

## مقدمه‌ای به مطالعات کمی در مدیریت

دکتر یدا... رجائی<sup>۱</sup>

دکتر محمد جلیلی<sup>۲</sup>

### چکیده

روشهای کمی یکی از دو رویکرد اصلی در روش‌شناسی مطالعات مدیریت محسوب می‌شود. مطالعات کمی به بررسی علمی و نظام‌مند پدیده‌ها و داراییهای کمی و روابط بین آنها می‌پردازد و در علوم اجتماعی و طبیعی مانند فیزیک، بیولوژی، جامعه‌شناسی، مدیریت و حتی روزنامه‌نگاری بصورت وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از مطالعات کمی، ایجاد و بکارگیری مدل‌های ریاضی، تئوری‌ها و فرضیات مرتبط با پدیده‌های طبیعی است. فرآیند اندازه‌گیری در راستای ایجاد ارتباط بنیادین بین مشاهدات تجربی و بیان ریاضی روابط کمی، نقطه محوری مطالعات کمی به شمار می‌رود. اصطلاح مطالعات کمی در مقایسه با مطالعات کیفی، در علوم اجتماعی و مدیریت کاربرد بسیار وسیع‌تری دارد. در روشهای کیفی برخلاف روشهای کمی، رفتار انسان و دلایل آن بصورت عمیق مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در واقع تحقیق کیفی بر مبنای تحلیل علل رفتار شکل می‌گیرد. در روشهای کمی از کلمات استفهامی چه، کجا و کی استفاده می‌شود در حالیکه در روشهای کیفی چرایی و چگونگی تصمیم‌گیری بررسی می‌شود. در روشهای کمی از نمونه‌گیری تصادفی مشتمل بر تعداد زیادی مشاهدات استفاده می‌شود اما در روشهای کیفی نمونه‌ها بسیار کوچکتر هستند و بیشتر از مثال<sup>۳</sup> برای تبیین موضوع بهره گرفته می‌شود. در این مقاله بر مبنای مطالعه منابع مختلف و ادبیات نظری سعی می‌گردد مفاهیم، مبانی فلسفی، رویکردها و تکنیک‌های مرتبط با مطالعات کمی مورد بررسی قرار گیرد و ضمن مقایسه آن با مطالعات کیفی، راهنمای مناسبی برای محققین گرایش‌های مختلف دانش مدیریت فراهم گردد تا با بهره‌گیری از آن بتوانند چارچوب مفهومی

1. استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر [dr.yadollah.Rajaei@gamil.com](mailto:dr.yadollah.Rajaei@gamil.com)

2. استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر و مسئول مکاتبات [mohammadjalilee@yahoo.com](mailto:mohammadjalilee@yahoo.com)

3. Sample

جامعی برای کاربرد روشهای کمی در تحقیقات مدیریت مدنظر قرار دهند. بنابراین اهداف کلی مقاله عبارتند از:

1. تعریف دقیق مفاهیم «مطالعات کمی<sup>۱</sup>» و «مطالعات کیفی<sup>۲</sup>»
2. تشخیص ویژگیهای مبنایی و کاربردی مطالعات کمی از مطالعات کیفی
3. تهیه و ارائه فهرستی از روشها و تکنیکهای مرتبط با مطالعات کمی در حوزههای مختلف دانش مدیریت
4. تبیین دلایل ضرورت استفاده از روشهای کمی در تحقیقات مدیریت

### واژگان کلیدی

روشهای کمی، روشهای کیفی، مطالعات مدیریت، روشهای ریاضی، روشهای آماری.

### 1- مقدمه

مطالعه کمی یک فرآیند رسمی، عینی و نظاممند است که بر مبنای آن داده‌ها برای کسب اطلاعات کمی یا قابل کمی شدن در خصوص جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. توصیف متغیرها، آزمون روابط مابین آنان و تعیین تعاملات علی و تاثیرپذیری بین متغیرها از جمله مهمترین کاربردهای مطالعات کمی است (بورنز و گروو، 2005).<sup>۳</sup> روشهای کمی در مقابل روشهای کیفی مطرح می‌شود. مطالعات کیفی بر اساس روشها یا متدولوژیهای مرتبط با آن شناخته می‌شود. به عنوان مثال مشاهده، مصاحبه یا مطالعه موردی از جمله متدولوژیهای مورد استفاده در مطالعات کیفی محسوب می‌شوند. البته در حقیقت مطالعات کیفی چیزی بیش از روشهای کیفی است و در واقع یک رویکرد خاص به سوال و پرسش بر مبنای مجموعه‌ای از مفروضات در خصوص چگونگی تولید دانش و ماهیت واقعی آن است. از این منظر کاملاً از رویکرد روشهای کمی به تحقیق مجزا است. مطالعات کمی با استفاده از روش علمی رایج در علوم طبیعی آغاز می‌شود و بر مبنای این فرض که واقعیت قابل اندازه‌گیری است و باید اندازه‌گیری شود، استمرار می‌یابد و در نهایت با استفاده از مجموعه‌ای از روشهای استاندارد برای آزمون فرضیات بطور عینی مورد تایید قرار می‌گیرد. درمقابل پژوهشگران کیفی، کمتر به

---

1. Quantitative Research  
2. Qualitative Research  
3. Burns & Grove 2005:23

### 3 ► مقدمه‌ای به مطالعات کمی در مدیریت

---

دنبال کشف واقعیت (درست بودن عینی و قابل تایید و آزمون) هستند. بلکه بیشتر قصد دارند بفهمند چه چیزی مبنای درک ذهنی مردم از واقعیت است. لذا مطالعات کیفی قصد دارد تجربه مردم را درک کند، چگونگی مواجهه آنان با جهان پیرامونی را کشف نموده و تشخیص دهند که این درک از جهان پیرامونی چگونه بر عملکرد آنان تاثیر می‌گذارد. صرفنظر از تفاوت‌های فلسفی، هر دو روش کیفی و کمی وقتی در عمل مورد استفاده قرار می‌گیرند، مزایا و معایبی دارند. رویکردهای کیفی در حوزه تحقیقاتی که هدف آنان توصیف یا یافتن معانی در رفتار اجتماعی است، بسیار مناسبند. به عنوان مثال برای درک علت سیگار کشیدن مردم، مصاحبه با یک یا گروهی از افراد سیگاری نقطه شروع تحقیق محسوب می‌شود. بر مبنای اطلاعات جمع‌آوری شده، یک درک تئوریک از علل رفتار مردم در این زمینه ساخته می‌شود. از آنجایی که اهداف مطالعات کمی و کیفی ممکن است باهم هم‌پوشانی داشته باشند، از این رو لازم است میان دو مقوله به شرح زیر تفاوت قائل شد:

1. نقش مطالعات کیفی در آزمون یک فرضیه مشخص درباره اهمیت نسبی متغیرهای مختلف برای رفتار اجتماعی عامه مردم.
2. نقش مطالعات کیفی در توصیف رفتار اجتماعی گروه‌های مشخصی از جامعه

این تفاوتها، از رویکردهای مختلف به دانش و تئوری‌سازی ناشی می‌شود. در مطالعات کیفی معمولاً از استدلال قیاسی<sup>1</sup> برای تئوری‌سازی استفاده می‌شود در حالیکه در مطالعات کمی عموماً استدلال استقرایی را برای این منظور بکار می‌برند. در استدلال قیاسی از کل به جزء عمل می‌شود به این مضمون که بر مبنای داده‌های مربوط به گروه خاص از جامعه بررسی لازم بعمل می‌آید و نتیجه حاصل برای درک رفتار جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقابل بر اساس رویکرد استقرایی ابتدا یک فرضیه ساخته می‌شود و سپس این فرضیه آزمون می‌شود تا قابلیت تعمیم آن به جامعه مشخص گردد. به عبارت دیگر یک قاعده وقتی برای یک نمونه تصادفی از یک جامعه صدق نماید، با روشهای آماری می‌توان قابلیت تعمیم این نتیجه به کل جامعه مورد نظر (جامعه‌ای که نمونه از آن انتخاب شده است) را بررسی نمود. به عبارت دیگر از جزء به کل می‌رسیم. اگر یک قاعده در مورد اجزاء صادق باشد، از آن یک تئوری یا قاعده

---

#### 1. Inductive Approach

کلی ساخته می‌شود. به عنوان مثال اگر بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده در یک مطالعه کیفی خاص در مورد سیگارکشیدن افراد نوجوان به این الگو دست پیدا کنیم که احساس تنهایی رابطه مستقیمی با سیگار کشیدن آنان دارد، می‌توانیم این تئوری را ایجاد کنیم که «بین سیگار کشیدن و احساس تنهایی در سالهای نوجوانی رابطه مستقیم وجود دارد». البته این تئوری را با روش کمی هم می‌توانیم آزمون نمائیم. در این حالت بطور استقرایی از یک فرضیه آغاز می‌کنیم. فرضیه ما این است که بین سیگار کشیدن و احساس تنهایی رابطه وجود دارد. بنابراین باید آزمون نمائیم که این فرضیه یا رابطه با چه شدتی و در چه وسعتی برای کل جامعه صدق می‌نماید. هدف اصلی در این مقاله مقایسه روشهای کمی با روشهای کیفی در مطالعات مدیریت بر مبنای ادبیات نظری و مطالعات پیشین می‌باشد.

## 2- روشهای کمی

پارادایم اثباتی یا کارکردی که جنبه کمی پرسش را رهنمون می‌سازد بر مبنای این فرض قرار دارد که واقعیت اجتماعی یک ساختار عینی دارد و افراد پاسخگوی این محیط عینی می‌باشند. اندازه‌گیری و شمارش پدیده‌ها و انجام تحلیل آماری مجموعه‌ای از داده‌های عددی، مشخص‌کننده جنبه کمی مطالعه یا تحقیق می‌باشند. پارادایم اثباتی فرض می‌کند که یک واقعیت عینی در جهان وجود دارد که قابل توصیف و اندازه‌گیری می‌باشد. دغدغه اصلی پارادایم کمی این است که این اندازه‌گیری، قابلیت اعتماد، اعتباربخشی و قابلیت تعمیم در پیش‌بینی علل و اثرات را داشته باشد. روش کمی بر مبنای فرموله کردن فرضیه‌های تحقیق و اثبات تجربی آنها با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌ها عمل می‌کند. فرضیه‌های علمی بار ارزشی ندارند و محققین مالک ارزشها محسوب می‌شوند. ترجیحات ذهنی محقق جایگاهی در مطالعات کمی ندارد. مزایای روشهای کمی مطالعات مدیریت عبارتند از:

1. آغاز مساله تحقیق با استفاده از اصطلاحات بسیار مشخص و منسجم
2. تعیین شفاف و دقیق متغیرهای مستقل و وابسته مورد بررسی
3. پیگیری مجموعه‌ای از اهداف، دستیابی به نتایج عینی، آزمون فرضیه‌ها و تعیین موضوعات بنیادین

4. دستیابی به سطح بالایی از قابلیت اعتماد در داده‌های جمع‌آوری شده بدلیل وجود مشاهدات کنترل شده، آزمایشات آزمایشگاهی و بررسی حجم انبوه داده‌ها
5. حذف یا حداقل سازی قضاوت‌های ذهنی

معایب روشهای کمی مطالعات مدیریت عبارتند از:

1. عدم موفقیت در زمینه فراهم نمودن اطلاعات مرتبط با موقعیتی که پدیده مورد مطالعه در آن جا اتفاق افتاده برای محقق یا پژوهشگر
2. عدم توانایی در کنترل محیطی که در آنجا پاسخگویان به سوالات یا پرسشنامه‌ها پاسخ می‌دهند.
3. نتایج محدود است به آنچه که در پروپوزال اولیه نوشته شده و بدلیل بسته بودن نوع سوالات امکان تغییر آن وجود ندارد.
4. محقق را برای مشارکت بیشتر و مداوم در زمینه ادامه مطالعه در مورد مساله تحقیق تشویق نمی‌نماید.

### 3- روشهای کیفی

مطالعات کیفی نوعی از روشهای تحقیق محسوب می‌شود که محقق یا پژوهشگر نقش فعالی در تعامل با مشارکت‌کنندگان در تحقیق ایفا می‌نماید. در واقع محقق در فرآیند تحقیق بطور کامل درگیر می‌شود. مطالعات کیفی در واقع مفروضات پارادایم ادراکی را مدنظر قرار می‌دهند. بر اساس پارادایم ادراکی، واقعیت اجتماعی از طریق تجربه ذهنی و شخصی مردم یا افرادی که با هم در ارتباط هستند، شکل می‌گیرد. (مورگان 1980)<sup>1</sup> محققین کیفی در مطالعات خود سعی می‌نمایند معانی و مفاهیم پدیده‌های بوجود آمده در محیط اجتماعی طبیعی مربوط به خود را توصیف، رمزگشایی و تفسیر نمایند. (فرایر، 1991)<sup>2</sup> مطالعات کیفی بطور معمول بیشتر با تنظیمات طبیعی موجود در عالم سروکار دارند. به عبارت دیگر موضوعات تحقیق در مطالعات کیفی، بر فعالیتهای روزمره (آنگونه که تعریف شده اند، اتفاق افتاده‌اند و بوسیله عامل

---

1. Morgan, 1980  
2. Fryer, 1991

انسانی تبدیل به مساله و مشکل شده‌اند) تمرکز می‌نماید. بنابراین در مطالعات کیفی، کمتر مشاهده می‌شود که جمع‌آوری داده‌ها طبقه‌بندی قبلی داشته باشد یا اینکه فرضیه یا فرضیات مشخصی وجود داشته باشد. (کاسل و سیمون، 1994)<sup>1</sup>

مزایای روشهای کیفی مطالعات مدیریت عبارتند از:

1. دستیابی به احساس واقعی‌تر در مورد جهان که از طریق داده‌های کمی و تحلیل آماری امکانپذیر نمی‌باشد.
2. وجود راههای منعطف برای جمع‌آوری داده، تحلیل نتایج و توصیف اطلاعات جمع‌آوری شده
3. توانایی مواجهه با موضوعات محقق از طریق زبان و اصطلاحات اختصاصی وی
4. دارا بودن ظرفیت توصیفی بر مبنای داده‌های اولیه و ساختارنیافته

معایب روشهای کیفی مطالعات مدیریت عبارتند از:

1. دور شدن از اهداف اولیه و اصلی تحقیق به دلیل تغییر در ماهیت موضوعات
2. دستیابی به نتایج متفاوت از داده‌های مشابه به دلیل ویژگیهای شخصی محقق
3. سختی توضیح تفاوت در کیفیت و کمیت اطلاعات بدست آمده از پاسخگویان مختلف
4. ناتوانی در بررسی رابطه علت و معلولی میان متغیرهای مختلف تحقیق
5. نیازمند سطح بالایی از تجربه محقق برای دستیابی به داده‌های هدف از طریق پاسخگویان

جدول زیر روشهای کمی و کیفی را از جهات مشخصات بنیادین آنان با یکدیگر مقایسه می‌نماید:

جدول 1- مقایسه روشهای کمی و کیفی از جهات مختلف

موضوع	روشهای کیفی	روشهای کمی
<b>هدف و تمرکز</b>	هدف: کشف و درک معانی و عقاید. مطالعه در یک گروه هدف خلاصه می‌شود. تکرار آن به ندرت اتفاق می‌افتد.	هدف: آزمون یک فرضیه مطالعه بصورت استاندارد انجام می‌شود بنابراین تکرار آن در موقعیتهای مختلف امکان‌پذیر است.
<b>واحد تجزیه و تحلیل</b>	موضوعات یا افراد موردتحقیق (نمونه)به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که با اهداف مطالعه تطبیق داشته باشند.	موضوعات یا افراد مورد تحقیق (نمونه) به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند.
<b>داده</b>	داده‌های اولیه تولید شده در واقع مجموعه‌ای از کلمات هستند. داده‌های کیفی خام ممکن است شامل یادداشتهای محقق، متن و یا حتی مصاحبه‌های غیررسمی باشند. داده‌های ثانویه نظیر نوشته‌ها و مشاهدات نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرند.	داده‌های اولیه مجموعه‌ای از اعداد و ارقام و یا پاسخ‌های ثابت (از قبل تعیین شده) که قابلیت کمی شدن دارند، هستند.
<b>روشها</b>	داده‌ها با استفاده از روش‌های کمتر ساختاریافته مانند مصاحبه و مشاهده جمع‌آوری می‌شوند.	روشها و ابزارهای ساختاریافته برای جمع‌آوری داده‌های استاندارد در قالب اعداد یا کدها مورد استفاده قرار می‌گیرند.
	سوالات معمولاً بصورت باز مطرح می‌شوند تا پاسخگو بتواند بصورت منعطف جوابهای مورد نظر خود را ارائه نماید.	سوالات به گونه‌ای مطرح می‌شوند که پاسخگو بتواند پاسخ آن را در میان مجموعه‌ای از جوابهای ثابت از قبل تعبیه شده، انتخاب نماید.
	محقق مهمترین ابزار برای طرح سوال است و برای رسیدن به هدف خود از مصاحبه هدفمند یا استراتژیهای مشاهده و مرور داده‌های ثانویه بهره می‌گیرد.	ابزارهایی نظیر مطالعه میدانی (پرسشنامه) بطور دقیق طراحی می‌شوند تا بوسیله آنان متغیرهای مشخصی اندازه‌گیری شوند و برای پیشگیری از سوگیری محقق بصورت سیستماتیک هدایت شوند.
	بطور معمول در این نوع تحقیقات، افراد یا اشیاء موضوع تحقیق بصورت چهره به چهره در فرآیند تحقیق مورد ملاحظه و توجه قرار می‌گیرند.	بطور معمول در این نوع تحقیقات، افراد یا اشیاء موضوع تحقیق بدون ارتباط مستقیم (بصورت غیرمستقیم) از طریق ابزارهایی مانند تلفن یا پرسشنامه ایمیل‌شده در فرآیند تحقیق مورد ملاحظه و توجه قرار می‌گیرند.
<b>نتایج و تحلیل</b>	داده‌ها بوسیله فرآیندهای نظام‌مند و اطلاعات قابل فهم از طریق طبقه بندی، ترسیم نمودار و اشکال و تصاویری که الگوها را مشخص می‌نمایند، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.	داده‌ها از طریق روشها و رویه‌های آماری استاندارد تجزیه و تحلیل می‌شوند.
	نتایج با جملات تفصیلی بیان می‌شوند	نتایج بصورت خلاصه و بر مبنای متغیرها، اندازه و جهت و اهمیت هر یک بیان می‌شوند.

جدول 2- تفاوت میان روشهای کمی و کیفی از جهات مختلف

مطالعات کمی	مطالعات کیفی
آزمون فرضیات مورد نظر محقق مفاهیم در قالب متغیرهای مشخص بیان می‌شوند. معیارهای سنجش قبل از جمع‌آوری داده‌ها، بصورت نظام‌مند طراحی و ایجاد می‌شوند و بصورت استاندارد می‌باشند.	کشف معانی و مفاهیمی که محقق در داده‌ها مشاهده نموده است. مفاهیم در قالب ایده‌ها، اشکال، نمودار و کاتالوگ بیان می‌شوند. معیارهای سنجش بصورت غیررسمی ایجاد می‌شوند و معمولاً استاندارد نبوده و برای افراد یا محققین خاصی کاربرد دارند.
داده‌ها به شکل اعداد هستند.	داده‌ها در قالب کلمات و تصاویر هستند.
تئوری باید علی (علت و معلولی) باشد.	تئوری می‌تواند علی و غیرعلی باشد.
رویه‌های تحقیق استاندارد هستند و قابلیت تکرار دارند.	رویه‌های تحقیق خاص بوده و بندرت قابلیت تکرار دارند.
تحلیل از طریق آمارها، جداول یا نمودارها و بحث و بررسی نحوه ارتباط با فرضیه‌ها ایجاد می‌شود.	تحلیل از طریق استخراج الگوها و سازماندهی نمودن داده‌ها، یک تصویر منطقی و قابل اعتماد ارائه می‌دهد.

تفاوت میان دو نوع مطالعات کمی و کیفی با تمرکز بر ویژگیهای داده‌ها در قالب جدول زیر قابل نمایش می‌باشد:

جدول 3- تفاوت میان روشهای کمی و کیفی با تمرکز بر ویژگیهای داده‌ها

کمی	کیفی
عرض داده‌ها	عمق داده‌ها
دقت و تمرکز	ارزش و محتوای داده‌ها
آزمون تئوری یا مدل‌های موجود	ایجاد تئوری یا مدل جدید
تعداد زیاد افراد یا اشیاء مورد مطالعه	تعداد اندک افراد یا اشیاء مورد مطالعه
جمع‌آوری حجم کمی اطلاعات در مورد هر	جمع‌آوری حجم زیادی اطلاعات در مورد
یک از افراد یا اشیاء مورد تحقیق	هریک از افراد یا اشیاء مورد تحقیق



#### 4- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله بصورت مختصر تفاوت‌های میان مطالعات کمی و مطالعات کیفی مورد بررسی قرار گرفت. محققین کیفی اشیاء و پدیده‌ها را بر مبنای تنظیمات طبیعی آنان مطالعه می‌نمایند و تلاش می‌کنند تا یک احساس یا درک و شناخت از پدیده‌ها در قالب اصطلاحات و کلماتی که نزد مردم معنا و مفهوم مختص به خود را دارد، ایجاد نمایند. در مقابل مطالعات کمی یک فرآیند رسمی، عینی و سیستماتیک است که بر مبنای آن داده‌ها برای کسب اطلاعات کمی یا قابل کمی شدن در خصوص جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. توصیف متغیرها، آزمون روابط مابین آنان و تعیین تعاملات علی و تاثیرپذیری بین متغیرها از جمله مهمترین کاربردهای مطالعات کمی است. نکته بسیار مهمی که باید بدان توجه شود اینکه بیان تفاوتها به معنای بهتر یا بدتر بودن یک روش نیست بلکه هر کدام از روشها کاربردهای خاص خود را دارا می‌باشند. در واقع بحث بهتر یا بدتر بودن روشها نسبت به یکدیگر بیشتر زائیده ذهن افراد و بیانگر نوع تفکر آنان است. در عالم واقع در ادبیات مدیریت و سایر علوم مشابه موارد متعددی وجود دارد که رویکردهای کمی نسبت به رویکردهای کیفی تفوق و برتری یافته‌اند و برعکس آن به معنای برتری رویکردهای کیفی بر کمی نیز در موارد زیادی اتفاق افتاده است. نکته دیگر اینکه سوابق و مطالعات زیادی نیز یافت می‌شود که بر لزوم ترکیب این دو روش<sup>1</sup> تاکید می‌نمایند. مطالعات کیفی روشهای تجربی مختلفی<sup>2</sup> مانند مطالعه موردی، تجربه شخصی، داستان زندگی، مصاحبه، مشاهده، تاریخی، ارتباطی و متنهای تصویری را در بر می‌گیرد.

---

1. Multimethod Research

2. Case study, personal experience, introspective, life story, interview, observational, historical, interactional and visual texts

## 5- فهرست منابع و مآخذ

1. Burns N, Grove SK (2005), "The Practice of Nursing Research: Conduct, Critique, and Utilization" (5th Ed.). St. Louis, Elsevier Saunders
2. Cassell, C., & Symon, G. (1994). "Qualitative research in work contexts." In C. Cassell, & G. Symon (Eds.), *Qualitative methods in organizational research* (pp. 1-13). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
3. Denzin, Norman K. and Yvonna S. Lincoln, eds., (1994), "Handbook of Qualitative Research", Thousand Oaks, CA: Sage
4. Gholamreza Jandagh, Hasan Zarei Matin, " Application of qualitative research in management (why, when and how)", *Iranian Journal of Management Studies (IJMS)*, Vol 3. No.3. January 2010 pp: 59 – 74
5. Fryer, D. (1991). "Qualitative methods in occupational psychology: Reflections upon why they are so useful but so little used". *The Occupational Psychologist*, 14 (Special issue on qualitative methods),3-6.
6. Mehl, G.L. (2000). "Tobacco smoking in central Sri Lanka: an ethnographic study of male urban young adults". School of Hygiene and Public Health, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, USA. PhD Dissertation.