

أهداف ومحتوى تحليلات الأعمال بين حاجة المؤسسات العربية والعرض الأكاديمي: استشراف نقدي وتحليلي

د. إبراهيم درويش الكبي

ملخص

برز في العقد الأخير كمّ من الإشكاليات حول أنظمة وأطر تحليل المعلومات المتعلقة بإدارة الأعمال على ضوء التضخم المطرد للبيانات والمعلومات التي تبني عليها القرارات العملية لتحويل الأفكار من مجرد مبادئ إلى أعمال تنفيذية. من هنا كان التركيز على منظومات تحليلات الأعمال التي تزيد على التحليل الكلاسيكي للأعمال باعتماد مزيد على علم الإحصاء وكذلك علم البيانات الذي هو فرع مستجد لعلوم الحاسوب والرياضيات. هذا البحث يقارب تحليلات الأعمال من عدة جهات، سواء من جهة البحث العلمي الذي يشبه إلى حد بعيد استعمال تحليلات الأعمال في علم الإدارة وترجمة الاستراتيجيات المؤسسية إلى مخارج مالية واقتصادية؛ أم من جهة الأطر التطبيقية المستقاة من إدارة المشاريع وتطوير الأعمال وعلم البيانات الكبرى وغيرها من المرجعيات العملية الدولية. ونتيجة لذلك كان لا بد من الاستثمار في المجال العلمي خاصة التعليم العالي لتهيئة الموارد البشرية القادرة على ملء حاجة الأسواق العربية بالمهارات الكفيلة بتطوير الأعمال ومساعدة المنظمات على رفع أدائها. مع الإضاءة على التطورات الدولية في مجال الأطر عملية والعلمية والتي لازالت في طور النمو والتحسين.

يبدأ هذا البحث بوصف الحاجات الأساسية للمنظمات والمؤسسات من ناحية تحقيق أهدافها وتطوير قدراتها ثم المحافظة على استمراريته وسط بيئة تتفاقم صعوباتها وتتوسع حاجات أفرادها ومجتمعاتها. ثم ينتقل إلى تعريف الحل المناسب لهذه الإشكاليات وهو ما اصطلح على تسميته بتحليلات الأعمال بسرد مقومات هذا الحل والمداخل إليه من علوم وأطر عملية وما يفضي إليه من مخارج تساهم في إدارة الأعمال العصرية.

وأخيراً تم وضع توصيات لدعم هذا التوجه وتنميته في المستقبل عبر المؤسسات التعليمية والمنظمات والجمعيات الداعمة.

مقدمة

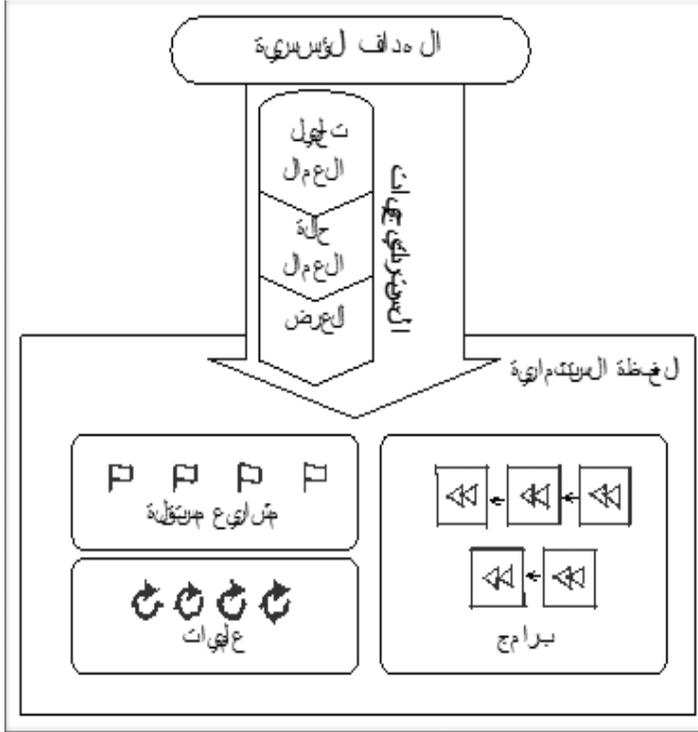
تهدف كل منظمة، من مؤسسات وشركات وجمعيات وغيرها، إلى رفع أدائها بغية البقاء والازدهار. لذلك نجد تلك المنظمات عند نشأتها تطلق من رؤيا معينة تمنحها صبغة مرجوة واتجاهاً مُقَرَّراً لتتحول إلى مجموعة أهداف تملّي استراتيجيات مَصمَّمة لتحقيقها. تلك الاستراتيجيات لا تتعدى كونها أمانى ما لم تدخل قيد التحقيق وذلك ضمن محفظة استثمارية تضمن لها التمويل والجدولة والتخطيط على شكل مجموعة من العمليات والمشاريع.

الرابط العملي بين المشاريع والعمليات داخل المحفظة هو أن الأولى تمهيد وتجربة للتانية لأن طبيعة العمليات أنها ملازمة للمنتج من خدمات أو سلع مما يعني دوامها خلال دوام المنتج وحتى خلال دوام المؤسسة التي تستغل هذه العمليات الإنتاجية للمحافظة على استمرارها ورفع قدرتها على المنافسة. أما المشاريع وإن شاركت العمليات في دعم المؤسسة واستهلاك مواد مشتركة مع العمليات إلا أن طبيعتها مؤقتة بأن لها بداية ونهاية محددة لأعمالها التي تخضع للجدولة والتمويل بشكل دوري متكرر يضمن التحكم الدقيق بالخطط الخاصة بالمشروع من حيث تطابقها مع التنفيذ إلى حد مقبول.

وبالتالي فإن نجاح المشروع يعني الانطلاق في عملية مستدامة على مخرجاته التي تقع على ثلاثة ضروب:

• السلعة: إذا كان مخرج المشروع سلعة فهو إما أن يكون نموذجاً ناجحاً لعمليات إنتاج مستمرة له نحو إنتاج نموذج هاتف جديد أو

- يكون نحو مبنى هو غاية مشروع وبداية عمليات إيجار وصيانة.
- الخدمة: مخرج الخدمة معناه أن المشروع كانت غايته تصميم الخدمة التي تتقلب عملية بمجرد نجاح ذلك المشروع وتقبل المؤسسة لهذه الخدمة الجديدة مثال على ذلك خدمات القيمة المضافة التي تعمل عليها شركات الاتصالات وتكون عادة قصيرة الأمد كمشروع فتدخل حيز العمليات كجزء من باقة خدمات تقدمها الشركة لعملائها.
 - النتيجة: وهي علم مكتسب من خلال مشروع بحثي يخلص إليها كجواب عن سؤال أو فرضية وتستعمل عادة كمستند نحو مشاريع قوانين وأطر حاكمة لعمل منظمة وخلصات عملية أو توصيات لأبحاث مستقبلية.



الشكل (١) الانتقال من الاستراتيجية إلى المحفظة الاستثمارية

الجدير بالذكر هنا أن المحفظة الاستثمارية تعنى أيضاً بالعلاقات الداخلية والخارجية للمشاريع والعمليات وذلك عبر تقسيم المشروع المستقل إلى مراحل تتخذ من مخرجات غيرها مدخلات لها^٢ وتكون مخرجاتها مدخلات لمرحلة قابلة نحو تقسيم شركات الصيدلة مشاريع الدواء الجديد عبر مراحل بحثية تبدأ بالتركيب الكيميائي فإن نجح تدخل في مرحلة التجارب الحيوانية فإن نجحت تبدأ بمرحلة التجارب السريرية ويكون نجاح الأخيرة بمثابة الإطلاق لعملية إنتاج الدواء الجديد.

وتشمل هذه العلاقات برامج المشاريع التي تتألف من مشاريع يعتمد بعضها على بعض فمنها ما يكون متعاقباً كالمراحل التي ذكرت ومنها ما يكون متوازياً، ويكون لهذه البرامج مديراً يترأس المدراء لتلك المشاريع ويكون عمله أقرب إلى جدول الموارد والجدول والموازنة العابرة لهذه المشاريع.

في المحصلة، لا يدخل المحفظة الاستثمارية إلا العناصر القابلة للاستثمار ولذلك تمهيداً فإن المشروع مثلاً لا يكون قابلاً للبدء إلا بميثاق يسمى ميثاق المشروع ويحتوي على الخطوط العريضة للمشروع مثل المخارج المتفق عليها والميزانية العامة والجدول الملخص والمخاطر

المبدئية وغير ذلك مما يحتاج إليه لإطلاق المشروع مع ذكر المعنيين بالمشروع كمديره وكفيله والزبون. لكن أصل هذا الميثاق هو الحالة التجارية أو حالة العمل وهي دراسة مفصلة تتناول مخرجات المشروع كوسيلة لمعالجة إشكالية ضمن باقة من الحلول مع دراسة جدوى كل منها أو استغلال فرصة بنفس الشروط.

بما أن حالة العمل تمهد لحل مشكلة أو استغلال فرصة فإنها تتوسل الطرق لتقويم الخيارات التي بها يتحقق الهدف وفي هذا إشارة الى التقنيات المقومة والتي تعارف الباحثون والممارسون على تسميتها تحليلات الأعمال.

تأثير البيئة المحيطة بالمنظمات

لا شك أن البيئة المحيطة بالمنظمات تؤثر بشكل مباشر على كيفية اتخاذ القرارات فيها. وما دامت المحافظ الاستثمارية بحاجة إلى تقويم المشاريع والعمليات الداخلة عليها فلا مناص من الحاجة الى طريقة تقويم تأخذ بعين الاعتبار التأثيرات البيئية بغية الإفضاء إلى قرارات فضلى. ومن أهم هذه التأثيرات:

- المنافسة: التي من أسبابها العولة وانفتاح الحدود الجغرافية وتعدد مستويات الحياة المادية للأفراد والمجتمعات مما انعكس على عروض المؤسسات الصناعية والخدمية التي ازدادت وتنوعت أكثر بأضعاف من ذي قبل. هذا العامل أدى الى تسارع الطلب على السلع والخدمات بحسب مواصفات تعجز عن تلبيتها النظم الصناعية القديمة مما تطلب أساليب تقنية وإدارية حديثة لإنتاجها مبنية على إدارة المتطلبات.

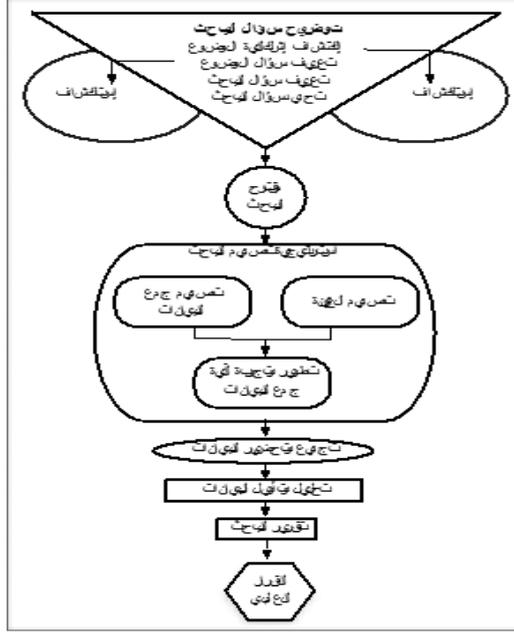
- التحولات الاقتصادية: منذ نهوض الثورة الصناعية بدأت تحولات مهنية وديموغرافية تأثرت بها كل البلاد من نحو هجرة اليد العاملة الزراعية من القرى الى المراكز الصناعية في المدن وقد استمر هذا المنحى الى أيامنا هذه حيث تعانى الصين مثلاً من عبء أكثر من مئة مليون مهاجر استقروا منذ عقود في أحزمة بؤس حول المدن الصناعية وتجري عدة محاولات لدفعهم الى العودة لقرانهم التي تمتلك الدولة أراضيها لكن للسكان هناك صكوك أهلية لاستعمالهم تلك الأراضي للزراعة والتي يستطيعون بيعها أو رهنها لتمويل اندماجهم في المدن أو للبقاء في القرى ريثما يتم توسيع نطاق تلك المدن بإعادة إعمار الضواحي التي نزحوا اليها. مثل هذه الاشكاليات وغيرها أدى الى ثقافة استهلاكية مرتبطة بمستوى معيشي مدني يشكل ضغطاً متزايداً على المؤسسات الصناعية والخدمية. مثال تقاوم هذه المشكلة يؤدي افتراضاً الى توقع ازدياد الطلب على النفط عالمياً نحو خمسة أضعاف فيما لو تملك كل أسرة صينية سيارة وهذه فرضية مرعبة حقاً!

- ثقافة المعلومات: والتي ترافقت مع التحولات الاقتصادية المذكورة وقوامها اليد العاملة الزراعية التي تحولت إلى صناعية ثم آل بها الاقتصاد المعرفي القائم على بنى تحتية تضمنت شبكات اتصال واسعة ومعالجات معلوماتية سريعة ووحدات تخزين ضخمة إلى تشغيل تلك البنى التحتية والاستثمار فيها ضمن الأعمال التي قامت عليها وتوسعت حتى اصبحت مخارجها حاجات أكثر منها كماليات. هذا العامل الاخير أدى الى مضاعفة كم المعلومات الصادرة عن هذه الأنظمة والتي استعملتها بناها التحتية الاقتصادية في تطوير أعمال إضافية بل وصناعات قائمة على المعلومات التي أملى توسعها قواعد جديدة لتحليلها بغية الاستفادة منها في صنع القرار الذي يتحكم بالعلاقة بين إستراتيجية العمل والمحافظ الاستثمارية.⁶

من هنا كان لا بد من وجدان نماذج ناجحة في التعامل مع كثرة هذه المعلومات وتشعبها وتركيبها توحياً للإستفادة منها وإنجاح الأعمال التجارية والصناعية المبنية عليها.

النماذج الكلاسيكية والحديثة

قبل الدخول في نماذج تحليلات الأعمال لابد من المقارنة بين النماذج الكلاسيكية والحديثة لتحليل الأعمال والتي اتخذت من البحث العلمي منطلقاً لها. فتجد في الإطار العملي للأبحاث العلمية^٧ كما هو موضح في الشكل أدناه العديد من العناصر التي تتوسل التحليل العلمي في أكثر من جزء من ذلك الإطار.



الشكل (٢) الإطار العملي للبحث العلمي

تسبب الحاجات العملية إشكاليات البحث بشكل أساسي ذلك بأن البحث العلمي إما أن يكون علمياً صرفاً نحو الكثير من الأبحاث العلمية القائمة في الدراسات العليا الجامعية وغيرها مما يندرج تحت مسمى الصناعة أي العلم المكتسب من النظر والبحث مبنياً على علم أصيل متلقى. وهذا النوع من البحث يشكل مصدراً ثميناً للفرص العملية من تجارية وصناعية وحتى سياسية وعسكرية. وأما النوع الآخر من البحث فهو العملي وهو الأكثر انتشاراً وتمويلاً حيث يشكل استثماراً للأموال والموارد في ترجمة الطلب التجاري الى عروض عملية. والنوعان من الأبحاث ينتهجان الإطار العملي نفسه لأن هذا الإطار يركز على ثمانية أبعاد لكل منها عدة مستويات تشكل التنوع الضروري لشمول غايات عديدة:

- وضوح الإشكالية: إن انطلقت الدراسة من فرضيات موضوعة فالبحث شكلي^{١٠} وإلا فهو استكشافي^{١١}.
 - طريقة جمع البيانات: أما بالتواصل حيث العينة تعي عملية جمع البيانات وإلا فالمرقبة^{١٢}.
 - التأثير التجريبي: فإما أن يكون تجربة استباقية للحدث أو دراسة أثر ما بعد حدث.
 - البعد الزمني: ويكون البحث اعتراضياً إن جمعت بيانات كثيفة في وقت قصير وإلا تكون ممتدة على مراحل زمنية طويلة؛ مثال ذلك الدراسات السريرية ويغلب عليها الإحصاء الاستدلالي.
 - نطاق الموضوع: ويشمل الدراسات الاحصائية التعليلية الكمية ودراسات الحالات النوعية^{١٣}.
 - بيئة البحث: وهي إما تجرى على الأرض أو في مختبرات أو ضمن محاكاة حاسوبية^{١٤}.
 - هدف الدراسة: إما السرد (إيراد الأحداث كما جرت) أو الوصف (عرض تفاصيل الأحداث دون تفسير لها) أو التعليل (وجدان العلاقة بين مدخلات تؤثر على متغيرات مخرجة واصفة العلاقة بينها) أو التوقع (حساب احتمال وقوع متغيرات نتيجة لدراسة تاريخها).
 - الوعي الحسي: ويعنى بتأثير الدراسة على موضوعها بحيث ينبغي إزالة هذا التأثير^{١٥}.
- فإذا تناولنا وضوح الإشكالية فإن الدراسة والنماذج الكلاسيكية تعتمد الاستنتاج المبني على البحث الشكلي بمعنى أن بداية الدراسة

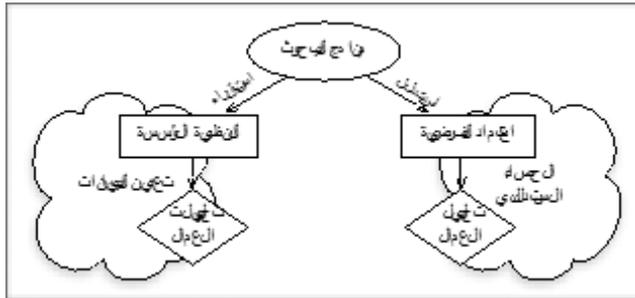
تكون بتحديد الإشكالية وطرح الفرضيات على شكل السؤال البحثي أي أن هذه الفرضيات هي خيارات مطروحة لحل الإشكالية فيبقى على بقية البحث درس هذه الفرضيات واستبعاد غيرها والإبقاء على سمينها بإثباته عند تحليل البيانات المجموعة. بعد تحديد الفرضيات يأتي فرز كل فرضية الى مجموعة أسئلة استقصاء الهدف منها تقويم الفرضية المعنية وبما أن هذه الأسئلة منفكة عن وسيلة الجمع لها كونها خاصة بالباحث والفرضية فإنها تحتاج الى أسئلة قياسية الغرض منها جمع البيانات الخاصة بالاستقصاء وبالتالي تكون صالحة للوضع في أداة جمع المعلومات سواء كانت استبيانات أو جداول مراقبة أو تجارب أو غير ذلك ١٦.

أما النماذج الحديثة فتعتمد غالباً الاستكشاف أي تبدأ بسبر بيانات موجودة مسبقاً بغية اكتشاف مجموعات وأنماط تنتج قواعد يبنى عليها. الأسلوب المتبع هنا حثي وليس استنتاجياً مثله مثل الاستكشاف المتبع في تحديد إشكالية وسؤال الموضوع في نموذج البحث الكلاسيكي. وهذا النوع من الدراسات مبني على النظرية المؤسسة (Grounded Theory) ١٧ التي تعني بناء نظرية من خلال تحليل البيانات، ومن خلال الترقى بالبناء على الأنساق والأنماط التي يكشف عنها التحليل. فمن خلال التصنيف الأولي للبيانات والموافقة بينها تتشكل الأنساق وتتضح بشكل أكثر تجريباً، ومع تعدد تلك الأنساق ووضوحها يمكن أن تشكل نظرية تمتد جذورها للبيانات الأولية. وهذا ما يسمى بالنظرية المؤسسة، بمعنى أن الباحث يسلك مسلكاً استقرائياً بحثاً (Inductive Method) بحيث ينتقل من البيانات إلى النظرية وليس من النظرية إلى تحليل البيانات.

بالنظر الى أهداف الدراسة يبدو واضحاً أن تحليل الأعمال يفضي الى التعليل والتوقع ومن ثم تحقيق الأفضلية أو الأمثلية بمعنى أن النتائج المتوصل إليها هي الأفضل والامثل بالنظر الى المعطيات المحيطة بها سواء في ذلك الافتراضات والشروط والبيانات البيئية. فالنماذج الكلاسيكية لتحليل الأعمال اعتمدت إثبات الفرضيات ثم استعمالها لصنع نماذج ثابتة أو عشوائية، جامدة أو مرنة، تأخذ مداخل من الإشكالية المراد حلها لتعطي مخارج للحل مثال ذلك اغلب نماذج البحوث العملية التي لا ضرورة لإثباتها طالما سبق ثبوت جدواها من قبل في حالات تطبيقية وأهداف محددة. ويبقى هناك مجال للتحليل الاحصائي ١٨ في مسائل الحكم على المجهول كتحليل النوعية وإدارة المخاطر.

تحليل الأعمال وتحليلات الأعمال

دأبت مؤسسات التعليم العالي على تضمين مناهجها العلوم التحليلية حيث دعت الحاجة. فالتحليل الاحصائي مثلاً بدأ في الخمسينيات من القرن الماضي عن طريق الإحصاء الأحيائي Biostatistics الذي بدأ العمل به للسيطرة على تقشي الأمراض ولما أثبت نجاحاً في إجراء الدراسات السريرية كان أن تبتنت الإدارة الصناعية كوسيلة للسيطرة على كمية السلع المعطوبة ومن ثم في أساس إدارة الجودة. والجدير بالذكر أن التحليل الرياضي يغلب على هذه الجهود وأن كانت هناك دراسات جديّة لكن طبيعتها نوعية وليست كمية. لكن من جهة فإن الدراسات الاحصائية منها حدّي ١٩ يعتمد الأرقام التي تعكس قياسات كمية ولها نماذج خاصة؛ ومنها غير حدي يعتمد الأرقام التي تعكس مراتب أو مستويات ونماذج تحليلها تختلف عن الدراسات الحديثة واستعمالها يكثر في العلوم الاجتماعية.



الشكل (٣) مقارنة تحليل الأعمال وتحليلات الأعمال

من جهة أخرى، طالما اعتمد علم الحاسوب على أسس رياضية نمت على البنى التحتية التي أنشأها هذا العلم فتوسعت في دعم كافة العلوم الرياضية ومن جعلتها علم الإحصاء الذي تطور بشكل مطرد حتى تمكن من دعم البحث العلمي المبني على النظرية المؤسسة عن طريق البيانات الكبرى وبالتالي مهد الطريق لعلم البيانات ٢٠.

بالعودة إلى التمهيد لإدخال العروض التجارية والصناعية إلى المحافظ الاستثمارية عن طريق طروح ومقترحات تدرج في أشكال عدة كالمناقصات واستدراج العروض والعهادات فإن هذا المسعى يستدعي دراسة مبدئية لا تدعي حلاً لإشكالية بقدر ما هي محاولة واعدة كما أنه لا تدعي الدراسة الاستكشافية في البحث العلمي التوصل لغاية تتعدى الفرضية المكتسبة منها لأنها تعمل على مرحلة ما قبل الفرضيات؛ تحديداً في سبر إشكالية وسؤال الموضوع. وهذا يستدعي تحليلاً لبيانات مجموعة من قبل وليست مبنية على فرضيات. فإذا نستطيع القول إن هذا النوع من العروض يتطلب طريقة بحثية مبنية على النظرية المؤسسة وبالتالي على علم البيانات الكبرى. بالنتيجة وبالنسبة إلى العروض المذكورة، يكون تحليل الأعمال نهجاً وإطاراً عاماً بينما تحليلات الأعمال مجموعة وسائل خاصة وحديثة لاستنباط الفرضيات على ما وصف سابقاً إلى جانب الطرق الكلاسيكية المعتمدة على فرضيات كأصل لها ٢١.

الأطر العلمية

ينطلق الإطار العلمي لتحليلات الأعمال من التعريف التالي: مهارات، تقنيات وممارسات للاستكشاف المتواصل المتجدد والتحري لما مضى من أداء الأعمال بغية اكتساب إحاطة مزيدة بها وتحسين التخطيط لها. وهذا تعريف يتسجم مع ما سبق ذكره عن علاقة تحليلات الأعمال بالتحليل البحثي الاستقرائي للنظرية المؤسسة عن طريق تعدين البيانات (أو ما اصطلح على تسميته لاحقاً بالبيانات الكبرى). فالمهارات أصلها من علوم إدارية سيأتي ذكرها في الإطار العلمي والتقنيات تركز على علم البيانات في علوم الحاسوب والممارسات هي الأصل في التحليلات كما أملت متطلبات التحليل العملي ومرتكزه علم القرار. أما التواصل والتجدد فسببه أن أكثر البيانات التي تبنى عليها القرارات متغيرة بتغير الظروف المحيطة بها أو بسبب كونها تبطن شيئاً من العشوائية لذلك فإن القرار يحتاج لتجديد. مثال على ذلك أن إدارة المخاطر تركز على بيانات محتملة فيها منسوب خطأ يتغير بتغير الاحتمالات من جهة ويتكشف مع الزمن فلو أراد المرء أن يستوضح معلومة فيها احتمال الخطأ ينتظر حتى ينجلي المجهول لكن المشكلة أن مرور الزمن من دون اتخاذ قرار يضيع الفرصة على صاحبها مما يعني أنه لا بد من التفتيش عن القرار الصائب وأن كان الوقت مبعكراً ٢٢. ونجد أن مادة القرار من التعريف المذكور في غالبها من بيانات ماضية مما يعني أنها تستعمل لاستشراف المستقبل بأساليب إحصائية تركز على علم البيانات. أما الثمرة فتكون مزيد تأكد من هذه المعلومات التي هي مادة القرار مما يؤدي إلى قرارات التخطيطية أفضل إن لم تكن الأمثل.

أما العلوم الإدارية المذكورة فهي تلك التي توجد في مواد بحوث العمليات وهي عبارة عن نماذج رياضية موضوعة لحل إشكاليات إدارية محددة. وهذا علم تطبيقي حديث أحرز نجاحاً واسعاً في المجالات المدنية والعسكرية في دعم القرارات الإدارية وإدارة عمليات الإنتاج. وقد كانت العوامل المذكورة في بداية البحث من الأسباب المشجعة لبحوث العمليات خاصة في ظل نقصان الموارد الطبيعية وعامل الوقت الحرج. وهذا ما استدعى السعي لوجدان أساليب كمية تحدد القرار الأمثل لاستغلال تلك الموارد. بطبيعة الحال عند ذكر الكم لا يعني أن النوعية ليست في متناول البحث إنما هي تترجم إلى كميات بالرجوع إلى المصطلح العلمي. أما أهم فروع هذا العلم:

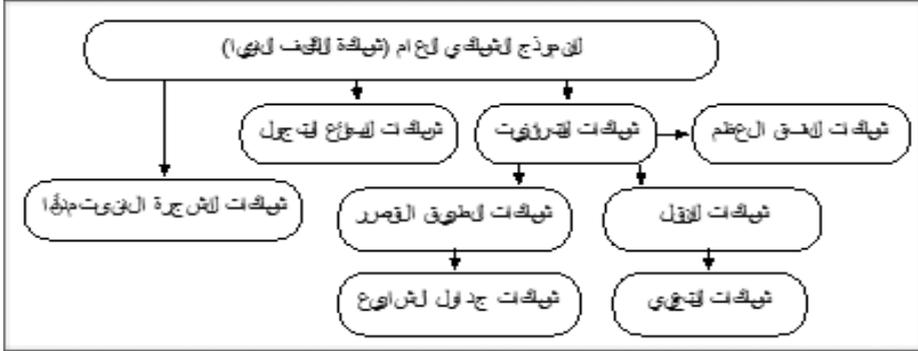
أولاً، البرمجة الخطية ٢٣ :

طريقة لإيجاد القيمة الأمثل لقرار كمّي ضمن نطاق الموارد المحدودة. قد يتعلق القرار بمختلف الأقسام الوظيفية في المؤسسة (من إدارة وتسويق وإنتاج) أو حتى خارجها كما أنه لا يختص بمستوى دون آخر سواء كان استراتيجياً أو تكتيكياً أو عملياً. عناصر البرمجة الخطية ثلاثة: أولاً، متغيرات القرار التي تتضمن حل المسألة باتخاذها القيمة المثلى ينفذ مقتضاها بتطبيقه لدى المعنيين. ثانياً، دالة الهدف التي تتضمن متغيرات القرار بشكل يمثل الغاية المنشودة نحو رفع أرباح أو خفض كلف. ثالثاً، حدود الموارد والشروط على المسألة بشكل صيغ لا تعادلية. تكون الطريقة الحل بمسح نطاق الحدود بواسطة دالة الهدف حتى الوصول إلى قيمتها المثلى والتي تعكس أفضل قيمة

لمتغيرات القرار. ويكون الحل بالرسوم البيانية في حال وجود متغيرين فقط للقرار وإلا استدعى الأمر استعمال الجبر بطريقة السيمبلكس ويتبع ذلك دراسة حساسية تقيس تأثير تغير دالة الهدف والحدود على متغيرات القرار. وقد يبلغ حجم هذه المسائل آلاف المتغيرات وملايين الحدود التي تبقى البرمجة في حدود الخطية طالما أن قوة المتغيرات هي واحد في الدالة والحدود وإلا كانت البرمجة لا خطية. وهذه الأخيرة قد تكون أيضاً مرتبطة بطبيعة المتغيرات التي قد تكون أعداداً صحيحة أو ثنائية أو عشوائية أو خليطاً من كل ذلك. أما وسائل الحل فتتراوح بين الحل اليدوي أو جداول البيانات كإكسل أو برامج مخصصة.

ثانياً، النمذج الشبكية ٢٤:

- وأصلها من البرمجة الخطية وهي موضوعة للإشكاليات التي تتخذ عناصرها الشكل الشبكي حيث تمثل عقدها متغيرات القرار وصلاتها الحدود. مسألها قد تكون جغرافية في الغالب لكن البعض منها قد يكون زمنياً (جداول الصيانة والاستبدال مثلاً) أو حتى افتراضياً (المنافقات المالية مثلاً). النموذج العام هو نظام شبكة الكلف الدنيا الذي يأخذ بعين الاعتبار تزايد أو تناقص الموارد عبر الشبكة ويستعمل في حالات الاستثمارات المالية ربحاً وخسارة وأنظمة تدوير المنتجات والمواد الأولية ويتفرع من هذا النموذج:
- شبكات الترانزيت التي تصوّر نقل المواد والبضائع بهدف تقليل الكلف بين المصادر والغايات دون زيادة أو نقصان لها. وربما اتخذت دلالة زمنية نحو أنظمة الإنتاج والبيع والتخزين. ويتفرع منها:
- شبكات الدفع الأعظم ويستعمل عادةً لتخطيط إجلاء تحت الكوارث نحو مناطق الزلازل وشبكات الغاز والبتروول والمعامل الكيميائية. وكما يدل الاسم فهي مسألة شبكية تتطلب رفع قيمة دالتها بدلاً من خفضها وكذلك تفتقر عن أصلها بكون متغيراتها وفق زمني في أكثر من اتجاه وليست مجرد وحدات منقولة من العرض إلى الطلب.
- شبكات النقل وهي نظام نقل وحدات من مصادر الى غايات متغيراتها وحدات منقولة بحسب العرض والطلب فتفتقر عن أصلها بأنها ليس لها عقد وسطية انتقالية للتخزين. ويتفرع من هذه المسألة شبكات التعيين التي تربط بين فرص العمل والحاصلين عليها بأقل الكلف ومنها أنظمة المناقصات والعطاءات وهي تمثيلية افتراضية لكنها قد تستعمل جغرافياً لنحو إعادة توزيع مراكز خدمات على نسق النمو الديموغرافي للمدن وضواحيها.
- شبكات الطريق الأقصر بين بداية ونهاية عبر شبكة من الطرقات متغيراتها ثنائية ٢٥ بحسب اختيار الطريق أو عدمه وعقد جغرافية كما يرى في الخرائط وشبكة الإنترنت وغيرها. وقد تكون المسألة افتراضية نحو جدولة الصيانة أو الاستبدال. وبالرغم من أن لهذه المسألة دالة ينبغي تصغيرها إلا أنها تنقلب إلى تضخيم لقيمتها عندما تكون لحساب جداول المشاريع لسبب كون المسار الحرج للمشروع هو الأطول بين مساراته من بداية المشروع إلى نهايته.
- شبكات البائع المتجول وتتلخص في تمرير هذا البائع في جولة على كل عقد الشبكة (مرة واحدة لكل عقدة) تكون الأقصر لتوفير الوقت والكلفة. وهي الطريقة التي يتم بها قرار جولات السياسيين الانتخابية وتجولات مندوبي شركات الأدوية وشاحنات رفع النفايات وغير ذلك من اللوجستيات. وهي من المسائل التي لا تحل عن طريق جداول البيانات بسبب التضخم المطرد لمساحة الحلول مقابل عدد العقد ٢٦.
- الشجرة الأدنى للتمدد وتعنى بالبنى التحتية التي تقلص كلفها بإيصال خدماتها لكل العقد دون زيادة في امتداد الصلات نحو شبكة المياه والكهرباء والاتصالات والصرف الصحي.



الشكل (٤) تفرع المسائل الشبكية

ثالثاً، النماذج الإحصائية :

وهي التي وإن انتمت للبحوث العملية إلا أن طبيعة بعض متغيراتها عشوائية بمعنى أنها لا تربطها علاقة سببية بمتغيرات مستقلة تحدد قيمتها إنما الجهل بسببها أو غموضه جعل دراستها بغية التحكم بها تعتمد طريق التوقع بالبناء على تردد حدوثها واحتماله لذلك تستعمل فيها المنحنيات والدالات الاحتمالية بدلاً من السببية. ومؤدى ذلك أن هذه النماذج دخل عليها الإحصاء من باب هذه المتغيرات على سبيل الوسيلة، ومنها:

- المنحى العام لتحليل القرارات باستعمال الاحتمالات لتحديد استراتيجيات القرار مثال ذلك لوائح وشجرات القرار ٢٧ التي تحاكي خيارات صاحب القرار التي تشكل اعتمادات تتفرع بحسب عدد الإمكانيات والتي يوجد لكل منها مخاطر تترك عدة احتمالات للحدوث ليأتي بعدها طبقات أخرى من الخيارات والاحتمالات حتى تنتهي بمجموعة من المخارج التي يكفي لحسابها استخراج قيمة الاحتمالات الموزونة والخيارات المبنية على القيمة الفضلى والتي تعرف الخيار الأمثل اتخاذ. هذا النوع من الوسائل مهم في النماذج الكمية لإدارة المخاطر.
- صفوف الانتظار ٢٨: تستعمل في مجال الخدمات والتصنيع وبشكل عام في أنظمة خدمة الزبائن والتي عاملا الخدمة والطلب فيها بشريان أو أليان نحو الخدمات المصرفية وتنظيم رحلات الطيران وصيانة الآليات والخدمة الذاتية. المتغيرات العشوائية فيها تتعلق بوقت وصول الطلب ومدة الخدمة وخصائصها المبدئية معدل الوقتين وطبيعة الدالتين الاحتماليتين لهما وما خارجها تتعلق بمدة انتظار الزبون ومعدل عدد الزبائن في الانتظار وكذلك الذين هربوا من الاكتظاظ؛ وكل تلك المخارج تتعلق بجودة الخدمة.
- إدارة المخزون ٢٩: المتغير العشوائي الاساسي فيها غالبا هو الطلب على البضائع إلا أن هناك عوامل كثيرة تملئ النموذج المناسب مثل الحسم على الشراء والتصنيع للطلب وموسميته وسياسة التصدير في التخزين.
- التحكم الإحصائي بالجودة ٣٠: خاصة عند تعلقه بالإنتاج الضخم وغايته الحفاظ على مقاييس جودة الإنتاج ضمن معايير تفوق تقبل الزبائن للسيطرة على شكاوهم في المستقبل. أصله الإحصائي تصميم تجارب العوامل المؤثرة في الجودة والتي تعتمد التمييز بين مسؤولية المصنع والعشوائية في النوعية أو عدد المنتجات المعطوبة عن طريق التحكم بتلك العوامل المؤثرة لعزل الأمرين.
- الرصد والمحاكاة ٣١: يتتبع الرصد التغيرات العشوائية في القيم الماضية للعامل المستهدف وله عدة اشكال للدراسة منها ما يعتمد على الموسمية أو التردد أو النمطية في محاولة لعزل كل منها عن العشوائية الصرفة بطرق مختلفة. أما المحاكاة فتعتمد الدالات الاحتمالية للمتغيرات العشوائية المذكورة سابقاً لرشقها بأرقام عشوائية تكون مدخلات لها أما مخرجاتها فتعتمد على تسبيق تلك الدالات لتشكيل صورة عن النظام المراد محاكاته وعلى كثرة تردد الحسابات كما تكمن أهميتها في الأنظمة المركبة التي قد لا تنفع فيها الطرق التي سبق ذكرها.

أما تقنيات علم البيانات المذكورة في تعريف تحليلات الأعمال فهي امتداد طبيعي لعلم الإحصاء الاستدلالي والاستقرائي المدعوم بالقدرة الرقمية للحواسيب وهي مبنية على كثرة البيانات حيث تعجز تلك الحواسيب عن تحليلها بالإحصاء الاستدلالي لضخامتها وغياب الفرضيات مما يستدعي الاستقراء المبني على تلخيص وتوزيع وحتى استعراض هذه البيانات. بالنتيجة اصطلح المعنيون بالأمر على تخصيص علم البيانات الخاص بتحليلات الأعمال بمصطلح تحليلات البيانات الذي هو استقراء للبيانات الكبرى^{٢٢}.

تمتع البيانات الكبرى بصفات الضخامة والسرعة والتغير والتنوع والتي ساهمت فيها الشبكة الدولية ومواقع التواصل الاجتماعي ومجسات المعلومات المنتشرة في كل البلدان من كاميرات ورادارات وغيرها. ومع غياب أية فرضيات بشأنها كان لا بد من البدء باستعراض البيانات عن طريق رسمها ثم تحليل تكتلاتها بحساب المسافات بين نقاطها وتقاربها من بعضها بالرياضيات الإقليدية أولاً ثم بتطبيق القواعد الجامعة لها^{٢٣}.

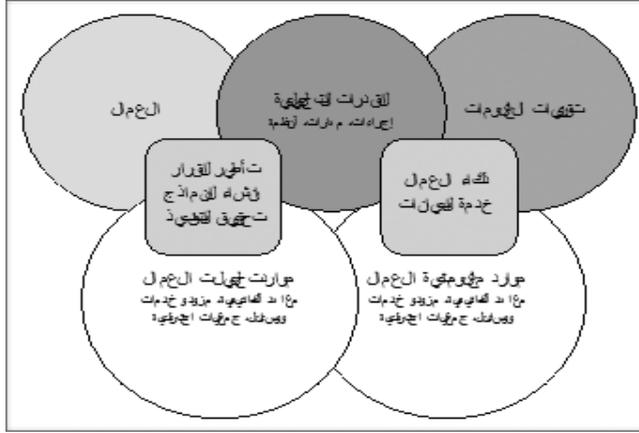
بعد تشكيل هذه التجمعات في البيانات يأتي دور التعليم المراقب^{٢٤} الذي يحوّل تقسيم البيانات الى تبويب لأنواعها وتشكيل خلاصات لها تشكل تعليلاً لمعانيها وما تؤدي إليه مما يفضي الى التعلم الآلي^{٢٥}. ويلجأ كثير من المحللين الى تطبيق أساليب إحصائية استدلالية لتخص تلك الخلاصات التصنيفية توحياً للدقة. أما الصحة المتوخاة من هكذا نماذج رقمية فتتولاهما برمجيات خاصة تعيد الحسابات مراراً كما في المحاكاة لاكتساب المزيد من الصواب وتقليل الأخطاء التي يسببها النظام الحسابي التقريبي لها^{٢٦} لذلك تتحسن نوعية المعلومات مع الوقت مما استدعى اصطلاح التعلم الآلي على هذا النوع من الإجراءات.

وأخيراً، الممارسات المذكورة في تعريف تحليلات الأعمال مستقاة^{٢٧} من تحليل الأعمال الكلاسيكي والذي لم تفرز له الأكاديمية حيناً مستقلاً في التعليم العالي بل أدرج في عدة مواد لإدارة الأعمال على أن مبناه المستقل كان في الإطار العملي الذي أنشئ حديثاً كما سيرد.

الأطر العملية

تجري محاولات حثيثة لتشكيل إطار مستقل لتحليلات الأعمال لكن الحاصل حتى الآن هو إطار عملي خاص بتحليل العمل وآخر تقني خاص بتحليلات البيانات. وفيما يلي نذكر بعض تلك المحاولات على ضوء الإطارين العملي والتقني.

بداية لا بد من إنشاء بيئة تحليلية في المنظمات والمؤسسات تضم الموارد والمواهب العاملة في حقل التحليل وضمها الى تلك الخاصة بالأعمال وتقنية المعلومات بهدف خدمة إدارة سلسلة الخدمات انطلاقاً من الموردين الأول وانتهاءً بالزبائن. المورد الأول للمواهب هو المعاهد والجامعات ومراكز الأبحاث التي تزود الإطار العملي بالموارد البشرية العاملة وكذلك الباحثة على هامش العلوم التحليلية. المورد الثاني هو الخاص بالوسائل التي تساعد على تحليل المعلومات من الشركات المختصة نحو آي بي أم (IBM) و أس اي أس (SAS) ٢٨ بتوفير البنى التحتية من البرامج التجارية الخاصة بالتحليل، كما أن هناك مصادر غير تجارية ومفتوحة مثل لغة الأر (R) والبايثون (Python) اللتان أصبحتا على درجة عالية من المنافسة للتطبيقات التجارية بسبب المجتمع المعلوماتي الخاص بهما والذي يساعد على تطويرهما بسرعة وانضباط يتخطيان في كثير من الأحيان الأنظمة التجارية^{٢٩}. المورد الثالث هو الشركات الاستشارية التي غالباً ما تتدخل لبناء نماذج تجارية خاصة للزبائن. وأخيراً المورد الرابع هو الجمعيات الاحترافية مثل إنفورمس (INFORMS) والجمعية الأمريكية للإحصاء وغيرهما التي تشر الوعي في هذا الحقل بين المؤسسات الاحترافية والتعليمية من أجل التعاون في المستقبل. وفيما يلي شكل يصور هذا الإطار التجريبي.



الشكل (٥) إطار عملي تجريبي لتحليلات الأعمال

الواقع الدولي والإقليمي

الواقع العام يشير إلى ضخامة البيانات الناشئة كل يوم والتي عُشرها فقط منظمٌ وجاهز التحليل والباقي يذهب هدراً وهذه البيانات آتية من البريد الإلكتروني ومواقع التواصل الاجتماعي وقنوات التواصل النصي وغيرها. ومما لا شك فيه أن قدرة الجامعات حالياً على تأمين العرض الذي يغطي الطلب لتحليلات الأعمال قاصرة جداً.

من حيث المؤسسات والشركات التي تؤمن الموارد المناسبة فإن أس أي أس (SAS) تشكل الثلث دولياً والعشر للآي بي أم (IBM) والباقي يتوزع تقريباً بالتساوي بين داتافلوك (DataFlok) ولينكدن (LinkedIn) وهافينغتون (Huffington) وديلويت (Deloitte) وفوربس (Forbes) وماكينسي (McKinsey & Co) وبعض الشركات الصغيرة المستقلة التي تشكل نحو ثمن المجموع.

على الصعيد الأكاديمي هناك نحو مئة وأربعون جامعة تدرس اختصاصات متلازمة مع تحليلات الأعمال أكثرها في الولايات المتحدة الأمريكية نصف شهادتها في مجال علوم البيانات وثلثها في تحليلات بيانات العمل بينما الباقي يتوزع بين حقول مرتبطة بالإحصاء والصحة وتسويق المبيعات والتخطيط المدني. يجدر بالذكر هنا أن ثلثي هذه الشهادات تقريباً هي عبارة عن دورات خاصة وليست اختصاصات كاملة ومنها ما يتم تسويقه عبر برامج تعاونية بين بعض الجامعات يحاول بعضها اختراق الإقليم العربي في هذه الاختصاصات بواسطة التعليم المدمج والدورات المستوردة.

واقفنا الإقليمي يشهد محاولات لدخول هذا الحقل لكننا لا نجد بعد البرامج المناسبة في الجامعات لأن أصل الوعي بأهمية هذا الاختصاص ليس مكتملاً بعد. مثال ذلك أن شركة أس أي أس (SAS) أنشأت قسمًا في إدارتها الإقليمية في دبي خاص بالأسواق الناشئة وهي تحاول أن تحقق اختراقاً به منذ سنوات. نقص هذا الوعي مرده إلى أن النماذج الكلاسيكية التي ذكرنا من قبل لم تلقح هي الأخرى في تحقيق خرق في وقتها.

الخلاصة والتوصيات

مما لا شك فيه أن وضعنا الإقليمي ناشئٌ من حداثة لم تتحقق أبعادها بشكل كامل فالاستهلاك يطن على الإنتاجية والتوعية الدراسية قاصرة نوعاً ما خاصة في المراحل الأولى من الدراسة الجامعية إن لم يكن قبلها بقليل. لكن ما يساعدنا على اللحاق بالركب البعض من التوصيات:

- تشجيع قيام الفروع المحلية للروابط الاحترافية بتسهيل من جامعاتنا بغية نشر الوعي في صفوف الطلاب وكذلك الإدارات الخاصة

والعامة.

- تحفيز الجامعات والمعاهد على إدخال الأدوات المساعدة على البدء في تحليلات الأعمال في مناهجها نحو لغات البرمجة خاصة في اختصاصات إدارة الأعمال التي هي محرومة من هذه اللغات ٤٠.
- اشتراط حيازة شهادات احترافية في مجال تحليل الأعمال كجزء من متطلبات التخرج من الجامعات في اختصاصات إدارة الأعمال وغيرها.
- إعادة تدوير القوى العاملة في مجال المعلوماتية الإدارية لتوجيهها نحو تحليلات الأعمال.
- إدخال النماذج الكلاسيكية والحديثة في تحليل الأعمال ضمن السياسات الاستراتيجية في الدول العربية بحيث تدخل ضمن الادارة العامة.
- استنهاض المجامع اللغوية لمواكبة هذه الجهود بغية دمج هذه العلوم في الخلفية الثقافية لبلادنا لضمان الجودة والاستمرارية.

المراجع العربية

١. باشيوة، حسن عبد الله، "بحوث العمليات"، الطبعة الأولى، دار اليازوري، ٢٠١١.
٢. القاضي، دلال، وعبد الله، سهيلة، والبياتي، محمود، "الإحصاء للإداريين والاقتصاديين"، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، ٢٠٠٥.
٣. الجواد، دلال صادق مصطفى، والفتال، حميد ناصر، "بحوث العمليات"، الطبعة الأولى، دار اليازوري، ٢٠٠٨.
٤. جلدة، سليم بطرس، "أساليب إتخاذ القرارات الإدارية الفعالة"، الطبعة الأولى، دار الراية، ٢٠٠٩.
٥. عيسى، مهند حنا نقولا، "إدارة مخاطر المحافظ الائتمانية"، الطبعة الأولى، دار الراية، ٢٠١٠.
٦. الفضل، مؤيد، "المنهج الكمي في إتخاذ القرارات الإدارية المثلى"، الطبعة الأولى، دار اليازوري، ٢٠١١.
٧. منصور، كاسر نصر، "إدارة العمليات الإنتاجية: الأسس النظرية والطرائق الكمية"، الطبعة الأولى، دار الحامد، ٢٠٠٩.

المراجع الانكليزية

١. Cadle, James. "Business Analysis Techniques: ٩٩ Essential Tools for Success", ٢e. BCS, ٢٠١٤.
٢. Clemen, Robert. & Reilly, Terence. "Making Hard Decisions", ٢e. Engage Learning, ٢٠١٤.
٣. Cooper, Donald. & Schindler, Pamela. "Business Research Methods", ١٢e. McGraw-Hill/Irwin, ٢٠١٢.
٤. Hillier, Frederick. & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research", ١٠e. McGraw-Hill Education, ٢٠١٥.
٥. International Institute for Business Analysis (IIBA). "BABOK: A Guide to Business Analysis Body of Knowledge", ٣e. IIBA, ٢٠١٥.
٦. Kleijnen, Jack P.C.. "Design and Analysis of Simulation Experiments", International Series in Operations Research and Management Science, ١e. Springer, ٢٠٠٨.
٧. Luenberger, David G., & Ye, Yinyu. "Linear and Nonlinear Programming", International Series in Operations Research and Management Science, ٣e. Springer, ٢٠٠٨.
٨. Marr, Bernard. "Big Data in Practice: How ٤٥ Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results", Wiley, ٢٠١٦.
٩. PMI. "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", ٥e. PMI, ٢٠١٢.
١٠. PMI. "Business Analysis for Practitioners: A Practice Guide", PMI, ٢٠١٥.
١١. Ragsdale, Cliff T.. "Spreadsheet Modeling and Spreadsheet Analysis", ٦e. Cengage, ٢٠١٢.

١٢. Reid, Dan. & Sanders, Nada. "Operations Management: An Integrated Approach". ٥e. Wiley. ٢٠١٣.
١٣. Render, Barry, Stair, Ralph M. Jr., & Hanna, Michael E., "Quantitative Analysis for Management", ١١e. Pearson. ٢٠١٢.
١٤. Runkler, Thomas. "Data Analytics: Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis". ٢e. Springer. ٢٠١٦.
١٥. Saxena, Rahul. & Srinivasan, Anand. "Business Analytics: A Practitioner's Guide", Springer. ٢٠١٣.

الهوامش

- ١ أنظر PMI, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", ٥e. PMI, ٢٠١٣ ص ٧.
- ٢ أنظر PMI, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", ٥e. PMI, ٢٠١٣ ص ٣.
- ٣ أنظر PMI, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", ٥e. PMI, ٢٠١٣ ص ٤٢.
- ٤ أنظر Hillier, Frederick, & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research", ١٠e, McGraw-Hill Education, ٢٠١٥, ص ٢.
- ٥ أي الصكوك.
- ٦ أنظر Marr, Bernard. "Big Data in Practice: How Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results", ٢٠١٦, Wiley, ص ١.
- ٧ أنظر Cooper, Donald, & Schindler, Pamela. "Business Research Methods", ١٢e, McGraw-Hill/Irwin, ٢٠١٢, ص ٢٨.
- ٨ أنظر Cooper, Donald, & Schindler, Pamela. "Business Research Methods", ١٢e, McGraw-Hill/Irwin, ٢٠١٢, ص ١٥.
- ٩ وليس معنى ذلك أن كل التركيبات من هذه الأبعاد ومستوياتها قابلة للتطبيق إنما هناك تراكيب نادرة الاستعمال تشكل غالب الاصل وهناك بعض التصاميم البحثية كثيرة الاستعمال نحو البحث النوعي والكمي والاستبيان والمراقبة والتجارب والمقابلة.
- ١٠ Formal
- ١١ Exploratory
- ١٢ يوجد بعض التصاميم البحثية التي تجمع المستويان نحو التجارب السريية.
- ١٣ مثال على ذلك هذه الدراسة لأنها تعتمد العرض أكثر من الإحصاء.
- ١٤ المحاكاة تستعمل عند تعذر التجربة أو لهدف ضغط وقت الحدث أو تمديده.
- ١٥ نحو تأثير وجود المراقب على نتائج المراقبة مما يؤثر على تحليل البيانات المجموعة.
- ١٦ أنظر Cooper, Donald, & Schindler, Pamela. "Business Research Methods", ١٢e, McGraw-Hill/Irwin, ٢٠١٢, ص ١٠٨.
- ١٧ أنظر Cooper, Donald, & Schindler, Pamela. "Business Research Methods", ١٢e, McGraw-Hill/Irwin, ٢٠١٢, ص ١٤٤.
- ١٨ أنظر Reid, Dan. & Sanders, Nada. "Operations Management: An Integrated Approach", ٥e, Wiley, ٢٠١٣, ص ١٩٧.
- ١٩ Parametric
- ٢٠ أنظر Marr, Bernard. "Big Data in Practice: How Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results", ٢٠١٦, Wiley, ص ٤.
- ٢١ أنظر Cadle, James, et Al., "Business Analysis Techniques", ٩٩: BCS, ٢٠١٤, ص ٣٤.
- ٢٢ أنظر PMI, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", ٥e. PMI, ٢٠١٣, ص ٣١٣.
- ٢٣ أنظر Hillier, Frederick, & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research", ١٠e, McGraw-Hill Education, ٢٠١٥, ص ٢٥.
- ٢٤ أنظر Hillier, Frederick, & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research", ١٠e, McGraw-Hill Education, ٢٠١٥, ص ٢٥.

ص ٣١٨.

٢٥ أي إما أن تسلك هذه الطريق أو لا تسلكها.

٢٦ NP-hard وهو تصنيف مستوى تعقيد حل المسئلة ينقل طريقة الحل إلى منحى Heuristic لا يقوى عليه إلا الحاسوب.

٢٧ أنظر Clemen, Robert. & Reilly, Terence. "Making Hard Decisions Engage Learning", ٢٠١٤, ص ٧٣.

٢٨ أنظر Ragsdale, Cliff T., "Spreadsheet Modeling and Spreadsheet Analysis Cengage", ٢٠١٢, ص ٦٥٢.

٢٩ أنظر Hillier, Frederick. & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research McGraw-Hill Education", ٢٠١٥, ص ٨٠٠.

ص ٨٠٠.

٣٠ أنظر Hillier, Frederick. & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research McGraw-Hill Education", ٢٠١٥, ص ١-٢٥.

ص ١-٢٥.

٣١ أنظر Hillier, Frederick. & Lieberman, Gerald. "Introduction to Operations Research McGraw-Hill Education", ٢٠١٥, ص ٨٩٢.

ص ٨٩٢.

٣٢ أنظر Runkler, Thomas. "Data Analytics: Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis Springer", ٢٠١٦, ص ٨.

٣٣ أنظر Runkler, Thomas. "Data Analytics: Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis Springer", ٢٠١٦, ص ١١١.

٣٤ Assisted Learning

٣٥ Machine Learning

٣٦ كثير من الطرق الرياضية على الحاسوب تحول الدالات إلى نماذج تقريبية لتسهيل إدخالها على تلك الآلة.

٣٧ أنظر International Institute for Business Analysis (IIBA). "BABOK: A Guide to Business Analysis Body of Knowledge IIBA", ٢٠١٥, ص ٨٥.

IIBA, ٢٠١٥, ص ٨٥.

٣٨ وهما أقدم الشركات في هذا المجال من الأعمال.

٣٩ هما تجمعان غير تجاريين لمحترفين متطوعين.

٤٠ اللغتان المذكورتان أنفأ هما من المستوى الرابع أي لا تقتصران للترجمة إلى برمجيات تنفيذية كما هو الحال في #C/C اللتان هما من المستوى

الثالث. مما يعني سهولة التعلم لغير طلاب علم الحاسوب.