>	م ع ص ج*
باتنة، فسديس، وادي الشعبة، تازولت، عيون العصافر، تيمقاد، ولاد فاضل	412034	1148,94	باتنة
المعذر، بومية، جرمة، عين ياقوت، الشمره، بولهيلات	64024	930,52	المعذر
مروانة، وادي الماء، حيدوسة، قصر بلزمة، تالخت	98460	686,35	مروانة
عين جاسر، الحاسي، سريانة، لازرو، زانة البيضاء، أولاد سلام	83039	951,92	عين جاسر
رأس العيون، قصبات، قيقبة، رحبات، لمسان	71802	582,99	رأس العيون
نقاوس، بومقر، سفيان، أولاد سي سليمان، نكسلانت	80217	673,81	نقاوس
بريكة، بيطام، مدوكال، الجزائر، اولاد عمار، عزيل عبد القادر	195496	2917,63	بريكة
عين التوتة، بني فضالة، اولاد عوف، معافة، سقانة، تيلاطو	82553	1439,12	عين التوتة
أريس، تيغانيمين، تكوت، غسيرة، كيمل، اشمول، فم التوب، اينوغيسن، واد الطاقة	103940	1810,30	أريس
ثنية العابد، شير، بوزينة، لارباع، منعة، تغرغار	53465	897,18	ثنية العابد
61 بلدية	1245030	12038,76	المجموع

Source : Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

\*م ع ص ج: اختصار للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

تأتي المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بباتنة في المرتبة الأولى من حيث عدد السكان الذين سيستفيدون من خدماتها، ومن بعد ذلك تليها المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بريكة بمجموع سكان يقدر 195496 نسمة، وتليهما من بعد ذلك مؤسسات أريس ومروانة و عين جاس و عين توتة ونقاوس و رأس العيون والمعذر و ثنية العابد علي الترتيب.

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

الجدول رقم (19): هياكل ومصالح المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة

م ع ص ج	عيادات متعددة الخدمات	قاعات العلاج	عيادات توليد ريفية	مصلحة الأوبئة والطب الوقائي	مصلحة مراقبة السل وأمراض التنفس	وحدات التشخيص المبكر والمتابعة
باتنة	11	32	2	1	1	13
المعذر	4	15	3	1	/	2
مروانة	6	20	/	1	1	3
عين جاسر	5	24	1	1	/	2
رأس العيون	5	23	1	1	/	2
نقاوس	5	19	/	1	1	4
بريكة	8	20	/	1	1	4
عين التوتة	4	18	2	1	1	4
أريس	6	50	/	1	1	5
ثنية العابد	4	31	3	1	/	3
المجموع	58	251	1	10	6	42

Source : Monographie de santé Batna 2014, DSP, Batna, 2015.

من المنطقي أن تستفيد المؤسسة العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة بأكثر عدد من العيادات المتعدد الخدمات لان المناطق التي تغطيها بها اكبر عدد من السكان، نفس الشأن بالنسبة لمؤسسة بريكة التي بها 8 عيادات. فعدد العيادات يعتمد أساسا على عدد السكان، فكلما زاد عدد السكان يزيد معه عدد العيادات. أما فيما يخص قاعات العلاج، فيتضح من الجدول أن المؤسسة العمومية للصحة الجوارية أريس هي الأولى بعدد قاعات قدر بـ 50 ومن بعدها تأتي مؤسسة باتنة بـ 32 قاعة و من بعدهما مؤسسة ثنية العابد بـ 31 قاعة. الأساس الذي يعتمد عليه في فتح قاعات العلاج هو التجمعات السكنية وخاصة تلك التي يصعب عليها الوصول إلى العيادات بسبب البعد أو قلة الطرق المؤدية إليها.

ويمكن توضيح نسب تغطيتها للسكان في الجدول رقم (20).

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة  
خلال سنة 2014

الجدول رقم (20): نسب تغطية السكان بولاية باتنة

م ع ص ج	السكان	عيادات متعددة الخدمات	النسبة	قاعات العلاج	النسبة
باتنة	412034	11	37458	32	12876
المعذر	64024	4	16006	15	4268
مروانة	98460	6	12806	20	3842
عين جاسر	83039	5	16608	24	3460
رأس العيون	71802	5	14360	23	3122
نقاوس	80217	5	16043	19	4222
بريكة	195496	8	24437	20	9775
عين التوتة	82553	4	20638	18	4586
أريس	103940	6	17323	50	2079
ثنية العابد	53465	4	13366	31	1782
المجموع	1245030	58	21466	251	4960

Source : Monographie de santé Batna 2014,DSP, Batna, 2015.

مع أن المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بباتنة هي التي تتمتع بأكثر عدد من العيادات وقاعات العلاج إلا أنها هي التي تتوفر على نسبة تغطية ضعيفة، فلكل 37458 نسمة عيادة متعددة الخدمات واحدة ولكل 12876 نسمة قاعة علاج واحدة. يليها مؤسسة بريكة، فلكل 24437 نسمة عيادة ولكل 9775 قاعة علاج، ومن بعدهما مؤسسة عين توتة، فلكل 20638 نسمة عيادة ولكل 4586 قاعة علاج. أما باقي المؤسسات فهي متقاربة فلكل عدد من السكان يتراوح بين 17000 نسمة و 12000 نسمة هناك عيادة واحدة لهم.

#### المطلب الثاني: موارد المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة لسنة 2014

من أجل مزاوله نشاطها في ظروف جيدة وتقديم خدماتها، فان المؤسسات العمومية للصحة الجوارية تستعمل مجموعة من الموارد المادية والمالية والبشرية. واهم الموارد المتاحة لديها خلال سنة 2014 موضحة في الجداول (21)، وهي التي ستكون بمثابة مدخلات ومخرجات المؤسسات العمومية للصحة الجوارية عند حساب كفاءتها.

1- الموارد البشرية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة

تتوفر المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة على طاقم صحي معتبر، فبلغ عدد الأطباء بما فيهم المختصون 477 طبيب، وعدد أطباء الأسنان 159 طبيب، وعدد مرضي الرعاية العامون 1210، وعدد القابلات 156 قابلة. وكل هذه الموارد موزعة على 10 مؤسسات عمومية للصحة الجوارية.

الجدول رقم (21): الموارد البشرية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014

م ع ص ج	الأطباء	أطباء الأسنان	ممرضي الرعاية العامون	عدد الفرق المتقلة	تقنيو التصوير الطبي
باتنة	115	37	208	1	23
المعذر	38	10	89	4	8
مروانة	43	13	104	2	4
عين جاسر	45	16	98	3	4
رأس العيون	32	11	77	5	3
نقاوس	28	13	93	5	6
بريكة	52	13	103	3	4
عين تونة	42	15	100	1	5
أريس	45	18	166	0	11
ثنية العابد	37	13	172	0	10
المجموع	477	159	1210	24	78

Source : Monographie de santé Batna 2014,DSP, Batna, 2015.

يوضح الجدول السابق أن النصيب الأكبر من هذه الموارد متاح للمؤسسة العمومية للصحة الجوارية بباتنة بـ 115 طبيب و 37 طبيب أسنان و 208 ممرض رعاية عامة و 44 قابلة و 23

## الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

تقني تصوير أشعة. ويليه مؤسسة أريس ثم بريكة ثم مروانة ثم عين توتة وباقي المؤسسات تتقارب فيما بينها.

### 2- تجهيزات المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة

تملك المؤسسات العمومية للصحة الجوارية باتنة حصة معتبرة من التجهيزات. فلا تخلو واحدة منهم من التجهيزات الضرورية لتقديم خدمات العلاج. يتاح لهذه المؤسسات 297 آلة تعقيم و 99 كرسي طب الأسنان و 70 آلة تصوير طبي و 65 آلة تخطيط القلب الكهربائية و 52 آلة المعالج التلقائي و 20 حاضنة و 100 سرير توليد و 71 سرير استجالات. يلاحظ قلة تجهيزات نشاط التوليد ويرجع السبب في ذلك إلى طبيعة النشاط في حد ذاته، فهو نشاط استشفائي تتكفل به المؤسسات العمومية الاستشفائية (EPH)، نفس الأمر فيما يتعلق بعدد أسرة الاستجالات، لان المريض يتلقى العلاج على مستوى العيادة ويغادر فور انتهائه، إلا في حالات معينة فهو يلبث لمدة تقل عن 24 ساعة وإلا نقل إلى استجالات أو المصالح الاستشفائية لمؤسسات الصحة العمومية الاستشفائية.

### الجدول رقم (22): التجهيزات المتاحة للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة سنة 2014

م ع ص ج	عدد أسرة الاستجالات	آلات التصوير الطبي	المعالج التلقائي	الحاضنات	عدد أسرة التوليد	آلات التعقيم	آلات التحليل	آلات تخطيط القلب الكهربائية	كراسي طب الأسنان
باتنة	6	13	10	4	10	29	10	7	19
المعذر	9	6	6	3	30	27	6	7	9
مروانة	4	5	5	0	0	21	2	7	8
عين جاسر	8	6	6	1	8	44	4	8	10
رأس العيون	4	5	4	2	10	38	5	4	7
نقاوس	5	6	6	0	0	23	5	6	6
بريكة	5	10	6	3	20	31	3	6	10
عين توتة	4	4	3	0	0	16	5	4	11
أريس	18	9	6	4	16	32	6	11	11
ثنية العابد	8	6	0	3	6	36	1	5	8
المجموع	71	70	52	20	100	297	47	65	99

Source : Monographie de santé Batna 2014,DSP, Batna, 2015.

## الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

من الجدول يلاحظ أن المؤسسات العمومية للصحة الجوارية مروانة ونقاوس و عين توتة لا تملك التجهيزات الخاصة بنشاط التوليد و يرجع السبب إلى كون تمتع مروانة بمؤسسة عمومية استشفائية يقتصر نشاطها فقط على التوليد و أمراض الأطفال، أما فيما يخص نقاوس و عين توتة، فتقدم مؤسستيهما العموميتين الاستشفائيتين حصيلة معتبرة عن نشاط التوليد.

### المطلب الثالث: حصيلة نشاط المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة لسنة 2014

تقدم المؤسسات العمومية للصحة الجوارية خدمات علاج متنوعة. يمكن تبويبها في ثلاث مجموعات، مجموعة نشاط الرعاية الطبية والاستجالات، مجموعة نشاط التوليد والأشعة والتحليل، و مجموعة نشاط رعاية الأسنان.

#### 1- نشاطي الاستجالات والمداومة والاستشارات والرعاية الأولية

تتمثل الخدمات التي يوفرها نشاط الرعاية الطبية والاستجالات أساسا في الاستشارات الطبية العادية والمستعجلة والملاحظات التي لا تتجاوز مدتها 24 ساعة واللقاحات والرعايات والحقن، ويترتب عن هذه الأنشطة حصيلة غير مقصودة وغير مرغوبة تتمثل في الوفيات. الجدول رقم (23) يبين الحصيلة التي حققتها المؤسسات من هذا النشاط خلال سنة 2014.

الجدول رقم (23): حصيلة نشاط الرعاية الطبية والاستجالات للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

#### بولاية باتنة سنة 2014

م ع ص ج	اللقاحات	الرعايات	الحقن	الاستشارات الطبية	الملاحظات خلال 24 سا	الاستشارات المستعجلة	عدد الوفيات
باتنة	42091	356994	158446	498288	4551	249251	2
المعذر	12894	64643	189326	170716	0	28404	7
مروانة	30453	39287	151536	121568	236	22858	1
عين جاسر	26112	33205	108104	85604	15772	49810	34
رأس العينون	24739	30781	146916	100196	861	23946	4
نقاوس	19243	27581	92919	105233	0	34264	0

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

8	82420	3030	144940	105443	13944	82578	بريكة
1	22858	236	122481	123209	34967	24673	عين توتة
0	23469	0	100196	160565	92424	18935	أريس
0	19380	16960	89501	151536	39287	30453	ثنية العابد
57	556660	41646	1538723	1388000	733113	312171	المجموع

Source : Monographie de santé Batna 2014,DSP, Batna, 2015.

قدمت المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة خلال سنة 2014 ما يقارب المليونين ومائة استشارة عادية واستعجالية، كانت الحصة الأوفر من نصيب مؤسسة باتنة، و مليون وأربعمائة ألف حفنة، كانت الحصة الأوفر منها من نصيب مؤسسة المعذر، وما يزيد عن سبعمائة ألف رعاية صحية، كانت الحصة الأكبر من طرف مؤسسة باتنة، وما يزيد عن ثلاثمائة ألف لقاح، كانت الحصة الأوفر من نصيب مؤسسة بريكة، وما يزيد عن واحد وأربعون ألف ملاحظة، كانت الحصة الأكبر من طرف مؤسسة ثنية العابد.

## 2- أنشطة التوليد والأشعة (التصوير الطبي) والتحليل

باستغلال الموارد المادية والبشرية المتاحة للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية يمكن أن ينتج عن أنشطة التوليد والأشعة (التصوير الطبي) والتحليل مجموعة من المخرجات والمتمثلة أساسا في الاستشارات الصحية للنساء الحوامل، وعدد الولادات، وعدد التحاليل المخبرية، وعدد الأشعة، ويترتب عن نشاط التوليد حصيلة غير مقصودة وغير مرغوبة تتمثل في وفيات الأمهات الحوامل و وفيات الرضع بعد الميلاد. يوضح الجدول رقم (24) الحصيلة المنجزة خلال سنة 2014.

الجدول رقم (24): حصيلة نشاط التوليد والأشعة والتحليل للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

بولاية باتنة سنة 2014

عدد الوفيات بعد الميلاد	عدد الولادات	الاستشارات	الأشعة	عدد التحاليل	م ع ص ج
1	581	0	31659	114229	باتنة

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

0	747	0	17216	66741	المعذر
0	0	0	14694	56372	مروانة
0	245	825	11478	33993	عين جاسر
0	231	1017	5991	7910	رأس العيون
0	0	0	6528	91657	نقاوس
0	844	781	11380	60363	بريكة
0	0	0	14311	128172	عين توتة
0	24	848	11055	50821	أريس
3	431	690	7950	31973	ثنية العابد
4	3103	4161	132262	642231	المجموع

Source : Monographie de santé Batna 2014,DSP, Batna, 2015.

قدمت المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة خلال سنة 2014 في نشاط المخابر ما يقارب خمس وستون ألف عملية تحاليل، الحصة الأوفر كانت من نصيب مؤسسة عين توتة. و حققت في نشاط التصوير بالأشعة ما يفوق مائة واثان وثلاثون ألف صورة، الحصة الأكبر منها كانت من نصيب مؤسسة باتنة. أما عن نشاط التوليد، حققت المؤسسات أكثر من أربعة آلاف استشارة صحية، الحصة الأكبر من طرف مؤسسة رأس العيون، وأكثر من ثلاثة آلاف عملية توليد، الحصة الأكبر منها كانت من نصيب مؤسسة بريكة. ترتب عن نشاط التوليد حصيلة غير مرغوبة تتمثل في أربع وفيات كانت من نصيب مؤسسة ثنية العابد ومؤسسة باتنة.

### 3- نشاط رعاية الأسنان

تتمثل المخرجات الأساسية لنشاط رعاية الأسنان في عدد الأشخاص المستفيدين من خدمة قلع الأسنان، وعدد الرعايات المقدمة، وعدد الاستشارات المقدمة من طرف أطباء الأسنان. ويوضح الجدول رقم (25) الحصيلة المنجزة خلال سنة 2014.

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة  
خلال سنة 2014

الجدول رقم (25): حصيلة نشاط رعاية الأسنان للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة  
سنة 2014

م ع ص ج	قلع الأسنان	الرعايات	الاستشارات
باتنة	15615	6404	22966
المعذر	9175	14524	8357
مروانة	8468	2236	12143
عين جاسر	7555	2554	7139
رأس العيون	7909	2844	11400
نقاوس	6735	4282	8770
بريكة	9937	4769	15492
عين توتة	7482	3928	15324
أريس	5189	478	4397
ثنية العابد	5961	292	4456
المجموع	84026	42311	110444

Source : Monographie de santé Batna 2014,DSP, Batna, 2015.

قدمت المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة خلال سنة 2014 في نشاط رعاية الأسنان أكثر من أربعة وثمانون ألف عملية قلع أسنان، الحصة الأكبر كانت من طرف مؤسسة باتنة، وأكثر من اثنان وأربعون ألف رعاية للأسنان والحصة الأكبر منها تعود إلى مؤسسة المعذر، وأكثر من مائة وعشرة آلاف استشارة طبية والحصة الأكبر منها تعود إلى مؤسسة باتنة.

### المبحث الثالث: أولويات أنشطة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية باستخدام أسلوب عملية التحليل الهرمي

يهدف هذا المبحث إلى إيجاد الأوزان أو الأهمية النسبية لمختلف الأنشطة التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، وذلك عن طريق عملية التحليل الهرمي، بدءاً بهيكل المشكلة وتطوير مصفوفات المقارنات الزوجية، ثم الأولويات والتناسق، و وصولاً إلى الأولويات الكلية والترتيب الشامل.

#### المطلب الأول: هيكل مشكلة الأوزان النسبية للأنشطة بأسلوب عملية التحليل الهرمي

الهدف الرئيسي من وراء هذه العملية هو تحديد الأهمية النسبية التي يحظى بها كل نشاط تمارسه المؤسسة العمومية للصحة الجوارية، ولتحقيق الهدف تم تحديد ثلاث معايير أساسية هي معيار المدخلات ومعيار المخرجات ومعيار طبيعة النشاط. كل معيار من المعايير السابقة يمكن تقييمه من خلال مجموعة من المعايير الفرعية. وفي الأخير هناك سبع أنشطة تقيم في ظل مختلف المعايير الفرعية. إذا هرمية هذه المشكلة تتشكل من أربع مستويات هي:

المستوى الأول: ويعكس الهدف الرئيسي المتمثل في الأهمية النسبية لكل نشاط يمارس من طرف المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

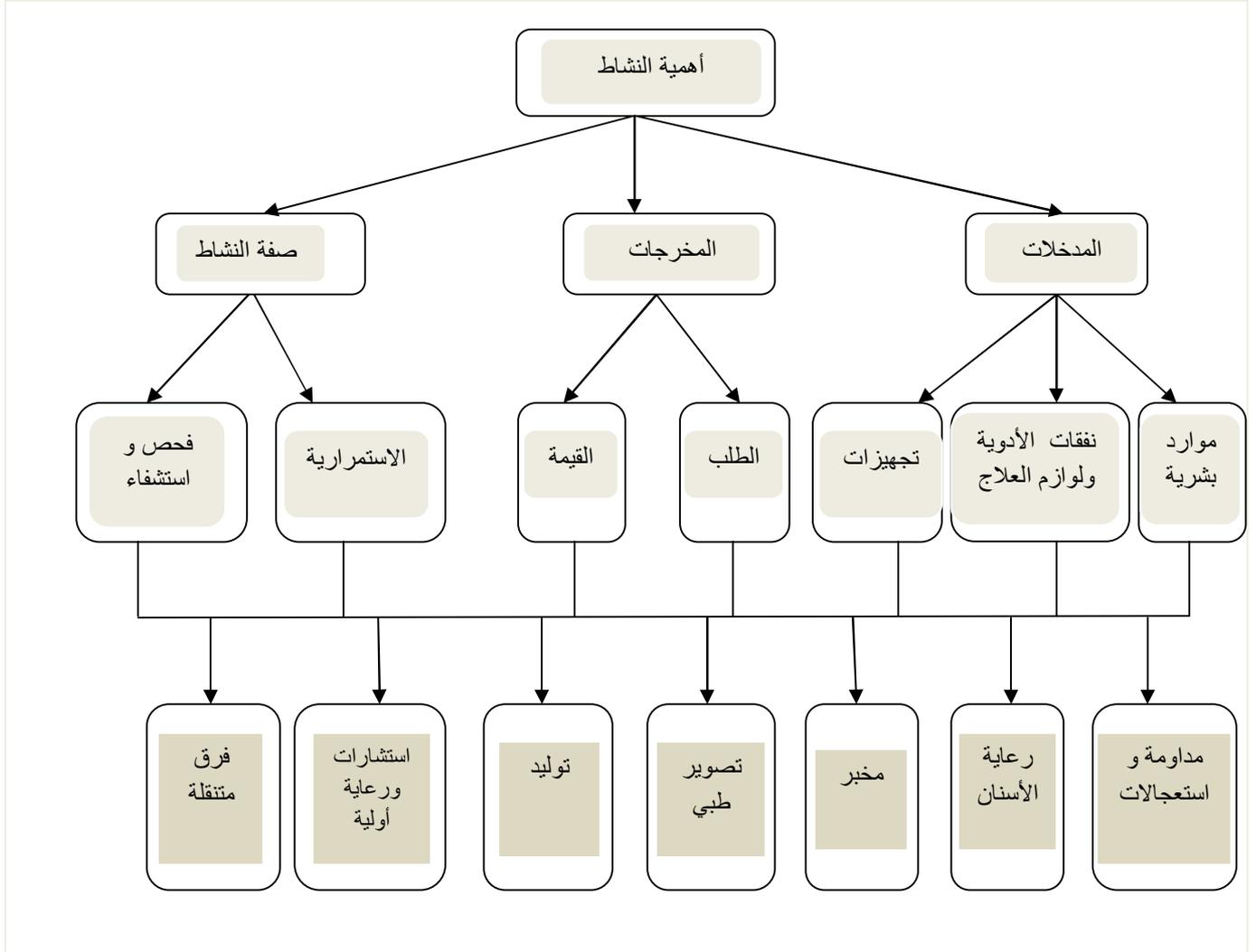
المستوى الثاني: ويتمثل في ثلاث معايير أساسية تسمح بتحديد الأهمية النسبية لكل نشاط وهي المدخلات والمخرجات وصفة النشاط.

المستوى الثالث: وهو مجموعة من المعايير الفرعية للمعايير الأساسية. فيجزأ معيار المدخلات إلى 3 معايير فرعية هي الموارد النقدية المصروفة و حجم التجهيزات وحجم الموارد البشرية، و يجزأ معيار المخرجات إلى معيارين فرعيين يتمثلان في مستوى الطلب على الخدمات التي يقدمها كل نشاط وقيمة (سعر) خدماته، و يجزأ معيار صفة النشاط إلى معيارين فرعيين وهما صفة الاستمرارية أي أن خدمات النشاط تقدم على مدار أيام الأسبوع أو لبعضها فقط و صفة الاستشفاء و صفة الفحص والعلاج.

المستوى الرابع: ويتمثل في مختلف الأنشطة المراد تقييمها والمتمثلة في نشاط الاستجالات والمداومة، ونشاط رعاية الأسنان، ونشاط المخبر، ونشاط التصوير الطبي، ونشاط التوليد، ونشاط الاستشارات و الرعاية الأولية، ونشاط الفرق المتنقلة.

الشكل رقم (26) يوضح هرمية المشكلة.

الشكل رقم (26): هرمية أهمية أنشطة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية



المصدر: من إعداد الباحث

### المطلب الثاني: تطوير مصفوفات المقارنات الزوجية

تحتاج المشكلة المهيكلة إلى تطوير احد عشرة مصفوفة مقارنات زوجية، ولإعداد هذه المصفوفات تم الاعتماد على مقابلة بعض المختصين في مجال تسيير المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، بالإضافة إلى بعض البيانات المتاحة لدى مديرية الصحة والسكان لولاية باتنة والمنشورة في monographie de la santé 2014 والآراء الشخصية.

## 1- مصفوفة المستوى الثاني

يوضح الجدول رقم (26) مصفوفة المقارنات الزوجية بين المعايير الأساسية.

الجدول رقم (26): مصفوفة المقارنات الزوجية بين المعايير الأساسية

الأنشطة	المدخلات	المخرجات	صفة النشاط
المدخلات	1	1	2
المخرجات	1	1	2
صفة النشاط	1/2	1/2	1

المصدر: من إعداد الباحث

وتمثل الأرقام بداخل كل جدول أحكام المقارنة الزوجية حسب السلم المقترح من طرف Saaty الموضحة في الجدول رقم (9). وهذه الأرقام هي نفسها لباقي جداول المقارنة (27-36).

## 2- مصفوفات المستوى الثالث

وتتعلق بالمعايير الفرعية المنبثقة عن المعايير الأساسية.

الجدول رقم (27): مقارنة المعايير الفرعية في ظل معيار المدخلات

الأنشطة	موارد بشرية	نفقات الأدوية	تجهيزات
موارد بشرية	1	1	2
نفقات الأدوية	1	1	2
تجهيزات	1/2	1/2	1

المصدر: من إعداد الباحث

الجدول رقم (28): مقارنة المعايير الفرعية في ظل معيار المخرجات

الأنشطة	الطلب على المخرجات	قيمة المخرجات
الطلب على المخرجات	1	3
قيمة المخرجات	1/3	1

المصدر: من إعداد الباحث

الجدول رقم (29): مقارنة المعايير الفرعية في ظل معيار صفة النشاط

الأنشطة	الاستمرارية	الاستشفائية
الاستمرارية	1	3
الاستشفائية	1/3	1

المصدر: من إعداد الباحث

3- مصفوفات المستوى الرابع

وهو أدنى مستوى ويتم فيه المقارنة الزوجية للبدائل (الأنشطة) على ضوء مختلف المعايير الفردية.

الجدول رقم (30): مقارنة الأنشطة في ظل الموارد البشرية

الأنشطة	مداومة واستعجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتنقلة
مداومة واستعجالات	1	5	5	9	5	1	9
الأسنان	1/5	1	1	2	1	1/5	2
المخبر	1/5	1	1	2	2	1/5	2
التصوير الطبي	1/9	1/2	1/2	1	1/2	1/9	1/2
التوليد	1/5	1	1/2	2	1	1/5	9
الاستشارات والرعاية	1	5	5	9	5	1	9
الفرق المتنقلة	1/9	1/2	1/2	2	1/9	1/9	1

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

الجدول رقم (31): مقارنة الأنشطة في ظل نفقات الأدوية ولوازم العلاج

الأنشطة	مداومة واستعجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتنقلة
مداومة واستعجالات	1	2	1/3	2	2	1/2	4
الأسنان	1/2	1	1/3	2	2	1/2	3
المخبر	3	3	1	3	5	2	8
التصوير الطبي	1/2	1/2	1/3	1	2	1/3	3
التوليد	1/2	1/2	1/5	1/2	1	1/4	2
استشارات ورعاية	2	2	1/2	3	4	1	6
الفرق المتنقلة	1/4	1/3	1/8	1/3	1/2	1/6	1

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على نتائج مقابلة مسؤول الصيدلية ورئيس مصلحة العيادة

الجدول رقم (32): مقارنة الأنشطة في ظل التجهيزات

الأنشطة	مداومة واستعجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتنقلة
مداومة واستعجالات	1	1/3	1/5	1/2	1/3	1	2
الأسنان	3	1	1/2	3	2	3	8
المخبر	5	2	1	4	3	5	9
التصوير الطبي	2	1/3	1/4	1	1/2	2	4

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

5	3	1	2	1/3	1/2	3	التوليد
2	1	1/3	1/2	1/5	1/3	1	استشارات ورعاية
1	1/2	1/5	1/4	1/9	1/8	1/2	الفرق المتقلة

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

الجدول رقم (33): مقارنة الأنشطة في ظل الطلب على الخدمات الصحية

الأنشطة	مداومة واستجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتقلة
مداومة واستجالات	1	4	2	6	6	1	8
الأسنان	1/4	1	1/2	2	2	1/4	3
المخبر	1/2	2	1	3	4	1/2	6
التصوير الطبي	1/6	1/2	1/3	1	2	1/6	4
التوليد	1/6	1/2	1/4	1/2	1	1/6	3
استشارات ورعاية	1	4	2	6	6	1	8
الفرق المتقلة	1/8	1/3	1/6	1/4	1/3	1/8	1

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على نتائج مقابلة رئيس مصلحة العيادة

الجدول رقم (34): مقارنة الأنشطة في ظل قيمة المخرجات

الأنشطة	مداومة واستجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتقلة
مداومة واستجالات	1	1	1/2	2	1/4	1	1
الأسنان	1	1	1/2	2	1/4	1	1
المخبر	2	2	1	3	1/3	2	2
التصوير الطبي	1/2	1/2	1/3	1	1/5	1/2	1/2
التوليد	4	4	3	5	1	4	4
استشارات ورعاية	1	1	1/2	2	1/4	1	1
الفرق المتقلة	1	1	1/2	2	1/4	1	1

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على نتائج مقابلة رئيس مصلحة العيادة

الجدول رقم (35): مقارنة الأنشطة في ظل استمرارية النشاط

الأنشطة	مداومة واستجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتقلة
مداومة واستجالات	1	2	2	2	1	1	7
الأسنان	1/2	1	1	1	1/2	1/2	5
المخبر	1/2	1	1	1	1/2	1/2	5
التصوير الطبي	1/2	1	1	1	1/2	1/2	5
التوليد	1	2	2	2	1	1	7

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

7	1	1	2	2	2	1	استشارات ورعاية
1	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/7	الفرق المتنقلة

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على نتائج مقابلة رئيس مصلحة العيادة

الجدول رقم (36): مقارنة الأنشطة في ظل صفة العلاج

الأنشطة	مداومة واستجالات	الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية	الفرق المتنقلة
مداومة واستجالات	1	1	1	1	2	1	1
الأسنان	1	1	1	1	2	1	1
المخبر	1	1	1	1	2	1	1
التصوير الطبي	1	1	1	1	2	1	1
التوليد	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2
استشارات ورعاية	1	1	1	1	2	1	1
الفرق المتنقلة	1	1	1	1	2	1	1

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على نتائج مقابلة رئيس مصلحة العيادة

وفقا لهذا المعيار يعتبر النشاط مهم إذا كانت صفة العلاج هي الفحص والوقاية أما إذا كانت استشفائية فهي غير مهمة لأنها تناسب المؤسسات الاستشفائية.

المطلب الثالث: اشتقاق الأولويات وحساب التناسق

لحساب الأولويات سيعتمد على برمجية اختيار الخبير Expert choice للباحث Thomas Saaty، وتعتمد هذه الطريقة في اشتقاق الأولويات على طريقة القيمة الذاتية، وتطبيق هذه البرمجية على البيانات السابقة يتم الحصول على الأولويات الخاصة بكل مصفوفة مقارنة زوجية، والجدول الموالية توضح ذلك.

1- أولويات مستوى المعايير الأساسية

الجدول رقم (37): أولويات المعايير الأساسية في ضوء الهدف

الأولويات	المعايير
0,4	المدخلات
0,4	المخرجات
0,2	صفة النشاط

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice قدر معدل التناسق بصفر (الملحق رقم 1) وهو يقل عن الحد الأقصى والمقدر 0.05، إذا النتائج صادقة ويتم الاعتماد عليها عند تطوير الترتيب الشامل.

## 2- أولويات مستوى المعايير الفرعية

### الجدول رقم (38): أولويات المعايير الفرعية لمعيار المدخلات

الأولويات	المعايير الفرعية
0,4	الموارد البشرية
0,4	نفقات الأدوية ولوازم الرعاية
0,2	التجهيزات

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق لهذه الأولويات هو صفر وهو اقل من الحد الأقصى المحدد بـ 0.05 والذي لا يمكن تجاوزه، إذا نتائج هذه الخطوة صادقة ويتم الاعتماد عليها عند تطوير الترتيب الشامل.

### الجدول رقم (39): أولويات المعايير الفرعية لمعيار المخرجات

الأولويات	المعايير الفرعية
0,75	الطلب على الخدمات
0,25	قيمة المخرجات

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق لهذه الأولويات هو صفر وهو اقل من الحد الأقصى المحدد بـ 0.05 والذي لا يمكن تجاوزه، إذا نتائج هذه الخطوة صادقة ويتم الاعتماد عليها عند تطوير الترتيب الشامل. ويلاحظ كذلك التفوق الكبير لمعيار الطلب على الخدمات على معيار قيمة المخرجات.

### الجدول رقم (40): أولويات المعايير الفرعية لمعيار صفة النشاط

الأولويات	المعايير الفرعية
0,75	الاستمرارية
0,25	طبيعة العلاج

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق لهذه الأولويات هو الآخر صفر وهو أقل من الحد الأقصى المحدد بـ 0.05 والذي لا يمكن تجاوزه، إذا نتاج هذه الخطوة صادقة ويتم الاعتماد عليها عند تطوير الترتيب الشامل. ويلاحظ كذلك التفوق الكبير لمعيار استمرارية النشاط على معيار طبيعة العلاج.

### 3- أولويات مستوى البدائل (الأنشطة)

في هذا المستوى تتحدد أولويات كل نشاط في ضوء كل المعايير الفردية، والجدول السبعة الموالية تبين ذلك.

#### الجدول رقم (41): أولويات الأنشطة في ضوء الموارد البشرية

الأولويات	النشاط
0,34	مداومة واسترجالات
0,07	الأسنان
0,083	المخبر
0,034	التصوير الطبي
0,097	التوليد
0,34	استشارات ورعاية
0,035	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق هو 0.06 ويقل عن الحد الأقصى المسموح به والمقدر بـ 0.10، إذا نتاج أولويات الأنشطة في ضوء معيار الموارد البشرية صادقة. في ظل هذا المعيار أهم نشاطين هما نشاط مداومة والاسترجالات ونشاط الاستشارات والرعاية الصحية.

#### الجدول رقم (42): أولويات الأنشطة في ضوء نفقات الأدوية ولوازم الرعاية

الأولويات	النشاط
0,144	مداومة واسترجالات
0,113	الأسنان
0,335	المخبر
0,088	التصوير الطبي
0,059	التوليد
0,226	استشارات ورعاية
0,035	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة  
خلال سنة 2014

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق هو 0.02 وأقل من 0.10، إذا يمكن الوثوق في النتائج المتوصل إليها، وأهم نشاط في ظل هذا المعيار هو نشاط المخبر بأهمية نسبية 0.335.

الجدول رقم (43): أولويات الأنشطة في ضوء التجهيزات

الأولويات	النشاط
0,061	مداومة واسترجالات
0,23	الأسنان
0,362	المخبر
0,1	التصوير الطبي
0,156	التوليد
0,061	استشارات ورعاية
0,03	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق هو 0.01 وأقل من 0.10، إذا يمكن الوثوق في النتائج المتوصل إليها، وأهم نشاط في ظل هذا المعيار هو نشاط المخبر بأهمية نسبية 0.362.

الجدول رقم (44): أولويات الأنشطة في ضوء الطلب على المخرجات

الأولويات	النشاط
0,303	مداومة واسترجالات
0,087	الأسنان
0,166	المخبر
0,065	التصوير الطبي
0,048	التوليد
0,303	استشارات ورعاية
0,027	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

معدل التناسق هو 0.02 وأقل من 0.10، إذا يمكن الوثوق في النتائج المتوصل إليها، وأهم نشاطين في ظل هذا المعيار هما نشاط المخبر ونشاط المداومة والرعاية العامة بأهمية نسبية 0.303.

الجدول رقم (45): أولويات الأنشطة في ضوء قيمة المخرجات

الأولويات	النشاط
0,096	مداومة واسترجالات
0,096	الأسنان
0,175	المخبر

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

0,054	التصوير الطبي
0,386	التوليد
0,096	استشارات ورعاية
0,096	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق هو 0.0057 وأقل من 0.10، إذا يمكن الوثوق في النتائج المتوصل إليها، واهم نشاط في ظل هذا المعيار هو نشاط التوليد بأهمية نسبية 0.386.

الجدول رقم (46): أولويات الأنشطة في ضوء استمرارية النشاط

الأولويات	النشاط
0,213	مداومة واسترجالات
0,112	الأسنان
0,112	المخبر
0,112	التصوير الطبي
0,213	التوليد
0,213	استشارات ورعاية
0,026	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice معدل التناسق هو 0.00292 وأقل من 0.10، إذا يمكن الوثوق في النتائج المتوصل إليها، وهناك ثلاث أنشطة هامة ومتساوية الأهمية وهي أنشطة المداومة والاسترجالات، والتوليد، والاستشارات والرعايات، بأهمية نسبية 0.213 لكل واحدة منها.

الجدول رقم (47): أولويات الأنشطة في ضوء طبيعة العلاج

الأولويات	النشاط
0,154	مداومة واسترجالات
0,154	الأسنان
0,154	المخبر
0,154	التصوير الطبي
0,077	التوليد
0,154	استشارات ورعاية
0,154	فرق متنقلة

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة  
خلال سنة 2014

معدل التناسق هو صفر وأقل من 0.10، إذا يمكن الوثوق في النتائج المتوصل إليها، وفقا لهذا المعيار كل الأنشطة متساوية الأهمية سوى نشاط واحد يقل عنهم أهمية وهو نشاط التوليد.

المطلب الرابع: دمج الأولويات واشتقاق الأهمية النسبية

بدمج الأولويات بدءا من أعلى الهرم وبالالاتجاه نحو أسفله، يمكن اشتقاق الأهمية النسبية الكلية لكل نشاط، والجدول رقم (48) يوضح ذلك.

الجدول رقم (48): الأهمية النسبية للأنشطة

الرتبة	الأهمية النسبية	النشاط
2	0,223	مداومة واستعجالات
5	0,11	الأسنان
3	0,179	المخبر
6	0,083	التصوير الطبي
4	0,125	التوليد
1	0,234	استشارات ورعاية
7	0,046	فرق متنقلة
/	1	المجموع

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice قدر معدل التناسق الكلي بـ 0,01 ومنه فان نتائج الجدول صادقة ويعتمد عليها. ووفقا لنتائج أسلوب عملية التحليل الهرمي فإن أهم نشاط هو نشاط الاستشارات والرعايات العامة بأهمية نسبية 0.234، ثم نشاط مداومة والاستعجالات بأهمية نسبية 0.223، ويليه نشاط المخبر بأهمية نسبية 0.179، ثم نشاط التوليد بأهمية نسبية 0.125، ثم نشاط رعاية الأسنان بأهمية نسبية 0.11، ثم نشاط التصوير الطبي (الأشعة) بأهمية نسبية 0.083، وفي الأخير يأتي نشاط الفرق المتنقلة بأهمية نسبية 0.046.

باستخدام هذه الأوزان يمكن الوصول إلى الكفاءة الكلية لكل مؤسسة عمومية للصحة الجوارية، ويتم حسابها من خلال عملية ضرب كفاءة النشاط المعني في الأهمية النسبية للنشاط. بما أن بعض المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لا تمارس بعض الأنشطة، فهنا يطرح مشكل الترجيح، فمثلا مؤسسة نقاوس لا تمارس نشاط التوليد، فهي تضيع الوزن النسبي 0.125، بمعنى أن كفاءتها ترجح

## الفصل الخامس: تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي بالمؤسسات العمومية للصحة الجوارية بباتنة

خلال سنة 2014

بمجموع أوزان يقدر بـ 0.875 بدلا من الواحد الصحيح، ونفس الكلام ينطبق على مؤسستي مروانة وعين توتة بالنسبة لنشاط التوليد، ومؤسستي أريس وثنية العابد فيما يخص نشاط الفرق المتقلة.

إذا نحن بحاجة إلى جدولين إضافيين لتحديد الأهمية النسبية، الأول يغفل نشاط التوليد وتطبق أوزانه مع مؤسسات نقاوس ومروانة وعين توتة، والثاني يغفل نشاط الفرق المتقلة وتطبق أوزانه لحساب الكفاءة الكلية لمؤسستي أريس وثنية العابد.

الجدول رقم (49) يوضح الأهمية النسبية للأنشطة في حالة إغفال نشاط التوليد.

الجدول رقم (49): الأهمية النسبية للأنشطة مع إهمال نشاط التوليد

الرتبة	الأهمية النسبية	النشاط
2	0,25	مداومة واستعجالات
4	0,126	الأسنان
3	0,208	المخبر
5	0,093	التصوير الطبي
1	0,262	استشارات ورعاية
6	0,061	فرق متنقلة
/	1	المجموع

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

قدر معدل التناسق الكلي بـ 0,01 ومنه فان نتائج الجدول صادقة ويعتمد عليها.

الجدول رقم (50): الأهمية النسبية للأنشطة مع إهمال نشاط الفرق المتقلة

الرتبة	الأهمية النسبية	النشاط
2	0,238	مداومة واستعجالات
5	0,114	الأسنان
3	0,188	المخبر
6	0,084	التصوير الطبي
4	0,126	التوليد
1	0,25	استشارات ورعاية
/	1	المجموع

المصدر: مخرجات برمجية Expert choice

من مخرجات برمجية Expert choice قدر معدل التناسق الكلي بـ 0,01 ومنه فان نتائج الجدول صادقة ويعتمد عليها.

### خلاصة الفصل الخامس

استعرض الفصل الخامس تطبيق أسلوب عملية التحليل الهرمي في المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، حيث تطرق في البداية إلى القطاع الصحي بولاية باتنة من خلال التطرق إلى مديرية الصحة بولاية باتنة، وكذلك المؤسسات العمومية التي يمكن أن تشرف عليها. تمثلت هذه المؤسسات في: المركز الاستشفائي الجامعي، المؤسسات المتخصصة، المؤسسات العمومية الاستشفائية، المؤسسات العمومية للصحة الجوارية.

تعتبر المؤسسات العمومية للصحة الجوارية من المؤسسات المهمة في كل ولاية، وتتكون من مجموعة من عيادات متعددة الخدمات وقاعات العلاج تغطي مجموعة من السكان. ويسند إليها القيام بالمهام التالية: الوقاية والعلاج القاعدي، تشخيص المرض، الفحوص الخاصة بالطب العام والطب التخصص القاعدي، الأنشطة المرتبطة بالصحة الإنجابية والتخطيط العائلي، تنفيذ البرامج الوطنية للصحة والسكان.

وتمارس هذه المؤسسات مجموعة من الأنشطة، يمكن حصرها في نشاط الاستجالات والمداومة، نشاط التصوير الطبي، نشاط التوليد، نشاط الاستشارات والرعاية الأولية، نشاط المخبر، نشاط رعاية الأسنان، و نشاط الفرق المتنقلة. هذه الأنشطة تختلف في أهميتها باختلاف المعيار أو زاوية النظر، ومن أجل الوقوف على الأهمية الحقيقية لكل واحد منها تم استخدام أسلوب عملية التحليل الهرمي، ورتبت الأنشطة من أكثر أهمية إلى أقل أهمية على هذا النحو: الاستشارات والرعاية الأولية (0.234)، الاستجالات والمداومة (0.223)، نشاط المخبر (0.179)، نشاط التوليد (0.125)، نشاط الأسنان (0.11)، نشاط التصوير الطبي (0.083)، نشاط الفرق المتنقلة (0.046).

## الفصل السادس:

تحسين كفاءة المؤسسات العمومية  
للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام  
أسلوبي تحليل مغلف البيانات و عملية  
التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب  
تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

تمهيد

سيتم في هذا الفصل تقييم كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة بدمج أسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي. باعتبار أن هذه المؤسسات تمارس مجموعة من الأنشطة التي يمكن حصرها أساسا في: نشاط الاستعجالات والمداومة، نشاط التصوير الطبي، نشاط التوليد، نشاط الاستشارات والرعايات الأولية، نشاط المخبر، نشاط رعاية الأسنان، وفي الأخير نشاط الفرق المتنقلة. من غير اللائق جمع مدخلات كل الأنشطة في مجموعة واحدة وكذلك جمع مخرجات كل الأنشطة في مجموعة واحدة ثم يحدد نموذج معين من نماذج تحليل مغلف البيانات وتحسب الكفاءة الكلية. مما لا شك فيه ستطو وتبرز بعض الإشكالات الجوهرية من أهمها هو ربط بعض المخرجات ببعض المدخلات التي لا تمد لها بصلة، على سبيل المثال ربط عدد التحاليل بتقنيو التصوير الطبي، فمن غير المنطقي ربط نتيجة ما بعامل لا يعينها بتاتا. كذلك تطبيق نموذج مع بيانات لا ثلاثمه، كما هو الشأن عند معالجة مشكل المخرجات غير المرغوبة (مثلا الوفيات) بنموذج **Zhu و Seiford (2002)**، فنموذجهما يقتضي الاعتماد على نموذج العوائد المتغيرة **BCC** وبالتالي يتحتم تطبيقه على كل المدخلات والمخرجات وبالتالي تجاهل نموذج عوائد الحجم الثابتة **CCR**. كذلك مشكل آخر يمس أكثر حالة المؤسسات المعنية بالدراسة وهي 10 مؤسسات، فلو عددنا مدخلاتها ومخرجاتها لوجدناه يتجاوز عدد المؤسسات، وهذا ما يفقد نموذج تحليل مغلف البيانات فاعليته في حساب الكفاءة وتمايزها. كذلك عند تحليل الأنشطة يتضح أن بعضا منها يتشكل من مجموعة من المراحل والبعض الآخر يتشكل من مرحلة وحيدة، وتطبيق نموذج واحد لحساب الكفاءة الكلية ينتج عنه تجاهل المراحل التي تقتضيها بعض المراحل وبالتالي يطبق نموذج المرحلة الواحدة أو ما يسمى بالنموذج التقليدي، والنتيجة هي نتائج مظلمة، لان تعدد المراحل يتطلب نموذج تحليل مغلف البيانات للمرحلتين .

للتغلب على هذا النوع من الإشكالات، يقترح حساب كفاءة كل نشاط على حدة، فبحسب البيانات وعدد المراحل يمكن اختيار النموذج المناسب، ثم تحسب كفاءة النشاط من خلال تحديد مدخلاته ومخرجاته وتحدد المؤسسات الكفوة و المؤسسات المرجعية والتحسينات المطلوبة على اساس النشاط.

بهذا الإجراء سيتم التغلب على العقبات السابقة، لكن يترتب عليه مرة أخرى إشكال آخر يتمثل في عدم القدرة على حساب الكفاءة الكلية لكل مؤسسة، فلا يمكن اعتبار الكفاءة الكلية على أنها متوسط حسابي لكفاءات الأنشطة، لأن الأنشطة تتباين في أهميتها. لتجاوز هذا الإشكال سيتم اعتبار أن الكفاءة الكلية لكل مؤسسة هي الوسط المرجح لكفاءات الأنشطة التي تمارسها، وبطبيعة الحال سيكون الترتيب بأوزان الأنشطة التي تم التوصل إليها باستخدام أسلوب عملية التحليل الهرمي.

ولحساب مختلف النتائج، سيعتمد في حساب مختلف المقاييس الإحصائية برنامج اكسل 2007، وفي حساب الكفاءة والتحسينات المطلوبة على برنامجي 2007 XLDEA 2.1 و LIPS. يتم اللجوء إلى برنامج LIPS في حالة تعذر استعمال برنامج 2007 XLDEA 2.1 بسبب عدم توفره على بعض النماذج الحديثة، وبالتالي الحل سيكون يدوي بالاستعانة بكل من LIPS و اكسل 2007.

كما انه سيتم استعمال أيضا البيانات التي تستخرج من منشور مديرية الصحة لولاية باتنة سنة 2015 " MONOGRAPHIE DE LA SANTE de Batna année 2014 ". يقدم هذا المنشور معلومات حول القطاع الصحي بالولاية في أربع أجزاء، الأول يخص الهياكل، والثاني يخص المستخدمين (الموارد البشرية)، والثالث التجهيزات، والرابع حصيلة النشاط.

#### المبحث الأول: دراسة كفاءة نشاطي الاستعجالات والمداومة والاستشارات والرعاية الأولية

يعتبر نشاطي الاستعجالات والمداومة والاستشارات والرعاية الأولية من أهم الأنشطة التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، فلا تخلو أي مؤسسة منهما على مستوى ولاية باتنة.

#### المطلب الأول: كفاءة نشاط الاستعجالات والمداومة

نشاط الاستعجالات والمداومة هو النشاط الأدنى والضروري الذي تقدمه المؤسسات العمومية للصحة الجوارية فقط خلال كل ساعات أيام الأعياد والمناسبات و خلال الأيام العادية بدءا من الساعة الرابعة مساء حتى الساعة الثامنة صباحا. ويكون نشاط المداومة عموما في بعض العيادات المتعددة الخدمات التابعة للمؤسسة العمومية للصحة الجوارية وليس كلها.

## 1- مدخلات ومخرجات نشاط الاستعجالات والمداومة

يوضح الجدول رقم (51) أهم المدخلات المستعملة لتنفيذ هذا النشاط وكذلك أهم المخرجات المترتبة عنه.

الجدول رقم (51): مدخلات ومخرجات نشاط المداومة والاستعجالات

م ع ص ج	المداومات الطبية	الأسرة	الاستشارات	الملاحظات خلال 24 ساعة	عدد الوفيات
باتنة	3	6	249251	4551	2
المعذر	3	9	28404	0	7
مروانة	2	4	22858	236	1
عين جاسر	2	8	49810	15772	34
رأس العيون	1	4	23946	861	4
نقاوس	1	5	34264	0	0
بريكة	2	5	82420	3030	8
عين توتة	2	4	22858	236	1
أريس	3	18	23469	0	0
ثنية العابد	3	8	19380	16960	0

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

فيما يلي شرح موجز لمدخلات ومخرجات هذا النشاط:

- المداومات الطبية: وتقاس بعدد مرات أدائها، فمثلا مؤسسة مروانة لها مداومتين، أي أن هناك عيادتين بالمنطقة التي تغطيها تقومان بالمداومة.
- الأسرة: وتقاس بعدد الأسرة المتاحة من أجل القيام بنشاط المداومة والاستعجالات.
- الاستشارات: وتقاس بعدد الفحوصات التي يقوم بها طاقم المداومة أثناء اشتغاله.
- الملاحظات خلال 24 ساعة: وهم المرضى الذين يتلقون الفحوصات والعلاج ويبقون داخل المؤسسة لمدة قد تصل إلى 24 ساعة كحد أقصى.
- الوفيات: وتقاس بعدد الأفراد الذين يتوفون داخل المؤسسة وأثناء تلقي العلاج.

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

ومن خلال الجدول رقم (52) يمكن عرض مجموعة من المقاييس الإحصائية التي تقدم فكرة عن هذا النشاط.

الجدول رقم (52): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط الاستجالات والمدومة

المجموع	الانحراف المعياري	المتوسط	القيمة الدنيا	القيمة القصوى	المتغيرات	
22	0,7888	2,2	1	3	المدومة الطبية	المدخلات
71	4,2544	7,7	4	18	عدد الأسرة	
556600	70662,49	55600	19380	249251	الاستشارات	المخرجات
41646	6613,99	4164,6	0	16960	الملاحظات خلال 24 ساعة	
57	10,36	5,7	0	34	عدد الوفيات	

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

يلاحظ من الجدول السابق أن نشاط المدومة والاستجالات ترتب عنه حصيلة غير مرغوبة، وهي عدد الوفيات، إذا نموذجاً CCR أو BCC لا يمكن استخدامهما في قياس كفاءة هذا النشاط لكونهما يعتبران كل المدخلات وكل المخرجات جيدة ومرغوب فيها. إذا في مثل هذه الحالات يجب استخدام نموذج تحليل مغلف البيانات بمتغيرات غير مرغوبة، وسيعتمد على نموذج **Zhu و Seiford (2002)**، وحسب هذا النموذج فإنه سيتم تحويل العناصر غير المرغوبة إلى عناصر خطية ثم إدراجها في نموذج تحليل مغلف البيانات التقليدي BCC. تم اقتراح التحويل الخطي المتناقص  $\bar{W}_{tj} = -W_{tj} + v \geq 0$ ، حيث  $W_{tj}$  تعبر عن المخرجات غير المرغوبة، و  $v$  يمثل شعاع الانتقال الذي يضمن عدم سلبية  $\bar{W}_{tj}$  ولتحديد قيمة كافية لذلك يتم ضرب كل المخرجات غير المرغوبة في (-1) ثم نبحث عن القيمة التي تجعل كل القيم غير سالبة. وبحسب حالتنا فإن العدد  $v = 35$  كاف من أجل إجراء التحويل، والنتائج المعدلة تصبح على هذا النحو كما يبينه الجدول رقم (53).

جدول رقم (53): مدخلات ومخرجات نشاط المدومة والاستجالات بعد تعديل متغير الوفيات

م ع ص ج	المدومات الطبية	الأسرة	الاستشارات	الملاحظات خلال 24 ساعة	عدد الوفيات المعدلة
باتنة	3	6	249251	4551	33

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

28	0	28404	9	3	المعذر
34	236	22858	4	2	مروانة
1	15772	49810	8	2	عين جاسر
31	861	23946	4	1	رأس العيون
35	0	34264	5	1	نقاوس
27	3030	82420	5	2	بريكة
34	236	22858	4	2	عين توتة
35	0	23469	18	3	أريس
35	16960	19380	8	3	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده بتعديل الجدول رقم (52)

الآن يمكن تطبيق نموذج BCC على البيانات المعدلة واستعمال برنامج XLDEA 2.1 في عملية الحل مع إجراء بعض التعديلات على النتائج المتحصل عليها. وكما تم الإشارة إليه سابقاً، هناك توجيهين عند حساب الكفاءة وتحديد التحسينات المطلوبة هما توجه المدخلات وتوجه المخرجات.

## 2- كفاءة نشاط الاستجالات والمداومة بتوجه المدخلات

ويقصد بهذا التوجه هو أن تستعمل المؤسسات الصحية غير كفؤة كمية أقل من الموارد للحفاظ على حجم حصيلة النشاط كما هي. نتائج الكفاءة باستخدام نموذج Seiford و Zhu (2002) والوحدات المرجعية موضحة في الجدول رقم (54).

جدول رقم (54): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط الاستجالات والمداومة

المؤسسات المرجعية	نتيجة الكفاءة	م ع ص ج
	1,0000	باتنة
رأس العيون	0,4488	المعذر
	1,0000	مروانة
	1,0000	عين جاسر
	1,0000	رأس العيون
	1,0000	نقاوس
باتنة، رأس العيون، ثنية العابد	0,9643	بريكة

## الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

### تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

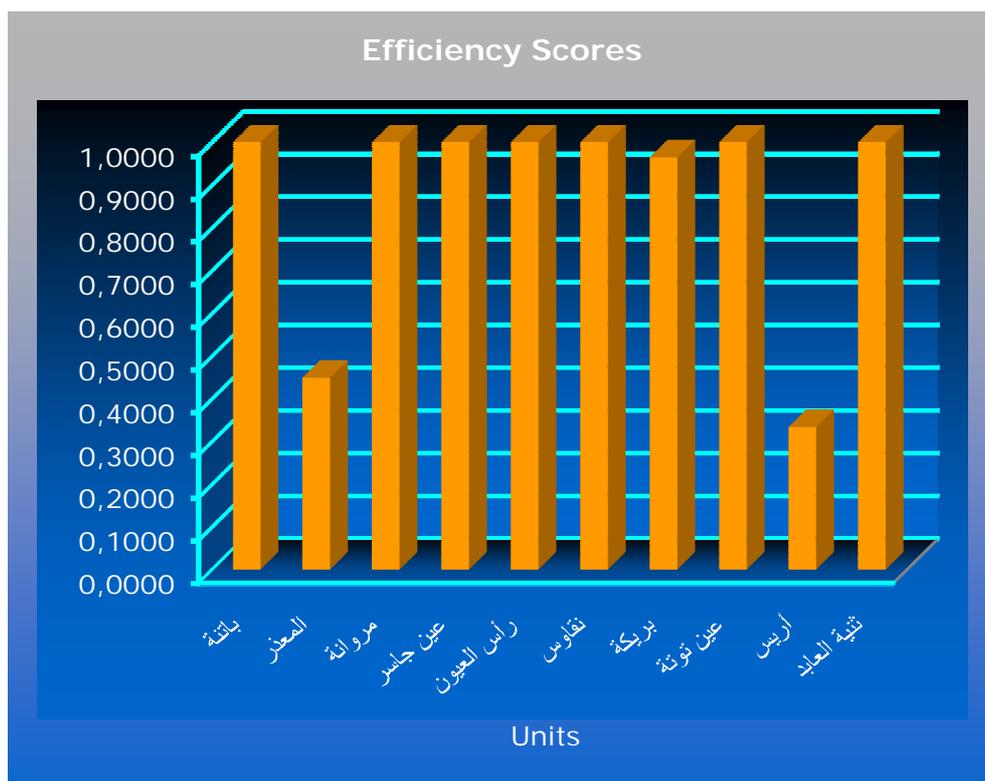
	1,0000	عين توتة
نقاوس	0,3333	أريس
	1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

من الجدول السابق يتضح أن هناك ثلاث مؤسسات عمومية للصحة الجوارية لا تتمتع بالكفاءة التامة من خلال مزاولتها لنشاط المداومة والاستعجالات و طبقاً لتوجه المدخلات، فهي مطالبة بتخفيض في بعض الموارد المستعملة من أجل تحسين كفاءتها.

والشكل الموالي يوضح مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستعجالات والمداومة.

الشكل رقم (25): مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستعجالات والمداومة



المصدر: مخرجات XLDEA 2.1

ومن أجل أن تصبح المؤسسات العمومية للصحة الجوارية المعذر و بريكّة و ثنية العابد كفؤة تماماً فهي مطالبة بإجراء مجموعة من التخفيضات في الموارد، الجدول رقم (55) يبين التحسينات المطلوبة.

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الجدول رقم (55): التحسينات المطلوبة لنشاط الاستعجالات والمداومة

عدد الأسرة		المداومات الطبية			م ع ص ج	
نسبة التخفيض	المستهدف	الفعلي	نسبة التخفيض	المستهدف		الفعلي
0,00%	6,00	6	0,00%	3,00	3	باتنة
55,12%	4,04	9	65,35%	1,04	3	المعذر
0,00%	4,00	4	0,00%	2,00	2	مروانة
0,00%	8,00	8	0,00%	2,00	2	عين جاسر
0,00%	4,00	4	0,00%	1,00	1	رأس العيون
0,00%	5,00	5	0,00%	1,00	1	نقاوس
3,57%	4,82	5	16,41%	1,67	2	بريكة
0,00%	4,00	4	0,00%	2,00	2	عين توتة
72,22%	5,00	18	66,67%	1,00	3	أريس
0,00%	8,00	8	0,00%	3,00	3	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

3- كفاءة نشاط الاستعجالات والمداومة بتوجه المخرجات

بهذا التوجه، المؤسسات العمومية للصحة الجوارية مطالبة بالحصول على أفضل حصيلة من نشاط المداومة والاستعجالات ( عدد أقصى من الاستشارات و الملاحظات التي لا تتجاوز 24 ساعة و عدد أدنى من الوفيات).

الجدول رقم (56): نتائج الكفاءة والوحدات المرجعية لنشاط الاستعجالات والمداومة

المؤسسات المرجعية	نتيجة الكفاءة	م ع ص ج
	1,0000	باتنة
باتنة، نقاوس	0,8003	المعذر
	1,0000	مروانة
	1,0000	عين جاسر
	1,0000	رأس العيون

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

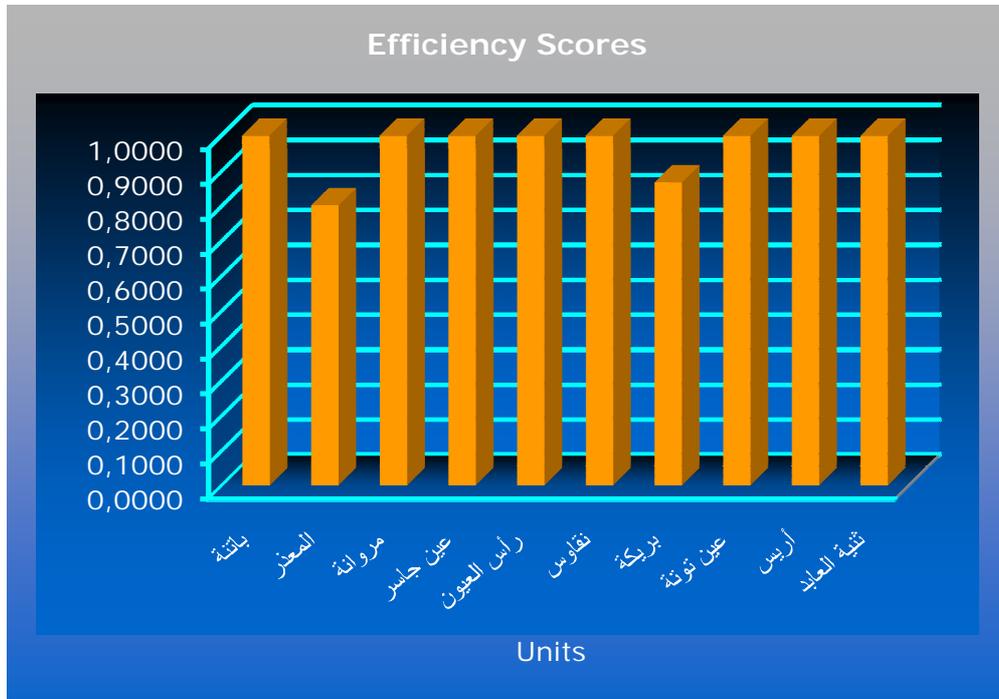
	1,0000	نقاوس
باتنة، رأس العيون، ثنية العابد	0,8659	بريكة
	1,0000	عين توتة
نقاوس	1,0000	أريس
	1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

يلاحظ وفقاً لتوجه المخرجات أن هناك ثلاث مؤسسات صحية فقط لم تحقق الكفاءة التامة، كما هو الحال بتوجه المدخلات، كما نلاحظ أن المؤسسة العمومية للصحة الجوارية أريس حققت نتيجة واحد ومع ذلك فهي غير كفؤة وتسمى هذه الحالة بالكفاءة الضعيفة (weak efficiency) وهي مطالبة بالتحسينات وفقاً لنتائج مؤسسة نقاوس. نذكر بأن نموذج BCC أو ما يعرف بعوائد الحجم المتغيرة ليس بالضرورة المؤسسة التي تكون مرجعية لمؤسسة غير كفؤة بأحد التوجهات يجب أن تكون مرجعية لها بالتوجه الآخر كما هو الشأن مع نموذج CCR.

والشكل الموالي يوضح مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستجالات والمداومة.

الشكل رقم (26): مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستجالات والمداومة



المصدر: مخرجات XLDEA 2.1

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

بما أن تم تعديل البيانات المتعلقة بمخرج الوفيات غير المرغوب ويعود السبب في ذلك إلى عدم توفر نماذج العوامل غير المرغوبة في برنامج XLDEA 2.1، يجب الآن حساب القيم المستهدفة للوفيات المرغوبة، ويتم حسابها بموجب الصيغة التالية:

$$\widehat{w}_{to} = v_t - (\phi_o^* \bar{w}_{to} + s_t^{+*}), \phi_o^* = \frac{1}{\theta^*}$$

والجدول رقم (57) يوضح مختلف العمليات.

الجدول رقم (57): حساب الوفيات المستهدفة لنشاط الاستجالات والمداومة

م ع ص ج	$\theta^*$	$\phi_o^*$	$s_t^{+*}$	$v_t$	$\bar{w}_{to}$	$\widehat{w}_{to}$
باتنة	1,0000	1	0,00	35	33	2
المعذر	0,8003	1,2495915	0,00	35	28	0,01143678
مروانة	1,0000	1	0,00	35	34	1
عين جاسر	1,0000	1	0,00	35	1	34
رأس العيون	1,0000	1	0,00	35	31	4
نقاوس	1,0000	1	0,00	35	35	0
بريكة	0,8659	1,1548791	0,82	35	27	2,99999849
عين توتة	1,0000	1	0,00	35	34	1
أريس	1,0000	1	0,00	35	35	0
ثنية العابد	1,0000	1	0,00	35	35	0

المصدر: من إعداد الباحث

انطلاقاً من مخرجات برنامج XLDEA 2.1 و العمود الأخير من الجدول السابق، يمكن إعداد جدول التحسينات المطلوبة من المؤسسات الصحية غير كفوّة.

الجدول رقم (58): التحسينات المطلوبة لنشاط الاستجالات والمداومة

م ع ص ج	الاستشارات		الملاحظات خلال 24 ساعة		عدد الوفيات	
	فعلية	مستهدفة	فعلية	مستهدفة	فعلية	مستهدفة
باتنة	249251	249251	4551	4 551,00	2	2,00
المعذر	28404	35493,4	0	26,02	7	0,01
مروانة	22858	22858	236	236,00	1	1,00

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

34,00	34	15 772,00	15772	49810	49810	عين جاسر
4,00	4	861,00	861	23946	23946	رأس العيون
0,00	0	0,00	0	34264	34264	نقاوس
3,00	8	3 499,28	3030	95185,13	82420	بريكة
1,00	1	236,00	236	22858	22858	عين توتة
0,00	0	12 300,67	0	23469	23469	أريس
0,00	0	16 960,00	16960	19380	19380	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1 و الجدول رقم (57)

يبين الجدول السابق أن المؤسسة العمومية للصحة الجوارية المعذر مطالبة بزيادة عدد استشاراتها إلى 35493 استشارة وملاحظاتها إلى 26 ملاحظة، وخفض عدد وفياتها إلى الصفر، أما المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بريكة فهي مطالبة بزيادة استشاراتها إلى 95185 استشارة وملاحظاتها إلى 3499 ملاحظة، وخفض عدد وفياتها إلى 3 وفيات، ومؤسسة أريس مطالبة بزيادة ملاحظاتها إلى 12300 ملاحظة.

المطلب الثاني: كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية

من خلال هذا النشاط يتم تقديم مجموعة من الخدمات العلاجية والوقائية الأساسية والمتمثلة في الاستشارات الطبية، والحقن، والرعايات واللقاحات. ومن أجل تقديم هذه الخدمات تستغل المؤسسات الصحية مجموعة من الموارد البشرية والمادية المتمثلة في الأطباء ومرضى الرعاية العامون وآلات التعقيم.

1- مدخلات ومخرجات نشاط الاستشارات والرعاية الأولية

الجدول رقم (59): مدخلات ومخرجات نشاط الاستشارات والرعاية الأولية

م ع ص ج	الأطباء	مرضى الرعاية العامون	آلات التعقيم	الاستشارات الطبية	الحقن	الرعايات	اللقاحات
باتنة	115	208	29	498288	158446	356994	42091
المعذر	38	89	27	170716	189326	64643	12894
مروانة	43	104	21	121568	151536	39287	30453
عين جاسر	45	98	44	85604	108104	33205	26112

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

24739	30781	146916	100196	38	77	32	رأس العيون
19243	27581	92919	105233	23	93	28	نقاوس
82578	13944	105443	144940	31	103	52	بريكة
24673	34967	123209	122481	16	100	42	عين توتة
18935	92424	160565	100196	32	166	45	أريس
30453	39287	151536	89501	36	172	37	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على 2014 Monographie de santé

فيما يلي شرح موجز لمدخلات ومخرجات هذا النشاط:

- الأطباء: و أغلبهم عامون إلا في بعض المؤسسات أين يوجد مختصين، ووحدة قياسهم هي العدد المتاح منهم في كل مؤسسة.
- ممرضي الرعاية العامة: وحدة القياس هي عدد الممرضين المتاح في كل مؤسسة.
- آلات التعقيم: وحدة القياس هي عدد الآلات المتاح في كل مؤسسة.
- الاستشارات الطبية: وتقاس بعدد الاستشارات التي أنجزها الأطباء في كل مؤسسة.
- الحقن: وحدة القياس هي عدد الحقن المنجزة من قبل كل مؤسسة.
- الرعاية: وحدة القياس هي عدد الرعاية المنجزة من قبل كل مؤسسة.
- اللقاحات: وحدة القياس هي عدد اللقاحات المنجزة من قبل كل مؤسسة.

والجدول رقم (60) يعطي فكرة عامة عن مدخلات ومخرجات نشاط المخبر من خلال عرضه لمجموعة من المقاييس الإحصائية المهمة.

الجدول رقم (60): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط المخبر

المجموع	الانحراف المعياري	المتوسط	القيمة الدنيا	القيمة القصوى	المتغيرات	
477	24,630829	47,7	28	115	الأطباء	المدخلات
1210	44,123563	121	77	208	ممرضي الرعاية العامون	
297	8,4070076	29,7	21	44	آلات التعقيم	
1538723	123804,03	153872,3	85604	498288	الاستشارات الطبية	المخرجات
1388000	30195,506	138800	92919	189326	الحقن	
733113	102053,89	73311,3	13944	356994	الرعايات	

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

312171	19715,108	31217,1	12894	82578	اللقاءات	
--------	-----------	---------	-------	-------	----------	--

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

2- كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية بتوجه المدخلات

نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية باستخدام نموذج CCR وبتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (61).

الجدول رقم (61): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية

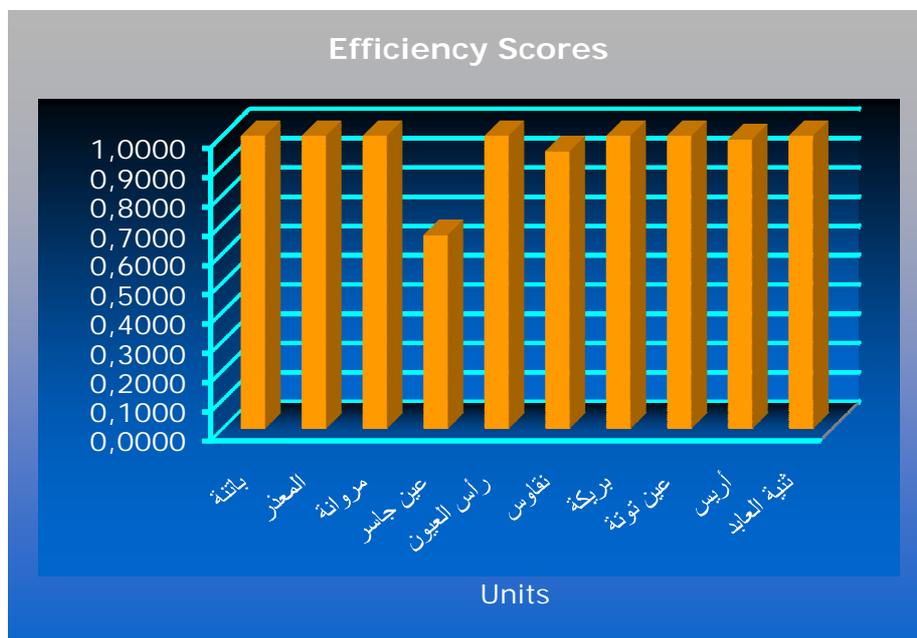
م ع ص ج	نتيجة الكفاءة	المؤسسات المرجعية	المتغيرات الراكدة		
			الأطباء	ممرضي الرعاية العامون	آلات التعقيم
باتنة	1,0000		0,00	0,00	0,00
المعذر	1,0000		0,00	0,00	0,00
مروانة	1,0000		0,00	0,00	0,00
عين جاسر	0,6614	باتنة، المعذر، رأس العيون، بريكة	0,00	0,00	9,33
رأس العيون	1,0000		0,00	0,00	0,00
نقاوس	0,9477	المعذر بويكة	0,00	28,95	3,88
بريكة	1,0000		0,00	0,00	0,00
عين توتة	1,0000		0,00	0,00	0,00
أريس	0,9884	باتنة، المعذر، ثنية العابد	0,00	51,61	5,12
ثنية العابد	1,0000		0,00	0,00	0,00

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

يلاحظ أن اغلب المؤسسات كفاءة ماعدا ثلاثة، منها مؤسستي نقاوس و أريس قريبتين من تحقيق الكفاءة التامة، أما مؤسسة عين جاسر فكفاءتها متوسطة.

والشكل الموالي يوضح مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية.

الشكل رقم (27): مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية



المصدر: مخرجات XLDEA 2.1

والتخفيضات المطلوبة مبينة في الجدول رقم (62).

الجدول رقم (62): التحسينات المطلوبة لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية

آلات التعقيم		ممرضى الرعاية العامة		الأطباء		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
29,00	29	208,00	208	115,00	115	باتنة
27,00	27	89,00	89	38,00	38	المعذر
21,00	21	104,00	104	43,00	43	مروانة
19,77	44	64,82	98	29,76	45	عين جاسر
38,00	38	77,00	77	32,00	32	رأس العيون
17,92	23	59,19	93	26,54	28	نقاوس
31,00	31	103,00	103	52,00	52	بركة
16,00	16	100,00	100	42,00	42	عين توتة
26,51	32	112,46	166	44,48	45	أريس
36,00	36	172,00	172	37,00	37	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

يتضح من الجدول السابق انه بمؤسسة عين جاسر 15 طبيب و 23 ممرض غير منتجين و 24 آلة تعقيم عاطلة، وبمؤسسة نقاوس طبيب و 33 ممرض غير منتجين و 5 آلات تعقيم عاطلة، وبمؤسسة أريس 53 ممرض غير منتج و 5 آلات تعقيم عاطلة.

3- كفاءة نشاط الاستشارات والرعاية الأولية بتوجه المخرجات

نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية باستخدام نموذج CCR و بتوجه المخرجات موضحة في الجدول رقم (63).

الجدول رقم (63): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية

المتغيرات الراكدة				المؤسسات المرجعية	نتيجة الكفاءة	م ع ص ج
اللقاحات	الرعايات	الحقن	الاستشارات الطبية			
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	باتنة
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	المعذر
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	مروانة
0,00	0,00	0,00	25 467,26	باتنة، المعذر، رأس العيون، بركة	0,6614	عين جاسر
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	رأس العيون
0,00	5 811,05	15 066,26	0,00	المعذر بركة	0,9477	نقاوس
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	بركة
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	عين توتة
0,00	0,00	0,00	82 459,50	باتنة، المعذر، ثنية العابد	0,9884	أريس
0,00	0,00	0,00	0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

والتحسينات المطلوبة من المؤسسات بتوجه المخرجات يوضحها الجدول رقم (64).

الجدول رقم (64): التحسينات المطلوبة لنشاط الاستشارات والرعاية الأولية

اللقاحات		الرعايات		الحقن		الاستشارات		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
420 901	42091	3 569 934	356994	158 446	158446	498288	498288	باتنة
12 894	12894	64 643	64643	189 326	189326	170 716	170716	المعذر

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

30 453	30453	39 287	39287	151 536	151536	121 568	121568	مروانة
26 112	26112	33 205	33205	108 104	108104	111 071	85604	عين جاسر
24 739	24739	30 781	30781	146 916	146916	100 196	100196	رأس العيون
19 243	19243	33 392	27581	107 985	92919	105 233	105233	نقاوس
82 578	82578	13 944	13944	105 443	105443	144 940	144940	بريكة
24 673	24673	34 967	34967	123 209	123209	122 481	122481	عين توتة
18 935	18935	92 424	92424	160 565	160565	182 655	100196	أريس
30 453	30453	39 287	39287	151 536	151536	89 501	89501	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

نلاحظ من الجدول أن مؤسسة عين جاسر مطالبة بزيادة عدد الاستشارات بـ 29,75%، و مؤسسة نقاوس بزيادة الحقن بـ 16,21%، و الرعايةات بـ 21,07%، ومؤسسة أريس بـ 82,30%.

المبحث الثاني: دراسة كفاءة نشاطي التوليد ورعاية الأسنان

يهتم هذا المبحث بدراسة الكفاءة على مستوى نشاط التوليد ونشاط رعاية الأسنان. الأول يدرس باستخدام نموذج العوامل غير المرغوبة والثاني من خلال نموذج عوائد الحجم الثابتة CCR.

المطلب الأول: كفاءة نشاط التوليد

يعد نشاط التوليد من الأنشطة التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية وخاصة الأنشطة المرتبطة بالصحة الإنجابية و التخطيط العائلي، و كذلك تمارس نشاط التوليد و لكن بنوع من الخفة باعتباره نشاط استشفائي تعنتي به أكثر المؤسسات العمومية الاستشفائية. ولهذا يلاحظ غياب هذا النشاط في ثلاث مؤسسات عمومية للصحة الجوارية وهي مؤسسات مروانة ونقاوس وعين توتة.

1- مدخلات ومخرجات نشاط التوليد

المدخلات التي يعتمد عليها هذا النشاط تتمثل في القابلات وعدد الأسرة والحاضنات، ومخرجاته هي الاستشارات والولادات و وفيات حديثي الولادة. يلاحظ أن المخرج الأخير غير مرغوب فيه. الجدول رقم (65) يوضح مدخلات ومخرجات كل مؤسسة.

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الجدول رقم (65): مدخلات ومخرجات نشاط التوليد

م ع ص ج	القابلات	الأسرة	الحاضنات	الاستشارات	الولادات	الوفيات بعد الميلاد
باتنة	44	10	4	0	581	3
المعذر	28	30	3	0	747	4
عين جاسر	11	8	1	825	245	4
رأس العيون	8	10	2	1017	231	4
بريكة	12	20	3	781	844	4
أريس	27	16	4	848	24	4
ثنية العابد	26	6	3	690	431	1

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

فيما يلي شرح موجز لمدخلات ومخرجات هذا النشاط:

- القابلات: وحدة قياسهم هي العدد المتاح منهم في كل مؤسسة.
- الأسرة: وحدة القياس هي عدد الأسرة المتاح في كل مؤسسة.
- الحاضنات: وحدة القياس هي عدد الحاضنات المتاح في كل مؤسسة.
- الولادات: وتقاس بعدد الولادات التي تمت داخل كل مؤسسة.
- الوفيات بعد الميلاد: وتقاس بعدد الرضع المتوفين بعد ولادتهم.

الجدول رقم (66) يعطي فكرة عامة عن مدخلات ومخرجات نشاط المخبر من خلال عرضه لمجموعة من المقاييس الإحصائية المهمة.

الجدول رقم (66): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات لنشاط التوليد

المتغيرات	القيمة القصوى	القيمة الدنيا	المتوسط	الانحراف المعياري	المجموع
القابلات	44	8	22,2857	12,7634	156
الأسرة	30	6	14,2857	8,4402	100
الحاضنات	4	1	2,8571	1,06904	20
الاستشارات	1017	0	594,4285	417,6644	4161
الولادات	844	24	443,2857	297,8012	3103

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

4	1,13389	0,5714	0	3	الوفيات بعد الميلاد
---	---------	--------	---	---	---------------------

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

لحساب الكفاءة في ظل وجود مخرج غير مرغوب فيه، سيعتمد على نموذج **Zhu و Seiford (2002)**، وبحسب هذا النموذج سيتم تحويل العناصر غير المرغوبة إلى عناصر خطية ثم إدراجها في نموذج تحليل مغلف البيانات التقليدي BCC. ولهذا الغرض تم اقتراح التحويل الخطي المتناقص  $\bar{W}_{tj} = -W_{tj} + v \geq 0$ ، حيث  $W_{tj}$  تعبر عن المخرجات غير المرغوبة، و  $v$  يمثل شعاع الانتقال الذي يضمن عدم سلبية  $\bar{W}_{tj}$  والقيمة المناسبة له هي  $v = 4$ ، والنتائج المعدلة تصبح على هذا النحو كم يبينه الجدول رقم (67).

الجدول رقم (67): مدخلات ومخرجات نشاط التوليد بعد تعديل متغير وفيات حديثي الولادة

م ع ص ج	القابلات	الأسرة	الحاضنات	الاستشارات	الولادات	الوفيات المعدلة
باتنة	44	10	4	0	581	3
المعز	28	30	3	0	747	4
عين جاسر	11	8	1	825	245	4
رأس العيون	8	10	2	1017	231	4
بريكة	12	20	3	781	844	4
أريس	27	16	4	848	24	4
ثنية العابد	26	6	3	690	431	1

المصدر: تم إعداده بتعديل الجدول رقم (65)

يمكن الآن تطبيق نموذج BCC لحساب الكفاءة بالتوجيهين.

## 2- كفاءة نشاط التوليد بتوجه المدخلات

نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية بتوجه المدخلات وبنموذج BCC موضحة في الجدول رقم (68).

الجدول رقم (68): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التوليد

م ع ص ج	الكفاءة	المؤسسات المرجعية	المتغيرات الراكدة		
			القابلات	عدد الأسرة	الحاضنات
باتنة	1,0000		0,00	0,00	0,00

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

0,00	8,70	13,14	عين جاسر، بريكة	0,8920	المعذر
0,00	0,00	0,00		1,0000	عين جاسر
0,00	0,00	0,00		1,0000	رأس العيون
0,00	0,00	0,00		1,0000	بريكة
0,94	0,00	3,26	عين جاسر، رأس العيون	0,5150	أريس
0,00	0,00	0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

يتضح أن هناك مؤسستين غير كفؤتين من بين سبع مؤسسات وهما مؤسسة المعذر ومؤسسة أريس، الأولى يجب عليها تقليد مؤسسة عين جاسر أو مؤسسة بريكة من أجل تطوير أدائها والثانية يجب أن تقلد مؤسسة عين جاسر أو مؤسسة بريكة.

الجدول رقم (69): التحسينات المطلوبة لنشاط التوليد

الحاضنات		الأسرة		القبيلات		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
4,00	4	10,00	10	44,00	44	باتنة
2,68	3	18,06	30	11,84	28	المعذر
1,00	1	8,00	8	11,00	11	عين جاسر
2,00	2	10,00	10	8,00	8	رأس العيون
3,00	3	20,00	20	12,00	12	بريكة
1,12	4	8,24	16	10,64	27	أريس
3,00	3	6,00	6	26,00	26	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

3- كفاءة نشاط التوليد بتوجه المخرجات

من بين مخرجات نشاط التوليد مخرج وفيات حديثي الولادة والذي تم تعديله من أجل حساب الكفاءة، ولهذا يجب أن يعالج بكيفية خاصة عند إعداد جدول التحسينات المطلوبة. بتطبيق نموذج BCC على البيانات المعدلة، يتوصل إلى النتائج التالية:

الجدول رقم (70): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التوليد

المتغيرات الراكدة			المؤسسات المرجعية	الكفاءة	م ع ص ج
عدد الوفيات	عدد الولادات	الاستشارات			
0,00	0,00	0,00		1,0000	باتنة
0,00	97,00	781,00	بريكة	1,0000	المعذر
0,00	0,00	0,00		1,0000	عين جاسر
0,00	0,00	0,00		1,0000	رأس العيون
0,00	0,00	0,00		1,0000	بريكة
0,00	574,80	27,40	رأس العيون، بريكة	1,0000	أريس
0,00	0,00	0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

عند النظر إلى عمود الكفاءة في الجدول السابق، نلاحظ أن قيم الكفاءة كلها واحد، فشرط الكفاءة الأول محقق، وبالنظر إلى المتغيرات الراكدة نجد بعضها موجب تماماً كما في سطر مؤسسة المعذر ومؤسسة أريس أي الشرط الثاني للكفاءة غير محقق، إذا هاتين المؤسستين حققنا كفاءة ضعيفة وعليه بإمكانهما القيام بالتحسينات للوصول إلى الكفاءة التامة.

يجب الآن حساب القيم المستهدفة للوفيات المرغوبة، ويتم حسابها بموجب الصيغة التالية:

$$\hat{w}_{to} = v_t - (\phi_o^* \bar{w}_{to} + s_t^{+*}), \phi_o^* = \frac{1}{\theta^*}$$

الجدول رقم (71): حساب الوفيات المستهدفة لنشاط التوليد

$\hat{w}_{to}$	$v_t$	$\bar{w}_{to}$	$s_t^{+*}$	$\phi_o^*$	م ع ص ج
1	4	3	0,00	1,0000	باتنة
0	4	4	0,00	1,0000	المعذر
0	4	4	0,00	1,0000	عين جاسر
0	4	4	0,00	1,0000	رأس العيون
0	4	4	0,00	1,0000	بريكة
0	4	4	0,00	1,0000	أريس
3	4	1	0,00	1,0000	ثنية العابد

المصدر: من إعداد الباحث

ويمكن توضيح التحسينات المطلوبة وفق الجدول الموالي:

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الجدول رقم (72): التحسينات المطلوبة لنشاط التوليد

م ع ص ج	الاستشارات		الولادات		وفيات حديثي الولادة	
	المستهدف	افعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي
باتنة	0,00	0	581	581	1	1
المعذر	781,00	0	844	747	0	0
عين جاسر	825,00	825	245	245	0	0
رأس العيون	1 017,00	1017	231	231	0	0
بريكة	781,00	781	844	844	0	0
أريس	875,40	848	598,80	24	0	0
ثنية العابد	690,00	690	431	431	3	3

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1 و الجدول رقم (71)

من أجل تحسين كفاءتها، يتوجب على مؤسسة المعذر أن تقدم 781 استشارة بدل لاشيء و 844 عملية توليد بدل من 747، وعلى مؤسسة أريس تقديم 875 استشارة بدل من 848 و 598 ولادة بدل من 24.

المطلب الثاني: كفاءة نشاط رعاية الأسنان

يعد نشاط رعاية الأسنان من الأنشطة التي تمارسها كل مؤسسة عمومية للصحة الجوارية ويخصص له موارد بشرية ومادية معتبرة من أجل تقديم مختلف الخدمات.

1- مدخلات ومخرجات نشاط رعاية الأسنان

من أجل تقييم كفاءة هذه المؤسسات فسيتم على الأطباء وكراسي طب الأسنان كمدخلات و حصيلة الاستشارات والرعايات واقتلاع الأسنان كمخرجات. والجدول رقم (73) يبين مختلف المدخلات والمخرجات الخاصة بكل مؤسسة.

الجدول رقم (73): مدخلات ومخرجات نشاط الرعاية الأسنان

م ع ص ج	أطباء الأسنان	كراسي طب الأسنان	الاستشارات	الرعايات	اقتلاع الأسنان
باتنة	37	19	22966	6404	15615
المعذر	10	9	8357	14524	9175

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

8468	2236	12143	8	13	مروانة
7555	2554	7139	10	16	عين جاسر
7909	2844	11400	7	11	رأس العيون
6735	4282	8770	6	13	نقاوس
9937	4769	15492	10	13	بريكة
7482	3928	15324	11	15	عين توتة
5189	478	4397	11	18	أريس
5961	292	4456	8	13	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

فيما يلي شرح موجز لمدخلات ومخرجات هذا النشاط:

- أطباء الأسنان: وحدة قياسهم هي العدد المتاح منهم في كل مؤسسة.
- كراسي طب الأسنان: وحدة القياس هي عدد الكراسي المتاحة في كل مؤسسة.
- الاستشارات الطبية: وتقاس بعدد الاستشارات التي أنجزها أطباء الأسنان في كل مؤسسة.
- الرعايةات: وحدة القياس هي عدد الرعايةات المنجزة من قبل كل مؤسسة.
- اقتلاع الأسنان: وحدة القياس هي عدد عمليات الاقتلاع المنجزة من قبل كل مؤسسة.

الجدول رقم (74) يعطي فكرة عامة عن مدخلات ومخرجات نشاط المخبر من خلال عرضه

لمجموعة من المقاييس الإحصائية المهمة.

الجدول رقم (74): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط المخبر

المتغيرات	القيمة القصوى	القيمة الدنيا	المتوسط	الانحراف المعياري	المجموع
المدخلات	أطباء الأسنان	37	10	15,9	159
	كراسي طب الأسنان	19	6	9,9	99
المخرجات	الاستشارات	22966	4397	11044,4	110444
	الرعايةات	14524	292	4231,1	42311
	اقتلاع الأسنان	15615	5189	8402,6	84026

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

## 2- كفاءة نشاط المخبر بتوجه المدخلات

وباستخدام نموذج CCR وبتوجه المدخلات يتوصل إلى نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية كما هو موضح في الجدول رقم (75).

الجدول رقم (75): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط المخبر

المتغيرات الراكدة		المؤسسات المرجعية	نتيجة الكفاءة	م ع ص ج
أطباء الأسنان	كراسي طب الأسنان			
0,00	4,23	رأس العيون، نقاوس	0,7526	باتنة
0,00	0,00		1,0000	المعذر
0,00	0,40	رأس العيون	0,9368	مروانة
0,00	0,19	رأس العيون	0,6687	عين جاسر
0,00	0,00		1,0000	رأس العيون
0,00	0,00	المعذر، بريكة	1,0000	نقاوس
0,00	0,00		1,0000	بريكة
0,00	0,00	رأس العيون، بريكة	0,8886	عين توتة
0,00	0,30	رأس العيون	0,4175	أريس
0,00	0,28	رأس العيون	0,6595	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

يلاحظ من الجدول السابق أن هناك أربع مؤسسات عمومية للصحة الجوارية تمكنت من تحقيق كفاءة تامة من خلال ممارستها نشاط رعاية الأسنان وهي المعذر ورأس العيون ونقاوس و بريكة، في حين اضعف مؤسسة هي مؤسسة أريس محققة نتيجة غير مرضية. كما يلاحظ أن مؤسسة رأس العيون هي المؤسسة التي يجب تقليدها من طرف اغلب المؤسسات غير الكفؤة.

والشكل رقم (28) يوضح مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط رعاية الأسنان.

الشكل رقم (28): مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط رعاية الأسنان



المصدر: مخرجات XLDEA 2.1

الموارد المناسبة لنتائج الكفاءة المحققة موضحة في الجدول رقم (76).

الجدول رقم (76): التحسينات المطلوبة لنشاط رعاية الأسنان

كراسي طب الأسنان		أطباء الأسنان		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
14,30	19	23,62	37	باتنة
9,00	9	10,00	10	المعذر
7,49	8	11,78	13	مروانة
6,69	10	10,51	16	عين جاسر
7,00	7	11,00	11	رأس العيون
6,00	6	13,00	13	نقاوس
10,00	10	13,00	13	بريكة
9,77	11	13,33	15	عين توتة
4,59	11	7,22	18	أريس

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

5,28	8	8,29	13	ثنية العابد
------	---	------	----	-------------

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

على مستوى القطاع يمكن القول أن هناك 34 طبيب غير منتج و 16 كرسي طب أسنان عاطل.

3- كفاءة نشاط رعاية الأسنان بتوجه المخرجات

باستخدام نموذج CCR ويتوجه المخرجات، فإن كفاءة المؤسسات والمؤسسات المرجعية موضحة في الجدول رقم (77).

الجدول رقم (77): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط رعاية الأسنان

المتغيرات الراكدة			المؤسسات المرجعية	نتيجة الكفاءة	م ع ص ج
قلع الأسنان	الرعايات	الاستشارات			
701,21	0,00	0,00	رأس العيون، نقاوس	0,7526	باتنة
0,00	0,00	0,00		1,0000	المعذر
0,00	863,55	66,97	رأس العيون	0,9368	مروانة
0,00	243,33	5 609,28	رأس العيون	0,6687	عين جاسر
0,00	0,00	0,00		1,0000	رأس العيون
0,00	0,00	0,00	المعذر بركة	1,0000	نقاوس
0,00	0,00	0,00		1,0000	بريكة
2 861,47	643,15	0,00	رأس العيون، بركة	0,8886	عين توتة
0,00	3 324,26	7 382,82	رأس العيون	0,4175	أريس
0,00	2 807,52	6 271,80	رأس العيون	0,6595	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

إذا كان هدف القطاع الصحي هو تعظيم المخرجات في ظل ما يملك من موارد، فإن المؤسسات العمومية للصحة الجوارية غير كفؤة مطالبة بتحسين أدائها والارتقاء به إلى المستويات المبينة في الجدول رقم (78).

الجدول رقم (78): التحسينات المطلوبة لنشاط رعاية الأسنان

قلع الأسنان		الرعايات		الاستشارات		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
21 448,39	15615	8 508,80	6404	30 514,23	22966	باتنة
9 175,00	9175	145 234,00	14524	8 357,00	8357	المعذر
9 038,86	8468	3 250,29	2236	13 028,57	12143	مروانة
11 298,57	7555	4 062,86	2554	16 285,71	7139	عين جاسر
7 909,00	7909	2 844,00	2844	11 400,00	11400	رأس العيون
6 735,00	6735	4 282,00	4282	8 770,00	8770	نقاوس
9 937,00	9937	4 769,00	4769	15 492,00	15492	بريكة
11 281,84	7482	5 063,79	3928	17 245,90	15324	عين توتة
12 428,43	5189	4 469,14	478	17 914,29	4397	أريس
9 038,86	5961	3 250,29	292	13 028,57	4456	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

في ظل ما تملك المؤسسات العمومية للصحة الجوارية من موارد وإمكانيات، كان من الممكن أن تصل حصيلة نشاطها إلى المستويات التالية: 152036 استشارة بدل من 110444 استشارة، و 185734 رعاية بدل من 42311 رعاية، و 108290 عملية اقتلاع أسنان بدل من 108290 عملية.

### المبحث الثالث: دراسة كفاءة نشاطي التصوير الطبي والمخبر

يخصص هذا المبحث لدراسة الكفاءة على مستوى نشاط التصوير الطبي ونشاط المخبر. وسيتم دراسة كفاءتهما من خلال نموذج عوائد الحجم الثابتة CCR.

#### المطلب الأول: كفاءة نشاط التصوير الطبي

يمارس نشاط التصوير الطبي من قبل كل المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، وهو نشاط حيوي بداخلها، وهو تشخيصي في ماهيته، ويهدف لإتاحة النظر لداخل الجسم، لمسح الأعضاء الداخلية وتمييز العمليات المرضية داخله، ومن المفروض أن يقوم به طبيب مختص يسمى بأخصائي الأشعة (Radiologist) ويساعده تقني الأشعة. في معظم المؤسسات الصحية الجزائرية توكل المهمة إلى تقني

## الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

### تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

التصوير وهذا لنقص الأطباء المختصين في هذا المجال، فحسب إحصاءات 2014 فإنه يوجد سوى 5 أخصائيي الأشعة على مستوى القطاع الصحي العمومي لولاية باتنة.

#### 1- مدخلات ومخرجات نشاط التصوير الطبي

ولتقديم الأشعة على مستوى المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، يستعمل مجموعة من المخلات تتمثل أساسا في تقنيو التصوير و آلات التصوير الطبي و المعالج التلقائي للحصول على مخرج الأشعة. والجدول رقم (79) يلخص هذه العناصر.

#### الجدول رقم (79): مدخلات ومخرجات نشاط التصوير الطبي

م ع ص ج	تقنيو التصوير الطبي	آلات التصوير الطبي	المعالج التلقائي	الأشعة
باتنة	23	13	10	31659
المعذر	8	6	6	17216
مروانة	4	5	5	14694
عين جاسر	4	6	6	11478
رأس العيون	3	5	4	5991
نقاوس	6	6	6	6528
بريكة	4	10	6	11380
عين توتة	5	4	3	14311
أريس	11	9	6	11055
ثنية العابد	10	6	0	7950

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

فيما يلي شرح موجز لمدخلات ومخرجات هذا النشاط:

- تقنيو التصوير الطبي: وحدة القياس المعتمدة هي عدد التقنيين المتاحين لكل مؤسسة.
- آلات التصوير الطبي: وحدة القياس هي عدد آلات التصوير المتاحة لكل مؤسسة.
- المعالج التلقائي: وحدة القياس هي عدد آلات المعالجة التلقائية المتاحة لكل مؤسسة.
- الأشعة: وحدة القياس هي عدد الصور التي تم إنجازها خلال سنة 2014.

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الجدول رقم (80) يعطي فكرة عامة عن مدخلات ومخرجات نشاط التصوير الطبي من خلال عرضه لمجموعة من المقاييس الإحصائية المهمة.

الجدول رقم (80): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط التصوير الطبي

المتغيرات	القيمة القصوى	القيمة الدنيا	المتوسط	الانحراف المعياري	المجموع
تقنيو التصوير الطبي	23	3	7,8	5,99629515	78
آلات التصوير الطبي	13	4	7	2,78886676	70
المعالج التلقائي	10	0	5,2	2,57336788	52
الأشعة	31659	5991	13226,2	7418,06282	132262

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

باعتبار أن مدخلات ومخرجات نشاط التصوير الطبي عادية ومرغوبة، سيتم استخدام نموذج CCR لحساب كفاءة كل مؤسسة.

2- كفاءة نشاط التصوير الطبي بتوجه المدخلات

نتائج الكفاءة المتعلقة بنشاط التصوير الطبي يلخصها الجدول رقم (81).

جدول رقم (81): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التصوير الطبي

م ع ص ج	نتيجة الكفاءة	المؤسسات المرجعية	المتغيرات الراكدة		
			تقنيو التصوير	آلات التصوير	المعالج التلقائي
باتنة	0,6807	عين توتة	4,59	0,00	0,17
المعذر	0,8020	عين توتة	0,40	0,00	1,20
مروانة	1,0000		0,00	0,00	0,00
عين جاسر	0,7811	مروانة	0,00	0,78	0,78
رأس العيون	0,5436	مروانة	0,00	0,68	0,14
نقاوس	0,3376	مروانة، عين توتة	0,00	0,00	0,23
بريكة	0,7745	مروانة	0,00	3,87	0,77
عين توتة	1,0000		0,00	0,00	0,00

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

0,00	0,15	0,00	عين توتة، ثنية العابد	0,3758	أريس
0,00	0,00	0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

من الجدول يتضح أن هناك ثلاث مؤسسات عمومية فقط حققت مستوى كفاءة تامة وهي المؤسسات العمومية للصحة الجوارية مروانة وعين توتة و ثنية العابد. وتعتبر مؤسستي نقاوس وأريس ضعيفتي الكفاءة.

الشكل رقم (29): مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط التصوير الطبي



المصدر: مخرجات XLDEA 2.1

يوضح الجدول رقم (82) القيم المستهدفة لمدخلات نشاط التصوير الطبي.

الجدول رقم (82): التحسينات المطلوبة لنشاط التصوير الطبي

المعالج التلقائي		آلات التصوير الطبي		تقنيو التصوير الطبي		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
6,64	10	8,85	13	11,06	23	باتنة
3,61	6	4,81	6	6,01	8	المعنر

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

5,00	5	5,00	5	4,00	4	مروانة
3,91	6	3,91	6	3,12	4	عين جاسر
2,04	4	2,04	5	1,63	3	رأس العيون
1,80	6	2,03	6	2,03	6	نقاوس
3,87	6	3,87	10	3,10	4	بريكة
3,00	3	4,00	4	5,00	5	عين توتة
2,25	6	3,23	9	4,13	11	أريس
0,00	0	6,00	6	10,00	10	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

من الجدول يتضح أن هناك هدر كبير في الموارد، فمثلاً الأداء المحقق من طرف مؤسسة نقاوس وبالمقارنة مع أداء مؤسسة عين توتة كان يمكن أن ينجز فقط باثنين من تقنيو التصوير وبأثنين من آلات التصوير الطبي و باثنين من المعالجات التقنية.

وبمقارنة المدخلات الفعلية بالمدخلات المستهدفة على مستوى القطاع الصحي ككل، يمكن القول أن هناك 28 تقني تصوير فائض، و 26 آلة تصوير طبي عاطلة، و 20 معالج تلقائي عاطل. يمكن لمديرية الصحة أن تقترح على الوزارة إعادة تخصيص للموارد العاطلة.

3- كفاءة نشاط التصوير الطبي بتوجه المخرجات

وفقاً لهذا التوجه، تبحث المؤسسات العمومية للصحة الجوارية عن أقصى حد من الأشعة في ظل ما لديها من تقنيو التصوير وآلات التصوير والمعالجات التلقائية. نتائج الكفاءة موضحة في الجدول رقم (83).

الجدول رقم (83): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط التصوير الطبي

م ع ص ج	نتيجة الكفاءة	المؤسسات المرجعية	المتغيرات الراكدة الأشعة
باتنة	0,6807	عين توتة	0,00
المعذر	0,8020	عين توتة	0,00
مروانة	1,0000		0,00
عين جاسر	0,7811	مروانة	0,00
رأس العيون	0,5436	مروانة	0,00

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

0,00	مروانة، عين توتة	0,3376	نقاوس
0,00	مروانة	0,7745	بريكة
0,00		1,0000	عين توتة
0,00	عين توتة، ثنية العابد	0,3758	أريس
0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

المؤسسات غير كفؤة مطالبة بالتحسينات الموضحة في الجدول رقم (84).

الجدول رقم (84): التحسينات المطلوبة لنشاط التصوير الطبي

الأشعة			م ع ص ج
نسبة التحسين	المستهدف	الفعلي	
46,91%	46 510,75	31659	باتنة
24,69%	21 466,50	17216	المعذر
0,00%	14 690,00	14694	مروانة
28,02%	14 694,00	11478	عين جاسر
83,95%	11 020,50	5991	رأس العيون
196,21%	19 336,67	6528	نقاوس
29,12%	14 694,00	11380	بريكة
0,00%	14 311,00	14311	عين توتة
166,10%	29 417,00	11055	أريس
0,00%	7 950,00	7950	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

يعتبر أداء مؤسسة نقاوس هو الأضعف في نشاط التصوير الطبي، ومن أجل أن تكون كفؤة تماماً يجب عليها مضاعفة حصيلة نشاط الأشعة بـ 196,21%، ويلبها في ذلك مؤسسة أريس المطالبة بزيادة مخرجاتها بـ 166,10%، ومن بعدهما مؤسسات رأس العيون، باتنة، بريكة، عين جاسر، المعذر.

### المطلب الثاني: كفاءة نشاط المخبر

تستعمل المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، لغرض تقديم مختلف التحاليل والفحوصات الطبية لشريحة عريضة من طالبي الخدمة، مجموعة من الموارد المادية والبشرية المتمثلة في المخبريين و آلات تخطيط القلب الكهربائية و آلات التحليل.

### 1- مدخلات ومخرجات نشاط المخبر

الجدول رقم (85) يوضح مدخلات ومخرجات نشاط المخبر.

#### الجدول رقم (85): مدخلات ومخرجات نشاط المخبر

م ع ص ج	المخبريين	آلات تخطيط القلب الكهربائية	آلات التحاليل	التحاليل
باتنة	33	7	10	114229
المعذر	9	7	6	66741
مروانة	17	7	2	56372
عين جاسر	15	8	4	33993
رأس العيون	8	4	5	7910
نقاوس	7	6	5	91657
بريكة	15	6	3	60363
عين توتة	15	4	5	128172
أريس	16	11	6	50821
ثنية العابد	16	5	1	31973

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

فيما يلي شرح مختصر لمدخلات ومخرجات نشاط المخبر:

- المخبريين: وهم الأشخاص الذين يقومون بإجراء التحاليل التشخيصية الكيميائية، الدموية، المناعية، المجهرية، والجرثومية على سوائل الجسم كالدّم، ووحدة قياسهم هي العدد المتاح لكل مؤسسة.
- آلات تخطيط القلب الكهربائية: وحدة القياس هي عدد الآلات المتاحة لكل مؤسسة.
- آلات التحاليل: وحدة القياس هي عدد الآلات المتاحة لكل مؤسسة.

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

2- التحاليل: وتتمثل في مختلف التحاليل التي تقمها المؤسسة، و وحدة القياس هي عدد التحاليل المنجزة داخل المؤسسة.

الجدول رقم (86) يعطي فكرة عامة عن مدخلات ومخرجات نشاط المخبر من خلال عرضه لمجموعة من المقاييس الإحصائية المهمة.

الجدول رقم (86): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط المخبر

المجموع	الانحراف المعياري	المتوسط	القيمة الدنيا	القيمة القصوى	المتغيرات	
151	7,29459465	15,1	7	33	المخبريين	المدخلات
65	2,06827894	6,5	4	11	آلات تخطيط القلب الكهربائية	
47	2,49666444	4,7	1	10	آلات التحاليل	
642231	37609,4848	64223,1	7910	128172	التحاليل	المخرجات

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

2- كفاءة نشاط المخبر بتوجه المدخلات

نتائج الكفاءة حسب نموذج CCR موضحة في الجدول رقم (87).

الجدول رقم (87): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط المخبر

م ع ص ج	نتيجة الكفاءة	المؤسسات المرجعية	المتغيرات الراكدة	
			المخبريين	آلات تخطيط القلب الكهربائية
باتنة	0,5093	عين توتة	3,44	0,00
المعذر	0,5941	نقاوس، عين توتة	0,00	0,00
مروانة	0,9954	عين توتة، ثنية العابد	0,00	1,84
عين جاسر	0,3269	عين توتة، ثنية العابد	0,00	1,25
رأس العيون	0,0956	نقاوس، عين توتة	0,00	0,00
نقاوس	1,0000		0,00	0,00
بريكة	0,7562	عين توتة، ثنية العابد	0,00	1,26
عين توتة	1,0000		0,00	0,00

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

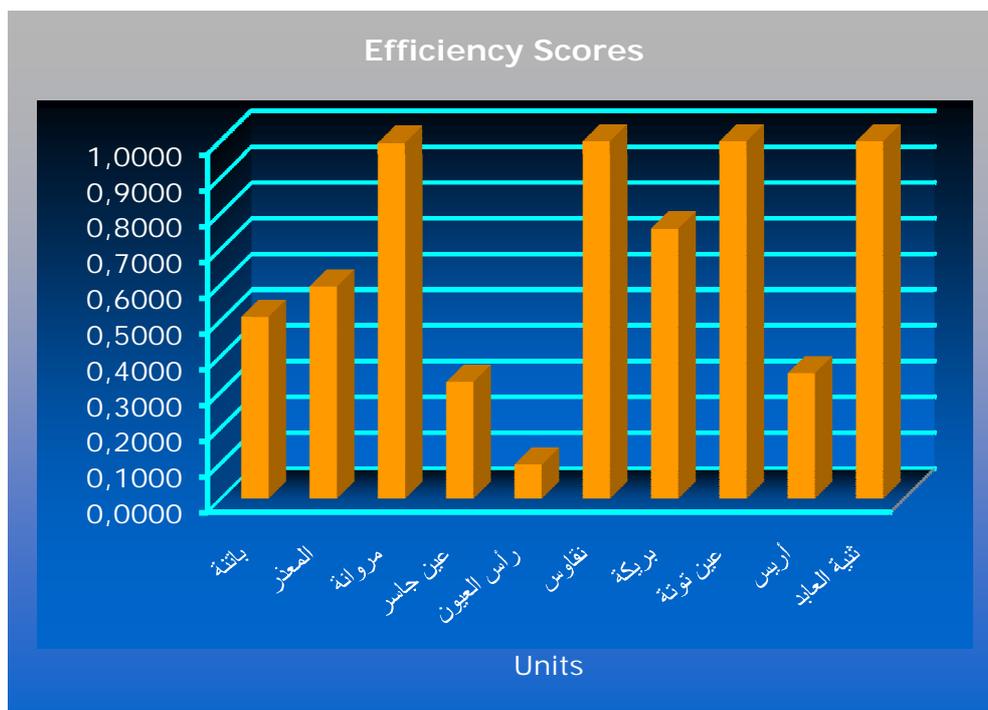
0,00	2,00	0,00	نقاوس، عين توتة	0,3513	أريس
0,00	0,00	0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

هناك ثلاث مؤسسات عمومية فقط تستعمل مواردها بشكل جيد وتحقق كفاءة تامة، وممثلة في المؤسسات العمومية للصحة الجوارية نقاوس وعين توتة وثنية العابد. واضعف أداء كان من طرف مؤسستي عين جاسر و أريس. كذلك تكاد أن تكون مؤسسة مروانة كفوّة.

يبين الشكل رقم (30) مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط المخبر.

الشكل رقم (30):مدرج ثلاثي الأبعاد لنتائج كفاءة نشاط المخبر



المصدر: مخرجات XLDEA 2.1

التخفيضات المقترحة على مختلف المؤسسات التي تفنقد للكفاءة التامة موضحة في الجدول رقم (88).

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الجدول رقم (88): التحسينات المطلوبة لنشاط المخبر

آلات التحاليل		آلات تخطيط القلب الكهربائية		المخبريين		م ع ص ج
المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	المستهدف	الفعلي	
4,46	10	3,56	7	13,37	33	باتنة
3,55	6	4,16	7	5,35	9	المعذر
1,99	2	5,13	7	16,92	17	مروانة
1,31	4	1,36	8	4,90	15	عين جاسر
0,37	5	0,38	4	0,76	8	رأس العيون
5,00	5	6,00	6	7,00	7	نقاوس
2,27	3	3,28	6	11,34	15	بريكة
5,00	5	4,00	4	15,00	15	عين توتة
2,11	6	1,86	11	5,62	16	أريس
1,00	1	5,00	5	16,00	16	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

هناك طاقة وموارد معتبرة تم إهدارها، وخاصة من قبل مؤسسات رأس العيون وعين جاسر و أريس، حيث في مجموعها لم تستفد من 27 مخبري و من 18 آلة تخطيط القلب الكهربائية و من 10 آلات تحاليل. وعلى مستوى القطاع الصحي للولاية هناك 52 مخبري راكد و 29 آلة تخطيط القلب الكهربائية و 17 آلة تحاليل عاطلة.

3- كفاءة نشاط المخبر بتوجه المخرجات

نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية موضحة في الجدول رقم (89).

الجدول رقم (89): نتائج الكفاءة والمؤسسات المرجعية لنشاط المخبر

المتغيرات الراكدة التحاليل	المؤسسات المرجعية	نتيجة الكفاءة	م ع ص ج
0,00	عين توتة	0,5093	باتنة
0,00	نقاوس، عين توتة	0,5941	المعذر
0,00	عين توتة، ثنية العابد	0,9954	مروانة

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

0,00	عين توتة، ثنية العابد	0,3269	عين جاسر
0,00	نقاوس، عين توتة	0,0956	رأس العيون
0,00		1,0000	نقاوس
0,00	عين توتة، ثنية العابد	0,7562	بريكة
0,00		1,0000	عين توتة
0,00	نقاوس، عين توتة	0,3513	أريس
0,00		1,0000	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

إذا كان هدف المؤسسات الصحية تقديم أكبر قدر من الخدمات، فإن المؤسسات غير كفوة مطالبة بالتحسينات التالية كما هي موضحة في الجدول رقم (90).

الجدول رقم (90): التحسينات المطلوبة لنشاط المخبر

التحليل			م ع ص ج
نسبة التحسين	المستهدف	الفعلي	
96,36%	224 310,00	114229	باتنة
68,33%	112 341,82	66741	المعذر
0,46%	56 632,23	56372	مروانة
205,95%	104 000,35	33993	عين جاسر
946,01%	82 739,29	7910	رأس العيون
0,00%	91 657,00	91657	نقاوس
32,25%	79 828,71	60363	بريكة
0,00%	128 172,00	128172	عين توتة
184,68%	144 677,65	50821	أريس
0,00%	31 973,00	31973	ثنية العابد

المصدر: تم إعداده انطلاقاً من مخرجات XLDEA 2.1

حققت مؤسسة رأس العيون أداء كارثي في النشاط المخبري، فهي مطالبة بزيادة مخرجات التحليل الطبية بـ 946,01%، كذلك مؤسستي عين جاسر و أريس مطالبتين بنسبة تحسين تقدر بـ 205,95% و 184,68%. وعلى مستو القطاع ككل، لو استغلت كل المؤسسات غير الكفوة إمكاناتها

كما استغلتها المؤسسات الكفؤة، لحقق القطاع الصحي لولاية باتنة 1056323 عملية تحليل بدل من 642231 عملية تحليل مخبري

المبحث الرابع: دراسة كفاءة نشاط الفرق المتنقلة والكفاءة الكلية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

يتطرق هذا المبحث في البادئ لدراسة كفاءة آخر نشاط وهو نشاط الفرق المتنقلة معتمدين في ذلك على نموذج تحليل مغلف البيانات ذو المرحلتين، ثم حساب الكفاءة الكلية لكل مؤسسة من خلال دمج مؤشرات كفاءة الأنشطة المتوصل إليها في هذا الفصل مع الأوزان النسبية للأنشطة والتي تم التوصل إليها باستخدام عملية التحليل الهرمي.

#### المطلب الأول: نشاط الفرق المتنقلة

يتمثل النشاط الرئيسي للفرق المتنقلة في التنقل إلى المناطق السكانية المتشعبة والتي لا توجد بها قاعات علاج، والى مقر المريض من أجل تقديم مجموعة من الخدمات المتمثلة في الاستشارات والرعايات واللقاحات، وتتشكل الفرقة المتنقلة عموماً من طبيب وممرض وفي بعض الحالات يرافقهم أيضاً قابلة وطبيب نفساني.

#### 1- مدخلات ومخرجات نشاط الفرق المتنقلة

على مستوى قطاع الصحة العمومي باتنة، هناك 8 مؤسسات عمومية للصحة الجوارية تمارس هذا النشاط، والجدول رقم (91) يلخص مدخلات ومخرجات كل مؤسسة.

#### الجدول رقم (91): مدخلات ومخرجات نشاط الفرق المتنقلة

م ع ص ج	عدد الفرق	عدد المخرجات	الاستشارات	الرعايات	اللقاحات
باتنة	1	22	503	2	5
المعذر	4	14	217	12	33
مروانة	2	87	200	13	989
عين جاسر	3	3	102	9	30
رأس العيون	5	26	645	88	0
نقاوس	5	10	286	198	5
بريكة	3	39	1088	691	0
عين توتة	1	57	73	0	119

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على Monographie de santé 2014

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الشيء المميز لهذا النشاط هو إمكانية تقسيمه إلى مرحلتين مترابطتين، المرحلة الأولى وتستعمل عدد الفرق المتاحة لكل مؤسسة كمدخلات و عدد الخرجات كمخرجات، وفي المرحلة الثانية تعتبر عدد الخرجات كمدخلات (مقاييس وسيطة) و الاستشارات و الرعايةات و اللقاءات كمخرجات نهائية.

الجدول رقم (92) يعطي فكرة عامة عن مدخلات ومخرجات نشاط الفرق المتنقلة من خلال عرضه لمجموعة من المقاييس الإحصائية المهمة.

الجدول رقم (92): المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغيرات نشاط الفرق المتنقلة

المتغيرات	القيمة القصوى	القيمة الدنيا	المتوسط	الانحراف المعياري	المجموع
عدد الفرق	5	1	3	1,6035	24
عدد الخرجات	87	3	32,25	27,9885	258
الاستشارات الطبية	1088	73	389,25	343,3596	3114
الرعايات	691	0	144,714	238,014	1013
اللقاءات	989	0	147,625	342,256	1181

المصدر: تم إعداده باستخدام إكسل 2007

2- كفاءة نشاط الفرق المتنقلة بالنموذج التجميعي لـ Chen وزملائه (2009)

لحساب كفاءة نشاط الفرق المتنقلة، سيعتمد على النموذج التجميعي الذي اقترحه Chen وزملائه عام 2009، وبما أن هذا النموذج غير متاح في معظم البرامج المخصصة لحل نماذج تحليل مغلف البيانات بما فيهم برنامج XLDEA 2.1، فستكون عملية الحل من خلال برنامج LIPS المتخصص في حل البرامج الخطية. لحساب كفاءة مؤسسة واحدة، يجب في البادئ حل نموذج برمجة خطية واحد، إذا كان الحل الأمثل المتوصل إليه وحيد يتم بعدها حساب كفاءتي المرحلتين بالاعتماد على قانون الكفاءة الإجمالية، أما إذا كان الحل الأمثل يقبل حلول بديلة، في هذه الحالة بحاجة إلى حل نموذجي إضافي لحساب الكفاءة الفردية، وتتحدد صيغة النموذج الإضافي بحسب الأولوية، أعطى للمرحلة الأولى أم الثانية.

لحساب الكفاءة الإجمالية للمؤسسة العمومية للصحة الجوارية باتنة، يجب حل نموذج البرمجة الخطية الموالي:

$$Max E_0 = 22w_1 + 503u_1 + 2u_2 + 5u_3$$

$$\begin{aligned}
 v_1 + 22w_1 &= 1 \\
 22w_1 - v_1 &\leq 0 \\
 14w_1 - 4v_1 &\leq 0 \\
 87w_1 - 2v_1 &\leq 0 \\
 3w_1 - 3v_1 &\leq 0 \\
 26w_1 - 5v_1 &\leq 0 \\
 10w_1 - 5v_1 &\leq 0 \\
 39w_1 - 3v_1 &\leq 0 \\
 57w_1 - v_1 &\leq 0 \\
 503u_1 + 2u_2 + 5u_3 - 22w_1 &\leq 0 \\
 217u_1 + 12u_2 + 33u_3 - 14w_1 &\leq 0 \\
 200u_1 + 13u_2 + 989u_3 - 87w_1 &\leq 0 \\
 102u_1 + 9u_2 + 30u_3 - 3w_1 &\leq 0 \\
 645u_1 + 88u_2 + 0u_3 - 26w_1 &\leq 0 \\
 286u_1 + 198u_2 + 5u_3 - 10w_1 &\leq 0 \\
 1088u_1 + 691u_2 + 0u_3 - 39w_1 &\leq 0 \\
 73u_1 + 0u_2 + 119u_3 - 57w_1 &\leq 0 \\
 u_1, u_2, u_3, w_1, v_1 &\geq 0
 \end{aligned}$$

الحل الأمثل للنموذج السابق هو:

$$v_1^* = 0,721519, w_1^* = 0,01265823, u_1^* = 0,000372, u_2^* = 0, u_3^* = 0, E_o^* = 0,465748$$

الحل الأمثل وحيد، ومنه تحسب مباشرة الكفاءتين الفرديتين من خلال علاقة الكفاءة الإجمالية.

حساب الأهمية النسبية لكل مرحلة:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io} + \sum_{d=1}^D w_d z_{do}} = \frac{v_1}{v_1 + 22w_1} = \frac{0,721519}{0,721519 + 22 \times 0,01265823} = 0,72151896$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{do}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io} + \sum_{d=1}^D w_d z_{do}} = \frac{22w_1}{v_1 + 22w_1} = \frac{22 \times 0,01265823}{0,721519 + 22 \times 0,01265823} = 0,27848104$$

وتحسب الكفاءتين الفرديتين كما يلي:

$$E_0^1 = \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{do}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} = \frac{22 \times 0,01265823}{0,721519} = 0,38596497$$

$$E_0^2 = \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{ro}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{do}} = \frac{503 \times 0,000372 + 2 \times 0 + 5 \times 0}{22 \times 0,01265823} = 0,67191643$$

$$E_0^* = \varepsilon_1 \times E_0^1 + \varepsilon_2 \times E_0^2 = 0,4656$$

لحساب كفاءة مؤسسة مروانة يستعمل النموذج الآتي:

$$\text{Max } E_0 = 87w_1 + 200u_1 + 13u_2 + 989u_3$$

$$v_1 + 22w_1 = 1$$

$$22w_1 - v_1 \leq 0$$

$$14w_1 - 4v_1 \leq 0$$

$$87w_1 - 2v_1 \leq 0$$

$$3w_1 - 3v_1 \leq 0$$

$$26w_1 - 5v_1 \leq 0$$

$$10w_1 - 5v_1 \leq 0$$

$$39w_1 - 3v_1 \leq 0$$

$$57w_1 - v_1 \leq 0$$

$$503u_1 + 2u_2 + 5u_3 - 22w_1 \leq 0$$

$$217u_1 + 12u_2 + 33u_3 - 14w_1 \leq 0$$

$$200u_1 + 13u_2 + 989u_3 - 87w_1 \leq 0$$

$$102u_1 + 9u_2 + 30u_3 - 3w_1 \leq 0$$

$$645u_1 + 88u_2 + 0u_3 - 26w_1 \leq 0$$

$$286u_1 + 198u_2 + 5u_3 - 10w_1 \leq 0$$

$$1088u_1 + 691u_2 + 0u_3 - 39w_1 \leq 0$$

$$73u_1 + 0u_2 + 119u_3 - 57w_1 \leq 0$$

$$u_1, u_2, u_3, w_1, v_1 \geq 0$$

الحل الأمثل للنموذج السابق هو:

$$v_1^* = 0,655172, w_1^* = 0,011494, u_1^* = 0,0000002, u_2^* = 0, u_3^* = 0,001002, E_0^* = 0,865672$$

بجانب هذا الحل، هناك حلول بديلة مثلى، ومنه فإن الكفاءة الفردية لكل مرحلة يمكن أن تأخذ مجموعة من القيم، ومن أجل تحديد قيمة مثلى تعطى الأولوية لمرحلة معينة على باقي المراحل وتعظم كفاءتها يجب إعطاء الأهمية لمرحلة معينة، وبالنسبة لنشاط الفرق المتنقلة المهم فيها ليس كثرة الخرجات ولكن المهم هو كثرة الخدمات وبالتالي الأهمية تمنح للمرحلة الثانية، والنموذج المناسب لهذه المرحلة هو:

$$E_0^{2*} = \text{Max} (200u_1 + 13u_2 + 989u_3)$$

$$v_1 + 22w_1 = 1$$

$$87w_1 + 200u_1 + 13u_2 + 989u_3 - 0,865672 \times 2v_1 = 0,865672$$

$$22w_1 - v_1 \leq 0$$

$$14w_1 - 4v_1 \leq 0$$

$$87w_1 - 2v_1 \leq 0$$

$$3w_1 - 3v_1 \leq 0$$

$$26w_1 - 5v_1 \leq 0$$

$$10w_1 - 5v_1 \leq 0$$

$$39w_1 - 3v_1 \leq 0$$

$$57w_1 - v_1 \leq 0$$

$$503u_1 + 2u_2 + 5u_3 - 22w_1 \leq 0$$

$$217u_1 + 12u_2 + 33u_3 - 14w_1 \leq 0$$

$$200u_1 + 13u_2 + 989u_3 - 87w_1 \leq 0$$

$$102u_1 + 9u_2 + 30u_3 - 3w_1 \leq 0$$

$$645u_1 + 88u_2 + 0u_3 - 26w_1 \leq 0$$

$$286u_1 + 198u_2 + 5u_3 - 10w_1 \leq 0$$

$$1088u_1 + 691u_2 + 0u_3 - 39w_1 \leq 0$$

$$73u_1 + 0u_2 + 119u_3 - 57w_1 \leq 0$$

$$u_1, u_2, u_3, w_1, v_1 \geq 0$$

نتيجة كفاءة المرحلة الثانية هي  $E_0^{2*} = 1$ ، ولحساب كفاءة المرحلة الأولى يستخدم الصيغة التالية:

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

$$E_0^1 = \frac{E_0 - w_2^* E_0^{2*}}{w_1^*} = 0,76316072$$

يوضح الجدولين رقم (93) و (94) نتائج كل المؤسسات.

الجدول رقم (93): الكفاءة الإجمالية وأوزان المدخلات والمخرجات للمؤسسات العمومية للصحة

الجوارية خلال سنة 2014

$u_3$	$u_2$	$u_1$	$w_1$	$v_1$	الحل	$E_0$	م ع ص ج
0	0	0,000372	0,01265823	0,721519	وحيد	0,465748	باتنة
0	0	0,000121	0,004132	0,235537	وحيد	0,084225	المعذر
0,001002	0	0,0000002	0,011494	0,655172	متعدد	0,865672	مروانة
0	0	0,00980392	0,33333333	19	متعدد	0,03448276	عين جاسر
0	2,956E-05	1,0874E-06	0,00321543	0,18327974	وحيد	0,145519	رأس العيون
0	0,00091931	0,00286006	0,1	5,7	متعدد	0,06779661	نقاوس
0	4,3776E-05	0,00013619	0,0047619	0,27142857	وحيد	0,364142	بريكة
0,000764971	0	0,0000330064	0,00877193	0,5	وحيد	0,593441	عين توتة

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على مخرجات LiPS

الجدول رقم (94): الكفاءة الإجمالية والكفاءتين الفرديتين للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

خلال سنة 2014

$E_0^{2*}$	$E_0^1$	$\epsilon_2$	$\epsilon_1$	الرتبة	$E_0$	م ع ص ج
0,67191643	0,38596497	0,27848104	0,72151896	3	0,465748	باتنة
0,45389642	0,06140012	0,05784823	0,94215177	8	0,084225	المعذر
1	0,76316072	0,43283058	0,56716942	1	0,865672	مروانة
1	0,01754386	0,01724138	0,98275862	6	0,03448276	عين جاسر
0,03950437	0,09122807	0,08360129	0,91639871	5	0,145519	رأس العيون
1	0,03508772	0,03389831	0,96610169	7	0,06779661	نقاوس
0,96076583	0,22806994	0,18571429	0,81428571	4	0,364142	بريكة
0,186882	1	0,5	0,5	2	0,593441	عين توتة

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نتائج الجدول رقم (93)

## الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

### تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

بالنظر إلى أداء الفريق المتنقل على أنه أداء مرحلتين مترابطتين، يلاحظ أنه ولا مؤسسة حققت كفاءة تامة في هذا النشاط، ولكي يتمتع الفريق بكفاءة تامة، يجب أن يكون كفؤاً في المرحلة الأولى وكفؤاً في المرحلة الثانية وهذا ما لم يتحقق لكل الفرق المتنقلة.

الفريق صاحب أفضل أداء هو فريق المؤسسة العمومية للصحة الجوارية مروانة بنسبة كفاءة 86%، يليها مؤسسة عين توتة بنسبة كفاءة 59%، ومن بعدها مؤسسة باتنة بـ 46%، ثم مؤسسة بريكة بـ 36%. أما باقي المؤسسات فأداؤها ضعيف جداً لا يتجاوز نسبة 15%.

#### المطلب الثاني: حساب الكفاءة الكلية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

تتمثل الكفاءة الكلية في متوسط كفاءات الأنشطة المرجحة بالأهمية النسبية للأنشطة والتي توصل إليها من خلال أسلوب عملية التحليل الهرمي.

يوضح الجدول الموالي الكفاءة الكلية لخمس مؤسسات باعتبارها تمارس الأنشطة السبعة.

#### الجدول رقم (95): الكفاءة الكلية للمجموعة الأولى

م ع ص ج	مداومة واستجالات	رعاية الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية أولية	فرق متنقلة	الكفاءة الكلية
باتنة	1,0000	0,7526	0,5093	0,6807	1,0000	1,0000	0,465748	0,83386923
المعذر	0,4488	1,0000	0,5941	0,8020	0,8920	1,0000	0,084225	0,73237861
عين جاسر	1,0000	0,6687	0,3269	0,7811	1,0000	0,6614	0,03448276	0,70125609
رأس العيون	1,0000	1,0000	0,0956	0,5436	1,0000	1,0000	0,145519	0,76092727
بريكة	0,9643	1,0000	0,7562	0,7745	1,0000	1,0000	0,364142	0,90043006
الأهمية النسبية	0,223	0,11	0,179	0,083	0,125	0,234	0,046	/

المصدر: من إعداد الباحث

يوضح الجدول الموالي الكفاءة الكلية لثلاث مؤسسات باعتبارها تمارس ستة أنشطة مشتركة فقط.

الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

الجدول رقم (96): الكفاءة الكلية للمجموعة الثانية

م ع ص ج	مداومة واستعجالات	رعاية الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	استشارات ورعاية أولية	الفرق المتنقلة	الكفاءة الكلية
مروانة	1,0000	0,9368	0,9954	1,0000	1,0000	0,865672	0,98289256
نقاوس	1,0000	1,0000	1,0000	0,3376	0,9477	0,06779661	0,86783567
عين توتة	1,0000	0,8886	1,0000	1,0000	1,0000	0,593441	0,96115837
الأهمية النسبية	0,25	0,126	0,208	0,093	0,262	0,061	/

المصدر: من إعداد الباحث

يوضح الجدول الموالي الكفاءة الكلية لمؤسستان باعتبارهما تمارسان سنة أنشطة مشتركة فقط.

الجدول رقم (97): الكفاءة الكلية للمجموعة الثالثة

م ع ص ج	مداومة واستعجالات	رعاية الأسنان	المخبر	التصوير الطبي	التوليد	استشارات ورعاية أولية	الكفاءة الكلية
أريس	0,3333	0,4175	0,3513	0,3758	0,5150	0,9884	0,53651853
ثنية العابد	1,0000	0,6595	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,96118141
الأهمية النسبية	0,238	0,114	0,188	0,084	0,126	0,25	/

المصدر: من إعداد الباحث

بالاستفادة من نتائج الكفاءة الكلية المتوصل إليها في الجداول السابقة يمكن ترتيب مؤسسات الصحة

الجوارية لولاية باتنة على هذا النحو:

الجدول رقم (98): الترتيب الشامل للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

الترتيب	الكفاءة الكلية	م ع ص ج
6	0,83386923	باتنة
8	0,70350393	المعذر
1	0,98289256	مروانة
9	0,70125609	عين جاسر
7	0,71731873	رأس العيون
5	0,86783567	نقاوس
4	0,90043006	بريكة

## الفصل السادس: تحسين كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لولاية باتنة باستخدام أسلوب

### تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي خلال سنة 2014

3	0,96115837	عين توتة
10	0,53651853	أريس
2	0,96118141	ثنية العابد

المصدر: من إعداد الباحث

تعد المؤسسة العمومية للصحة الجوارية مروانة أكفاً مؤسسة على مستوى ولاية باتنة، وبالكاد أن تحقق كفاءة تامة حيث قدرت كفاءتها بـ 0.98289، وهذا دليل على استغلالها الجيد لمواردها من أجل تقديم خدماتها، ويليهما مؤسستي ثنية العابد وعين توتة بنتيجتي كفاءة عاليتين 0.96118 و 0.96115. تأتي في المرتبة الرابعة مؤسسة بركة بنتيجة 0.90043. احتلت مؤسسة نقاوس المرتبة الخامسة بنتيجة كفاءة 0.86783 ومؤسسة باتنة المرتبة السادسة بنتيجة كفاءة 0.83386. احتلت مؤسسة رأس العيون المرتبة السابعة بنتيجة كفاءة 0.71731 ومؤسسة المعذر المرتبة الثامنة بنتيجة كفاءة 0.70350 ومؤسسة عين جاسر المرتبة التاسعة بنتيجة كفاءة 0.70125. المرتبة العاشرة والأخيرة احتلتها مؤسسة أريس بنتيجة كفاءة 0.53651.

### خلاصة الفصل السادس

تمارس المؤسسات العمومية للصحة الجوارية مجموعة من الأنشطة الصحية، فهي بحاجة إلى تقييم كفاءتها وتحديد أي منها كفؤة لتكون مرجعا للأنشطة غير الكفؤة واقتراح التحسينات المطلوبة. بالنسبة لنشاطي المدومة والاستعجالات و التوليد تم استخدام نموذج تحليل مغلف البيانات للعوامل غير المرغوبة، وبالتحديد نموذج Seiford و Zhu (2002)، ولدراسة كفاءة الفرق المتنقلة تم الاعتماد على نموذج تحليل مغلف البيانات للمرحلتين وبالتحديد نموذج Chen وزملائه 2009، أما فيما يخص أنشطة التصوير الطبي والاستشارات والرعايات الأولية والمخبر و رعاية الأسنان فتم دراسة كفاءتهم باستخدام نموذج عوائد الحجم الثابتة CCR.

وللحصول على كفاءة كل مؤسسة عمومية للصحة الجوارية، تم إدماج نتائج كفاءة الأنشطة باعتبارها كفاءات فردية مع نتائج الأهمية النسبية للأنشطة والمحددة باستخدام أسلوب عملية التحليل الهرمي، وتتمثل الكفاءة الإجمالية في متوسط الكفاءات الفردية المرجحة بأوزان الأنشطة.

خاتمة

حاول الباحث من خلال هذه الدراسة تسليط الضوء على قياس كفاءة المؤسسات الصحية واقتراح التحسينات المطلوبة من المؤسسات غير الكفؤة، مستخدماً في ذلك مجموعة من نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات، ولتجاوز بعض الإشكالات التي تعترض عملية القياس باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات تم توظيف أسلوب ثاني يسمى بعملية التحليل الهرمي ليعمل إلى جنب الأسلوب الأول للوصول إلى نتائج أفضل.

خصصت الفصول الأربعة الأولى لدراسة الجوانب المتعلقة بكفاءة المؤسسات الصحية و أسلوب تحليل مغلف البيانات ونماذج وأساليب عملية التحليل الهرمي. واستهل بعرض مفهوم الكفاءة وعلاقتها بالإنتاجية وتصنيفات الكفاءة، ثم التعرض للمؤسسات الصحية وكفاءتها، وأهم الطرق المستعملة في قياسها. تلى هذا عرض النماذج الأساسية لتحليل مغلف البيانات، بدءاً من تقديم ماهية الأسلوب والركائز المبني عليها ومزاياه المختلفة في حقل الإدارة وصيغته الرياضية، ثم عرض نموذجي عوائد الحجم الثابتة وعوائد الحجم المتغيرة والنموذج التجميعي والنموذج المضاعف ونموذج المتغيرات غير المتحكم فيها ونموذج المتغيرات التصنيفية، وبعدها تم التطرق إلى بعض نماذج الكفاءة الممتازة ونماذج الكفاءة المتقاطعة. ثم استعرضت مجموعة من نماذج تحليل مغلف البيانات المتقدمة، بعضها حديث والبعض الآخر معاصر، وتهدف في مجملها إلى تجاوز بعض النقائص التي تشوب النماذج التقليدية، وتمثلت هذه النماذج في: نماذج المرحلتين، النماذج التي تعالج البيانات النوعية، و النماذج التي تدرس حالة الازدحام والنماذج التي تعنى بالعوامل غير المرغوب فيها. وتم التطرق في ختام هذا الجزء إلى أسلوب عملية التحليل الهرمي، مستعرضاً في بادئ الأمر اتخاذ القرار متعدد المعايير ومفهوم عملية التحليل الهرمي ومسلّماتها وخصائصها، مزاياها والأشكال الهرمية التي يمكن أن يأخذها، ثم يشرح خطواته الرئيسية التي تبدأ بهيكل المشكلة وتنتهي بتطوير الأولويات الكلية، وفي الأخير يستعرض أهم استخدامات وتطبيقات عملية التحليل الهرمي.

واهتم الفصلين الأخيرين التطبيقي بدراسة كفاءة المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة خلال 2014، وكان عدد المؤسسات المدروس عشرة مؤسسات تغطي مناطق سكانية مختلفة. ولدراسة كفاءة هذه المؤسسات، تم الاعتماد على بعض نماذج أسلوب تحليل مغلف البيانات لقياس كفاءة الأنشطة باعتبارها كفاءات فردية، وتمثلت الأنشطة في: نشاط الاستجالات والمداومة، نشاط التصوير الطبي، نشاط التوليد، نشاط الاستشارات والرعايات الأولية، نشاط المخبر، نشاط رعاية الأسنان، وفي الأخير نشاط الفرق المتنقلة. ولتحديد الكفاءة الإجمالية لكل مؤسسة صحية تم حساب الأهمية النسبية (الأوزان)

لكل نشاط باستخدام أسلوب عملية التحليل الهرمي ثم إدماج هذه الأوزان مع كفاءات الأنشطة لحساب الكفاءة الإجمالية باعتبارها متوسط الكفاءات الفردية المرجحة بأوزان الأنشطة.

وعلى ضوء الأهداف المسطرة والسؤال الرئيسي الذي يبحث في مدى استخدام المؤسسات العمومية للصحة الجوارية لمواردها في مختلف أنشطتها التي تمارسها، أو بتعبير آخر تبحث عن مستويات كفاءة الأنشطة الصحية التي تمارسها المؤسسات العمومية للصحة الجوارية، وكيفية استخدامها لتطوير مؤشر الكفاءة الإجمالية لكل مؤسسة وكل ذلك وفقا لنتائج أسلوب تحليل مغلف البيانات وعملية التحليل الهرمي، تم التوصل إلى النتائج التالية:

#### أولاً: الأنشطة الكفؤة لكل مؤسسة من وجهة تخفيض الموارد

- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط المداومة والاستعجالات هي: باتنة، عين جاسر، رأس العيون، مروانة، نقاوس، عين توتة، ثنية العابد.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط رعاية الأسنان هي: المعذر، رأس العيون، بريكة، نقاوس.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط المخبر هي: نقاوس، عين توتة، ثنية العابد.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التصوير الطبي هي: مروانة، عين توتة، ثنية العابد.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التوليد هي: باتنة، عين جاسر، رأس العيون، بريكة، ثنية العابد.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط استشارات ورعاية أولية هي: باتنة، المعذر، رأس العيون، بريكة، مروانة، عين توتة، ثنية العابد.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط الفرق المتنقلة هي: بما أن تم حساب الكفاءة باستخدام نموذج المرحلتين، ولكي تكون المؤسسة كفؤة وفقا لذلك يجب أن تحقق الكفاءة التامة في كلا المرحلتين، وكننتيجة لذلك، لم تتمكن أي مؤسسة من تحقيق الكفاءة التامة، وأفضل كفاءة محققة تعود لمؤسسة مروانة بـ 0.865.

**ثانياً: الأنشطة غير كفؤة لكل مؤسسة من وجهة تخفيض الموارد و التحسينات المطلوبة**

- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط المداومة والاستجالات هي: المعذر، بريكة وأريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (56).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط رعاية الأسنان هي: باتنة، عين جاسر، مروانة، عين توتة، أريس، ثنية العابد. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (77).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط المخبر هي: باتنة، المعذر، عين جاسر، رأس العيون، بريكة، مروانة، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (89).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التصوير الطبي هي: باتنة، المعذر، عين جاسر، رأس العيون، بريكة، نقاوس، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (83).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التوليد هي: المعذر، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (70).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط استشارات ورعاية أولية هي: عين جاسر، نقاوس، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (63).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط الفرق المتنقلة هي: كما تم الإشارة اليه سابقا، فكل المؤسسات لم تتمكن من تحقيق الكفاءة التامة.

**ثالثاً: الأنشطة الكفؤة لكل مؤسسة من وجهة تعظيم الخدمات الصحية المنجزة**

بما أن نموذج عوائد الحجم الثابتة يقدم نتائج كفاءة من وجهة تعظيم الخدمات الصحية مماثلة لنتائج الكفاءة من وجهة تخفيض الموارد، وعليه نتائج الكفاءة المحسوبة بنموذج عوائد الحجم الثابتة هي سواء في الحاليتين، وتتمثل هذه الأنشطة في: نشاط التصوير الطبي، نشاط الاستشارات والرعايات الأولية، نشاط المخبر، نشاط رعاية الأسنان. أما نشاطي الاستجالات والمداومة، و نشاط التوليد، فنتائجهما كما يلي:

- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط مداومة والاستعجالات هي: باتنة، عين جاسر، رأس العيون، مروانة، نقاوس، عين توتة، ثنية العابد.
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي تمكنت من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التوليد هي: باتنة، عين جاسر، رأس العيون، بريكة، ثنية العابد.

#### رابعاً: الأنشطة غير كفؤة لكل مؤسسة من وجهة تعظيم الخدمات الصحية المنجزة و التحسينات المطلوبة

- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط المداومة والاستعجالات هي: المعذر، بريكة وأريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (59).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط رعاية الأسنان هي: باتنة، عين جاسر، مروانة، عين توتة، أريس، ثنية العابد. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (79).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط المخبر هي: باتنة، المعذر، عين جاسر، رأس العيون، بريكة، مروانة، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (91).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التصوير الطبي هي: باتنة، المعذر، عين جاسر، رأس العيون، بريكة، نقاوس، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (85).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط التوليد هي: المعذر، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (73).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط استشارات ورعاية أولية هي: عين جاسر، نقاوس، أريس. والتحسينات المطلوبة منها بتوجه المدخلات موضحة في الجدول رقم (65).
- المؤسسات العمومية للصحة الجوارية التي لم تتمكن من تحقيق كفاءة تامة فيما يخص نشاط الفرق المتنقلة هي: كل المؤسسات.

### خامسا: الأهمية النسبية التي حظي بها كل نشاط

وفقا لنتائج أسلوب عملية التحليل الهرمي، كانت الأهمية النسبية لكل نشاط على هذا النحو: الاستشارات والرعاية الأولية (0.234)، الاستجالات والمداومة (0.223)، نشاط المخبر (0.179)، نشاط التوليد (0.125)، نشاط الأسنان (0.11)، نشاط التصوير الطبي (0.083)، نشاط الفرق المتقلة (0.046).

### سادسا: الكفاءة الإجمالية للمؤسسات العمومية للصحة الجوارية

بما أن ولا مؤسسة عمومية للصحة الجوارية تمكنت من الحصول على كفاءة إجمالية تامة، فهذا يعني أن ولا مؤسسة توصلت إلى تحقيق كفاءة تامة على مستوى كل الأنشطة التي تمارسها.

وتعد المؤسسة العمومية للصحة الجوارية مروانة أكفاً مؤسسة على مستوى ولاية باتنة، وبالكاد أن تحقق كفاءة تامة حيث قدرت كفاءتها بـ 0.98289، وهذا دليل على استغلالها الجيد لمواردها من أجل تقديم خدماتها، يليها مؤسستي ثنية العابد وعين توتة بنتيجتي كفاءة عاليتين 0.96118 و 0.96115. تأتي في المرتبة الرابعة مؤسسة بريكة بنتيجة 0.90043. احتلت مؤسسة نقاوس المرتبة الخامسة بنتيجة كفاءة 0.86783 ومؤسسة باتنة المرتبة السادسة بنتيجة كفاءة 0.83386. احتلت مؤسسة رأس العيون المرتبة السابعة بنتيجة كفاءة 0.71731 ومؤسسة المعذر المرتبة الثامنة بنتيجة كفاءة 0.70350 ومؤسسة عين جاسر المرتبة التاسعة بنتيجة كفاءة 0.70125. المرتبة العاشرة والأخيرة احتلتها مؤسسة أريس بنتيجة كفاءة 0.53651.

وفي الختام، اقتصررت هذه الدراسة فقط على مجموعة من المؤسسات العمومية للصحة الجوارية بولاية باتنة، وستكون نتائج الدراسة أفضل لو تم تطبيقها على مؤسسات المستوى الجهوي أو مؤسسات المستوى الوطني. كما يمكن تطبيق المنهجية التي تم بها إدماج أسلوب تحليل مغلف البيانات مع أسلوب عملية التحليل الهرمي في القطاعات العمومية الأخرى.

## قائمة المراجع

## المراجع

### أولاً: المراجع باللغة العربية

#### 1- الكتب

1. إبراهيم احمد داوود، محاضرات في الاقتصاد الجزئي، المؤسسة الوطنية للكتاب، الجزائر، 1984.
2. توماس ساعاتي، صناعة القرار للقادة: عملية التحليل الهرمي لقرارات في عالم معقد، ترجمة أسماء باهرمز و سهام همشري، معهد الإدارة العامة بالرياض، المملكة العربية السعودية، 2000.
3. خالد بن سعد الجضعي، تقنيات صنع القرار: تطبيقات حاسوبية، الجزء الثاني، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، الرياض، 2005.
4. دفيد أندرسون، دينس سويني، توماس وليامز، الأساليب الكمية في الإدارة، تعريب محمد توفيق البلقيني و مرفت طلعت المحلاوي، دار المريخ، المملكة العربية السعودية، 2006.
5. سليم بطرس جلدة، إدارة المستشفيات والمراكز الصحية، دار الشروق للطبع والتوزيع، الأردن، 2007.
6. صلاح محمد نياب، إدارة المستشفيات والمراكز الصحية الحديثة، دار الفكر، الأردن، 2009.
7. فريد توفيق نصيرات، إدارة منظمات الرعاية الصحية، الطبعة الثانية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان-الأردن، 2009.
8. محمد توفيق ماضي، إدارة الإنتاج و العمليات، الدار الجامعية، مصر، 19، دون سنة النشر.
9. مريزق محمد عدمان، مداخل في الإدارة الصحية، دار الراية للنشر والتوزيع، الأردن، 2012.
10. وجيه عبد الرسول علي، الإنتاجية: مفهومها، قياسها، العوامل المؤثر فيها، دار الطليعة، بيروت، 1983.

#### 2- المقالات

11. محمد الجموعي قريشي، الحاج عرابية، قياس كفاءة الخدمات الصحية في المستشفيات الجزائرية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) -دراسة تطبيقية لعينة من المستشفيات - لسنة 2011، مجلة الباحث - ورقلة- العدد 11، 2012.
12. محمد شامل بهاء الدين مصطفى فهمي، قياس الكفاءة النسبية للجامعات الحكومية بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية، المجلد الأول، العدد الأول، جانفي 2009.
13. نهاد نادر، خالد عليطو، باسل ونوس، قياس كفاءة محطات الحاويات باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات، سلسلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات الاقتصادية-سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 38، العدد 8، 2013.

#### 3- الرسائل والاطروحات

14. علي بن صالح بن علي الشايح، قياس الكفاءة النسبية للجامعات السعودية باستخدام تحليل مغلف البيانات، أطروحة دكتوراه، كلية التربية جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية، غير منشورة، 2008.
15. منصور عبد الكريم، قياس كفاءة النسبية ومحدداتها للأنظمة الصحية باستخدام تحليل مغلف البيانات (DEA) للبلدان المتوسطة والمرتفعة الدخل -نمذجة قياسية-، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان، 2014.

#### 4- المراسيم والقوانين

16. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 07-140 المؤرخ في 19 ماي 2007 يتضمن إنشاء المؤسسات العمومية الاستشفائية والمؤسسات العمومية للصحة الجوارية وتنظيمها و سيرها.

17. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 07-140 المؤرخ في 19 ماي 2007 يتضمن إنشاء المؤسسات العمومية الاستشفائية والمؤسسات العمومية للصحة الجوارية وتنظيمها وسيرها.
18. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 12-281 المؤرخ في 09/07/2012 والمتضمن إنشاء مؤسسات استشفائية لطب العيون وتنظيمها وسيرها.
19. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 13-404 المؤرخ في 01/12/2013 يتم قائمة المؤسسات الاستشفائية لطب العيون الملحقة بالمرسوم التنفيذي رقم 12-281 المؤرخ في 09/07/2012.
20. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 13-93 مؤرخ في 25/02/2013 يتم قائمة المؤسسات الاستشفائية لطب العيون الملحقة بالمرسوم التنفيذي رقم 12-281 المؤرخ في 09/07/2012.
21. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 97-465 المؤرخ في 20/12/1997 والمحدد لقواعد إنشاء المستشفيات المتخصصة وتنظيمها وسيرها.
22. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، مرسوم تنفيذي رقم 97-467 المؤرخ في 02/12/1997 والمحدد لقواعد إنشاء المراكز الاستشفائية الجامعية وتنظيمها وسيرها.

ثانيا: المراجع باللغة الأجنبية

## 1 - الكتب

23. Abraham Charnes, William W. Cooper, Arie Y. Lewin, Lawrence M. Seiford , **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application**, Springer Science+Business Media, USA, 1994.
24. Alessio Ishizaka, Philippe Nemery, **Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software**, Wiley, United Kingdom, 2013.
25. Ali Jahan, Kevin L. Edwards, **Multi-criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design**, Butterworth-Heinemann Oxford, UK, 2013
26. Belghiti Alaoui, **Principes généraux de planification stratégique à l'hôpital**, Ministère de la santé marocaine, Maroc, 2005.
27. Ching-Lai Hwang, Kwangsun Yoon, **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1981.
28. Cinzia Daraio, Leopold Simar, **Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis**, Springer USA, 2007.
29. Cooper W. W., L. M. Seiford, Kaoru Tone, **Data Envelopment Analysis**, Kluwer Academic Publishers New York, USA. 2002.
30. Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis a comprehensive text with models, applications, and DEA-solver software**, springer, USA, 2002
31. Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis and its uses with DEA-solver software and references**, springer, 2ed, USA, 2006.
32. Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2ed, springer, USA, 2007.
33. Cooper W., Seiford L., Tone K., **data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**, 2<sup>ed</sup>, springer, USA, 2007.
34. Cooper W., Seiford M., Zhu J., **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Kluwer Academic Publishers, New York, USA, 2004.
35. Cooper W.W., L. M. Seiford, J. Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, 2ed, springer, 2011.
36. David Boddy, **Management: an introduction**, 5<sup>ed</sup>, Pearson Education Limited, England, 2011.
37. David Sherman, Joe Zhu, **services productivity management: improving service performance using data envelopment analysis (DEA)**, springer business- media, USA, 2006.
38. Direction de la santé Wilaya de Batna, **monographie de santé Batna 2014**, DSP, 2015.
39. Eric V. Denardo, **Linear programming and generalizations**, Springer, New York, 2011.

40. Faridah Djellal, Faïz Gallouj, **Meseasuring and improving productivity in services**, Edward Elgar Publishing, USA, 2008.
41. Frederick S., Gerald J., **introduction to operations research**, 10ed, McGraw-Hill Education, USA, 2015.
42. George B. Dantzig, Mukund N. Thapa, **Linear programming, 1: introduction**, springer, New York, 1997.
43. Gérald Baillargeon, **programmation linéaire appliqué**, les edition SMG, Québec Canada, 2005.
44. Greg N. Greorinou, Joe Zhu, **Evaluating Hedge Fund and CTA Performance**, John Wiley & Sons, USA, 2005.
45. Hal R. Varian, **Intermediate microeconomics : a modern approach**, 8ed, W. W. Norton and Company, new York, 2010
46. Harold O., Knox Lovell, and Shelton S., **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**, Oxford University Press, New York, 2008
47. Joe Johnson , Deirdre Thackray, **Improving efficiency**, 4ed, Eileen Cadman, London, 2003.
48. Joe Zhu, **Data Envelopment Analysis: A Handbook of Models and Methods**, Springer, USA, 2015.
49. Joe Zhu, **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking**, 3<sup>ed</sup> , Springer, USA, 2014.
50. Joe Zhu, Wade D. Cook, **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis**, Springer Science+Business Media , New York, 2007.
51. José Ramón San Cristóbal Mateo, **Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry**, Springer-Verlag, London, 2012.
52. Kweku-Muata O.,Ojelanki N., **Advances in Research Methods for Information Systems Research**, Springer Science+Business Media, USA, 2014.
53. Matteo Brunelli, **Introduction to the Analytic Hierarchy Process**, springer, USA, 2015.
54. Michel Nedzela, **Introduction à la science de la gestion**, Univ Quebec Les Presses, Canada, 1986.
55. Navneet Bhushan, Kanwal Rai, **Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process**, Springer-Verlag, USA, 2004.
56. OECD Manual, **Measuring productivity**, OECD Publications, Paris, France, 2001.
57. Ozcan A. Yasar, **Health Care Benchmarking and Performance Evaluation**, 2ed, Springer Science+Business Media, New York, 2014.
58. Peter Bogetoft, Lars Otto, **Benchmarking with DEA, SFA, and R**, Springer Science and Business Media, USA, 2011.
59. Peter F. Drucker, **management Tasks, Responsibilities, Practices**, Transaction Publishers, New York, 2007
60. Roy Brouwer, David Pearce, **Cost–Benefit Analysis and Water Resources Management**, Edward Elgar, UK, 2005.
61. Saaty Thomas, Analytic hierarchy process. In Saul Guss, Michael Fu, **Encyclopedia of operations research and management science**, 3 ed, Springer Science Business Media, New York, USA, 2013.
62. Saaty Thomas, the analytic hierarchy and analytic network processes for the measurement of intangible criteria and decision-making. In José Figuera, Salvatore Greco, **Matthias Ehrogott, Multiplr criteria decision analysis: state of the art surveys**, Springer Science + Business Media, USA, 2005.
63. Saaty Thomas, what is the analytic hierarchy process, on Gautam Mitra, et all, **Mathematical Models for Decision Support**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1988.
64. Sherman David, Zhu Joe, **service productivity management**, springer, USA, 2006.
65. Tzeng G.H., Huang J., Multiple **Attribute Decision Making Methods and applications**, CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 2011.
66. Vincent Charles, Mukesh Kumar, **Data Envelopment Analysis and Its Applications to Management**, Cambridge Scholars Publishing, UK, 2012
67. Wade D. Cook, Joe Zhu, **Data Envelopment Analysis : A Handbook on the Modeling of Internal Structures and Networks**, Springer Science+Business Media, New York, 2014.
68. Wayne L. Winston, **Operations research: Application and algorithms**, 4ed, Duxbury Press, USA, 2003.

## المقالات -2

69. Adriaan Goossens, Rob Basten, Exploring maintenance policy selection using the Analytic Hierarchy Process; An application for naval ships, **Reliability Engineering & System Safety**, 142 (2015).

70. Alessio Ishizaka, Markus Lusti, How to derive priorities in AHP: a comparative study, **Central European Journal of Operations Research**, 14 (2006).
71. Andersen, P., Petersen, N.C., A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. **Management Science** 39,( 1993).
72. Banker R., Morey R. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs, **Operations Research**, 34 (1996).
73. Bojan Srdjevic, Combining deferent prioritization methods in the analytic hierarchy process synthesis, **Computers and Operations Research**, 32 (2005).
74. C.A. Knox Lovell, Jesús T. Pastorb, Judi A. Turner, Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries, **European Journal of Operational Research**, 87 (1995).
75. Chandler Stolp, strengths and weaknesses of data envelopment analysis : an urban and regional perspective, computer, **environment and urban systems**, 14(1990).
76. Changsheng Lin, Gang Kou, Daji Ergu, An improved statistical approach for consistency test in AHP, **Annals of Operations Research**, 211 (2013).
77. Changsheng Lin, Gang Kou, Daji Ergu, A heuristic approach for deriving the priority vector in AHP, **Applied Mathematical Modelling**, 37 (2013).
78. Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E., Measuring the efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Research**, 2 (1978).
79. Charnes, W. W. Cooper, programming with linear fractional functional, **naval research logistics**, 9 (1962).
80. Chen, Y, Imprecise DEA—Envelopment and multiplier model approaches, **Asian Pacific Journal of Operations Research**, 24 (2007).
81. Chernes, W. W. Cooper, E. Rhodes, Measuring efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Research**, 2 (1978).
82. Chialin Chen, Joe Zhu, Juin-Yu Yu, Hamid Noori, A new methodology for evaluating sustainable product design performance with two-stage network data envelopment analysis, **European Journal of Operational Research**, 221 (2012).
83. Chiang Kao, Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model, **European Journal of Operational Research**, 192 (2009).
84. Chiang Kao, Pei-Huang Lin, Qualitative factors in data envelopment analysis: A fuzzy number approach, **European Journal of Operational Research**, 211 (2011).
85. Chiang Kao, Shiu-Nan Hwang, Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance, **Decision Support Systems**, 48 (2010).
86. Chiang Kao, Shiu-Nan Hwang, Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan, **European Journal of Operational Research**, 185 (2008).
87. Cook W. , Tone K., Zhu J. , Data envelopment analysis: Prior to choosing a model, **international journal of management science**, 44 (2014).
88. Cooper W. W., B. Gu, S. Li, Comparisons and evaluations of alternative approaches to the treatment of congestion in DEA, **European Journal of Operational Research**, 132, (2001).
89. Cooper W. W., Park K. S., Yu G., An illustrative application of IDEA (imprecise data envelopment analysis) to a Korean mobile telecommunication company, **Operations Research**, 49 (2001).
90. Cooper W. W., Park K. S., Yu G., IDEA and AR-IDEA : models for dealing with imprecise data in DEA, **management science**, 45 (1999).
91. Cooper W. W., Park K. S., Yu G., IDEA and AR-IDEA : models for dealing with imprecise data in DEA, **management science**, 45 (1999).
92. Cooper W., Jose L. Ruiz , Inmaculada Sirvent , Selecting non-zero weights to evaluate effectiveness of basketball players with DEA, **European Journal of Operational Research**, 195 (2009).
93. Cooper W.W., H. Deng, B. Gu, S. Li, R. M. Thrall, Using DEA to improve the management of congestion in Chinese industries (1981–1997), **Socio-Economic Planning Sciences**, 35 (2001).
94. Copper W. W. et al, Decomposing profit inefficiency in DEA through the weighted additive model, **European Journal of Operational Research** 212 (2011).
95. Cordero José Manuel, Efficiency assessment of primary care providers: A conditional nonparametric approach, **European Journal of Operational Research**, 240 (2015).

96. Dash U. et al, Benchmarking the Performance of Public Hospitals in Tamil Nadu: An Application of Data Envelopment Analysis, **Journal of Health Management**, 9 (2007).
97. Dimitris K. Despotis , Yiannis G. Smirlis, Data envelopment analysis with imprecise data, **European Journal of Operational Research**, 140 (2002).
98. Dimitris K. Despotis, Gregory Koronakos, Efficiency assessment in two-stage processes: A novel network DEA approach, **Procedia Computer Science**, 31 ( 2014 ).
99. Elizabeth D. Coulter, James Coakley, John Sessions, The Analytic Hierarchy Process: A Tutorial for Use in Prioritizing Forest Road Investments to Minimize Environmental Effects, **International journal of forest engineering** 17 (2006).
100. Elizabeth D. Coulter, James Coakley, John Sessions, The Analytic Hierarchy Process: A Tutorial for Use in Prioritizing Forest Road Investments to Minimize Environmental Effects, **International journal of forest engineering**, 17 (2006).
101. F. Hosseinzadeh Lotfi, G. R. Jahanshahloo, M. Khodabakhshi, M. Rostamy-Malkhlifeh, Z. Moghaddas, M. Vaez-Ghasemi, A Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis, **Journal of Applied Mathematics**, vol. 2013, Article ID 492421, 20 pages, 2013. doi:10.1155/2013/492421.
102. F. Hosseinzadeh Lotfi, G. R. Jahanshahloo, Non-Discretionary Factors and Imprecise Data in DEA, **International Journal of Mathematics Analysis**, 1 (2007).
103. Fatemeh Zahedi, the analytic hierarchy process : a survey of the method and its applications, **Interfices**, 16 (1986).
104. Felix Masiye, Investigating health system performance: An application of data envelopment analysis to Zambian hospitals, **BMC Health Services Research**, 7 (2007).
105. G. R. Jahanshahloo et all, Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis, **Applied Mathematical Sciences**, 2 ( 2008).
106. G.R. Jahanshahloo, M. Khodabakhshi, Suitable combination of inputs for improving outputs in DEA with determining input congestion Considering textile industry of China, **Applied Mathematics and Computation**, 151 (2004).
107. George E. Halkos , Nickolaos G. Tzeremes, Stavros A. Kourtzidis, A unified classification of two-stage DEA models, **Surveys in Operations Research and Management Science**, 19 (2014).
108. George E. Halkos, Nickolaos G. Tzeremes , Stavros A. Kourtzidis , Weight assurance region in two-stage additive efficiency decomposition DEA model: an application to school data, **Journal of the Operational Research Society**, (2014).
109. Hambali, S. M. Sapuan, N. Ismail, Y. Nukman, Material selection of polymeric composite automotive bumper beam using analytical hierarchy process, **Journal of Central South University of Technology**, 17(2010).
110. Helmig B., Lapsley I., On the efficiency of public, welfare and private hospitals in Germany over time: a sectoral data envelopment analysis study, **Health Services Management Research**, 14 (2001).
111. Hollingsworth Bruce, Parkin David, The efficiency of Scottish acute hospitals: An application of data envelopment analysis, **Mathematical Medicine and Biology**, 12 (1995).
112. Hsuan-Shih Lee , Joe Zhu , Super-efficiency infeasibility and zero data in DEA, **European Journal of Operational Research**, 216 (2012).
113. Hsuan-Shih Lee , Joe Zhu, Super-efficiency infeasibility and zero data in DEA, **European Journal of Operational Research**, 216 (2012).
114. Huang Y. G., McLaughlin C. P., Relative efficiency in rural primary health care: an application of data envelopment analysis, **Health services research**, 24 (1989).
115. Huu Tuan Do, Shang-Lien Lo, Lan Anh Phan Thi, Calculating of river water quality sampling frequency by the analytic hierarchy process (AHP), **Environment Monitoring Assessment**, 185 (2013).
116. J. Farrell, The measurement of productive efficiency, **Journal of Royal Statistical Society** ,120 (1957)
117. Jack Andin Wu, Nesa L'abbe Wu, A Strategic Planning Model: Structuring and Analysing via the Analytic Hierarchy Process, **Industrial Management and Data Systems**, 91 (1991).
118. Jie Wu, Qingxian An, Beibei Xiong, Ya Chen, Congestion measurement for regional industries in China: A data envelopment analysis approach with undesirable outputs, **Energy Policy**, 57 (2013).

119. Jin-Xiao Chen , Mingrong Deng ,Sylvain Gingras , A modified super-efficiency measure based on simultaneous input–output projection in data envelopment analysis, **Computers & Operations Research**, 38 (2011).
120. Joe Zhu, Efficiency evaluation with strong ordinal input and output measures, **European Journal of Operational Research**, 146 (2003).
121. Joe Zhu, Imprecise data envelopment analysis (IDEA): A review and improvement with an application, **European Journal of Operational Research**, 144 (2003).
122. Joe Zhu, Imprecise DEA via Standard Linear DEA Models with a Revisit to a Korean Mobile Telecommunication
123. Joe Zhu, Super-efficiency and DEA sensitivity analysis, **European Journal of Operational Research**, 129 (2001).
124. John Doyle, Rodney Green, Efficiency and cross-efficiency in DEA: derivation, meaning and uses, **The Journal of the Operational Research Society**, 45 (5), 1994.
125. John S. Liu, A survey of DEA applications, **Omega**, 41 (2013).
126. Juan Du, Joe Zhu, Wade D. Cook, Jiazhen Huo, DEA models for parallel systems: game theoretic approaches, **Asia-pacific journal of operational research**, 32 (2015).
127. Juan Du, Liang Liang, Joe Zhu, A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis: A comment, **European Journal of Operational Research**, 204 (2010).
128. Jukka Korpiola, Markku Tuominen, Inventory forecasting with a multiple criteria decision tool, **international journal of production economics**, 46 (1996).
129. Jyoti, Banwet D.K., Deshmukh S.G., Evaluating performance of national R&D organizations using integrated DEA-AHP technique, **International Journal of Productivity and Performance Management**, 57 (2008).
130. Kamal M. Al-Subhi Al-Harbi, Application of the AHP in project management, **International Journal of Project Management**, 19 (2001).
131. Kao Chiang, Network data envelopment analysis: A review. **European Journal of Operational Research** (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.039>
132. Lai Po-Lin et al, Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique, **Transport Policy**, 42 (2015).
133. Lawrence M. Seiford , Joe Zhu, Modeling undesirable factors in efficiency evaluation, **European Journal of Operational Research**, 142, (2002).
134. Lawrence M. Seiford, Joe Zhu, Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks, **Management Science**, 45 (1999).
135. Lei Li, Mingyue Li, Chunlin Wu, Production efficiency evaluation of energy companies based on the improved super-efficiency data envelopment analysis considering undesirable outputs, **Mathematical and Computer Modelling**, 58 (2013).
136. Li, X., Liu, Y., Wang, Y., Gao, Z., Evaluating transit operator efficiency: An enhanced DEA model with constrained fuzzy-AHP cones, **Journal of Traffic and Transportation Engineering** (English Edition) (2016), doi: 10.1016/j.jtte.2016.05.004.
137. Liang L, Wu J, Cook WD, Zhu J., The DEA game cross efficiency model and its Nash equilibrium, **Operations Research** , 56 (2008).
138. Liang Liang, Wade D. Cook, Joe Zhu, DEA Models for Two-Stage Processes: Game Approach and Efficiency Decomposition, **Naval Research Logistics** , 55 (2008).
139. Lorenzo Castelli, Raffaele Pesenti, Walter Ukovich, A classification of DEA models when the internal structure of the Decision Making Units is considered, **annals of operations research**,173 (2010).
140. M. Khoveyni , R. Eslami, M. Khodabakhshi , G.R. Jahanshahloo , F. Hosseinzadeh Lotfi, Recognizing strong and weak congestion slack based in data envelopment analysis, **Computers and Industrial Engineering**, 64 (2013).
141. Manuela Deidda et al, Using Data Envelopment Analysis to Analyse the Efficiency of Primary Care Units, **Journal of Medical Systems**, 38 (2014).
142. Masood A. Badri, combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, **international journal of production economics**, 62 (1999).
143. Michael Armstrong, **A handbook of management techniques: a comprehensive guide to achieving managerial excellence and improved decision making**, 3rd ed, Kogan Page, UK, 2006.

144. Mohammad Khodabakhshi, Farhad Hosseinzadeh Lotfi, and Kourosh Aryavash, Review of Input Congestion Estimating Methods in DEA, **Journal of Applied Mathematics**, vol. 2014, Article ID 963791, 9 pages, 2014. doi:10.1155/2014/963791.
145. Nicole Adler, Lea Friedman, Zilla Sinuany-Stern, Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, **European Journal of Operational Research**, 140 (2002).
146. Nicole Adler, Lea Friedman, Zilla Sinuany-Stern, Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, **European Journal of Operational Research**, 140 (2002).
147. Nunamaker TR., Measuring Routine Nursing Service Efficiency: A Comparison of Cost Per Patient Day and Data Envelopment Analysis Models, **HEALTH SERVICES RESEARCH**, 18 (1983).
148. Nuria Ramon, Jose L. Ruiz, Inmaculada Sirvent, Common sets of weights as summaries of DEA profiles of weights: With an application to the ranking of professional tennis players, **Expert Systems with Applications**, 39 (2012).
149. Rajiv D. Banker et al, Returns to scale in different DEA models, **European Journal of Operational Research**, 154 (2004).
150. Rolf Färe, Shawna Grosskopf, productivity and intermediate products: a frontier approach, **Economics Letters**, 50 (1996).
151. Rolf Fare, Shawna Grosskopf, C. A. K. Lovell, Carl Pasurk, Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach, **The Review of Economics and Statistics**, 71 (1989).
152. S You, H Yan, A new approach in modelling undesirable output in DEA model, **Journal of the Operational Research Society**, 62 (2011).
153. Saaty Thomas, **Analytic hierarchy process**. In Saul Guss, Michael Fu, Encyclopedia of operations research and management science, 3 ed, Springer Science Business Media, New York, USA, 2013.
154. Saaty Thomas, Eigenvector and logarithmic least squares, **European journal of operational research**, 48 (1990)
155. Saaty Thomas, highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process, **European journal of operational research**, 74 (1994).
156. Saaty Thomas, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, **Interfaces**, 24 (1994)
157. Saaty Thomas, Kirti Peniwati, Jen S. Shang, The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story, **Mathematical and Computer Modelling**, 46 (2007).
158. Saaty Thomas, Yeonmin Cho, The decision by the US congress on China's trade status: a multicriteria analysis, **Socio-Economic Planning Sciences**, 35 (2001).
159. Saaty, T. L., Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, **Management Science**, 32 (1986).
160. Sangkyu Rho, Jung An, Evaluating the efficiency of two stage production process using data envelopment analysis, **international transactions in operational research**, 14(2007).
161. Shahhoseini, R. et al, Efficiency measurement in developing countries: application of data envelopment analysis for Iranian hospitals, **Health Services Management Research**, 24 (2011).
162. Sherman David, Hospital Efficiency Measurement and Evaluation. Empirical Test of a New Technique, **Medical Care**, 22(1984).
163. Sima Ajami, Saeedeh Ketabi, Performance Evaluation of Medical Records Departments by Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach in the Selected Hospitals in Isfahan, **journal of medical system**, 36(2012).
164. Sophocles N., Manthos D., Efthymios G., Technical and allocative efficiency in European banking, **European Journal of Operational Research**, 204 (2010).
165. Stefano de Luca, Public engagement in strategic transportation planning: An analytic hierarchy process based approach, **Transport Policy**, 33 (2014).
166. Subrata Dasgupta, Multidisciplinary creativity: the case of Herbert A. Simon, **Cognitive Science**, 27 (2003).
167. Sung-ko Li, Yuk-shing Cheng, Solving the puzzles of structural efficiency, **European Journal of Operational Research**, 180 (2007)
168. Svante Ylvinger, industry performance and structural efficiency measures: solution to problems in firms models, **European Journal of Operational Research**, 121 (2000).
169. Thomas R. Sexton, Herbert F. Lewis, Two-Stage DEA: An Application to Major League Baseball, **Journal of Productivity Analysis**, 19 (2003).

170. Timothy R. Anderson, Keith Hollingsworth, Lane Inman, The Fixed Weighting Nature of A Cross-Evaluation Model, **Journal of Productivity Analysis**, 17(2002).
171. Tone Kaoru, A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, 143 (2002).
172. Toshiyuki Sueyoshi, Jennifer Shang, Wen-Chyuan Chiang, A decision support framework for internal audit prioritization in a rental car company: A combined use between DEA and AHP, **European Journal of Operational Research**, 199 (2009).
173. Ulengin F., Ulengin B., Forecasting Foreign Exchange Rates: A Comparative Evaluation of AHP, **Omega**, 22 (1994).
174. Umakant Dash et al, Benchmarking the Performance of Public Hospitals in Tamil Nadu: An Application of Data Envelopment Analysis, **Journal of Health Management**, 9, (2007)
175. Varabyova Yauheniya, Schreyögg Jonas, International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: Panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches, **Health Policy**, 112 (2013).
176. Vincent Lai, Bo Wong, Waiman Cheung, Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in the software selection, **European Journal of Operational Research**, 137 (2002).
177. Wade Cook, Moshe Kress, Lawrence Seiford, Data envelopment analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors, **journal of the operational research society**, 47 (1996).
178. Wade Cook, Moshe Kress, Lawrence Seiford, On the use of ordinal data in data envelopment analysis, **Journal of the Operational Research Society**, 44 (1993).
179. Wade D. Cook , Joe Zhu, Rank order data in DEA: A general framework, **European Journal of Operational Research**, 174 (2006).
180. Wade D. Cook, Liang Liang, Joe Zhu, Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective, **Omega**, 38 (2010).
181. Wang Jun, Zhang Tiefeng, Guan Xiangyi, Study on Fuzzy Comprehensive Evaluation Model of Printing Quality Based on AHP Method, **Advanced Materials Research**, 174 (2011).
182. WD Cook, J Zhu, DEA Cobb–Douglas frontier and cross-efficiency, **Journal of the Operational Research Society** 65(2014).
183. Wenbin Liu, Zhongbao Zhou, Chaoqun Ma, Debin Liu, Wanfang Shen, Two-stage DEA Models with undesirable input-intermediate- outputs, **Omega** ,<http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.03.009>.
184. William C. Wedley, Eng Ung Choo, Bertram Schoner, **Magnitude adjustment for AHP benefit/cost ratios**, *European journal of operational research*, 133(2001).
185. Yannis G. Smirlis, Elias K. Maragos, Dimitris K. Despotis, Data envelopment analysis with missing values: An interval DEA approach, **Applied Mathematics and Computation**, 177 (2006).
186. Yao Chen , Wade D. Cook , Ning Li , Joe Zhu, Additive efficiency decomposition in two-stage DEA, **European Journal of Operational Research**, 196 (2009).
187. Yao Chen, Joe Zhu, Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance, **Information Technology and Management** ,5 (2004).
188. Ying-Ming Wang , Kwai-Sang Chin, Some alternative DEA models for two-stage process, **Expert Systems with Applications**, 37 (2010).
189. Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin, Some alternative models for DEA cross-efficiency evaluation, **International Journal of Production Economics**, 128 (2010).
190. Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin, Some alternative models for DEA cross-efficiency evaluation, **International Journal of Production Economics**, 128 (2010).
191. Y-M Wang, K-S Chin , S Wang, DEA models for minimizing weight disparity in cross-efficiency evaluation, **Journal of the Operational Research Society**, 63 (2012).
192. Yu Mei Guan, Applied AHP Technology and Information Technology in Evaluation for Teaching Quality of University, **Advanced Materials Research** , 1022 (2014).
193. Z. Xu, On consistency of the weighted geometric mean complex judgement matrix in AHP, **European Journal of Operational Research**, 126 (2000).

الملاحق

## الملحق رقم (1): مخرجات Expert choice

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

- 1 inputs ,400
  - 2 outputs ,400
  - 3 activity quality ,200
- Inconsistency = 0,  
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>inputs

- 1 HR ,400
  - 2 Ex drog ,400
  - 3 equip ,200
- Inconsistency = 0,  
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>outputs

- 1 demand ,750
  - 2 value ,250
- Inconsistency = 0,  
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>activity quality

- 1 quantinuity ,750
  - 2 exam ,250
- Inconsistency = 0,  
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>inputs

>HR

- 1 urgence ,340
- 2 consult ,340
- 3 maternity ,097
- 4 labo ,083
- 5 stomato ,070
- 6 mobyl equip ,035
- 7 radio ,034

Inconsistency = 0,06

with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>inputs

>Ex drog

- 1 labo ,335
- 2 consult ,226
- 3 urgence ,144
- 4 stomato ,113
- 5 radio ,088
- 6 maternity ,059
- 7 mobyl equip ,035

Inconsistency = 0,02

with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>inputs

>equip

- 1 labo ,362
- 2 stomato ,230
- 3 maternity ,156
- 4 radio ,100
- 5 urgence ,061

6 consult ,061  
 7 mobyl equip ,030  
 Inconsistency = 0,01  
 with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>outputs

>demand

1 urgence ,303  
 2 consult ,303  
 3 labo ,166  
 4 stomato ,087  
 5 radio ,065  
 6 maternity ,048  
 7 mobyl equip ,027  
 Inconsistency = 0,02  
 with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>outputs

>value

1 maternity ,386  
 2 labo ,175  
 3 urgence ,096  
 4 stomato ,096  
 5 consult ,096  
 6 mobyl equip ,096  
 7 radio ,054  
 Inconsistency = 0,0057  
 with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>activity quality

>quantinuity

1 urgence ,213  
 2 maternity ,213  
 3 consult ,213  
 4 stomato ,112

5 labo ,112  
 6 radio ,112  
 7 mobyl equip ,026  
 Inconsistency = 0,00292

with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: importance of health activities

>activity quality

>exam

1 urgence ,154  
 2 stomato ,154  
 3 labo ,154  
 4 radio ,154  
 5 consult ,154  
 6 mobyl equip ,154  
 7 maternity ,077  
 Inconsistency = 0,  
 with 0 missing judgments.

Alternative	Priority
urgence	,223
stomato	,110
labo	,179
radio	,083
maternity	,125
consult	,234
mobyl equip	,046
Inconsistency = 0,01	