

فرا تحلیل در R با استفاده از بسته rmeta

حدیث پوراسمعیلی^۱ مجید سرمد^۲

چکیده:

فرا تحلیل (Meta-analysis) به معنای انجام تحلیل آماری بر روی نتایج تعداد زیادی از مطالعات مستقل به منظور ترکیب یافته‌های آنها می‌باشد. هدف پژوهش حاضر ارائه بسته‌های آماری موجود در نرم‌افزار R برای انجام فرا تحلیل است. ابتدا توضیح مختصری در مورد فرا تحلیل، روش‌های آماری مورد استفاده در آن و نرم‌افزارهای قابل استفاده برای انجام آن داده می‌شود، سپس بسته‌های موجود در نرم‌افزار R معرفی شده، توابع موجود در بسته rmeta شرح داده می‌شود و برای هر کدام از توابع مثالی ارائه خواهد شد. **واژه‌های کلیدی:** فرا تحلیل، نرم‌افزار R، بسته rmeta.

۱ مقدمه

۲ فرا تحلیل

امروزه گسترش روزافزون تحقیقات و اطلاعات در حوزه‌های مختلف علوم، تسلط بر تمامی ابعاد یک رشته را تا حدود زیادی ناممکن ساخته است. به همین دلیل انجام پژوهش‌های ترکیبی که عصاره تحقیقات انجام شده در یک موضوع خاص را به شیوه نظام‌مند و علمی فرا روی پژوهشگران قرار می‌دهد گسترش یافته است. از آنجا که ذهن انسان توانایی ترکیب داده‌های حاصل از مطالعات فراوان را ندارد، به ناچار باید از روشی استفاده کرد که با به‌کارگیری الگوی علمی رایج، این وظیفه را انجام دهد. در این روش که به فرا تحلیل موسوم شده است، دانشمندان به منظور کشف روابط جدید میان تعداد زیادی از پژوهش‌هایی که قبلاً صورت گرفته است و ترکیب یافته‌های آنها، از تکنیک‌های دقیق ریاضی و آمار استفاده می‌کنند. در فرا تحلیل، موضوع پژوهش، یافته‌های پژوهشی موجود در یک زمینه مشخص شده است و پژوهشگر این امکان را می‌یابد تا در مقایسه با یک روش مطالعه واحد، شناخت بیشتری از پدیده‌ها کسب کند.

سابقه پژوهش‌های ترکیبی کمی به سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۰ میلادی و کارهای فیشر، پیرسون^۳ و ثراندیک^۴ برمی‌گردد. تقریباً از سال ۱۹۳۰ میلادی، دانشمندان به بازنگری پیشینه تحقیق توجه نشان دادند. در همین سال برای اولین بار، ثراندیک برای مطالعه تغییرات پایایی بازآزمایی، نتایج ۳۶ مطالعه جداگانه را که به بررسی آزمون بین^۵ پرداخته بودند، گردآوری کرد و میانگین ضرایب پایایی را محاسبه نمود. همچنین در همین دوره فیشر و پیرسون به‌طور جداگانه به خلاصه کردن روابط بین دو متغیر پرداختند و روش‌هایی برای ترکیب احتمالات ارائه نمودند. همچنین در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ میلادی، روزنتال^۶ از طریق بسط و توسعه روش‌هایی که قبلاً مطرح شده بود، شروع به ترکیب و مقایسه نتایج مطالعات جداگانه نمود. اصطلاح فرا تحلیل نخستین بار در سال ۱۹۷۶ در خلال مقاله‌ای که توسط گلاس^۷ به رشته تحریر در آمد مورد استفاده قرار گرفت.

^۱ کارشناس ارشد آمار اقتصادی و اجتماعی دانشگاه فردوسی مشهد، h.p2006@yahoo.com

^۲ استادیار گروه آمار دانشگاه فردوسی مشهد، sarmad@um.ac.ir

^۳ Pearson

^۴ Srandyk

^۵ binet

^۶ Rosental

^۷ Glass

۱.۲ انواع تحلیل‌ها

گلاس و همکارانش برای توصیف اصطلاح فراتحلیل به انواع تحلیل‌های زیر اشاره داشتند:

تحلیل‌های اولیه^۸: زمانی اطلاق می‌شود که پژوهشگر داده‌ها را جمع‌آوری کرده و برای به دست آوردن نتایج، آن‌ها را تجزیه و تحلیل می‌کند.

تحلیل‌های ثانویه^۹: وقتی به کار برده می‌شود که پژوهشگر، داده‌های مربوط به یک مطالعه قبلی را برای پاسخگویی به سؤال یا سؤالات جدید مورد تجزیه و تحلیل مجدد قرار می‌دهد.

فراتحلیل: هنگامی استفاده می‌شود که پژوهشگر، نتایج تعدادی از مطالعات اولیه را برای پاسخ‌گویی به سؤال پژوهشی خود با یکدیگر ترکیب نموده، نتیجه جمعی جدیدی را به دست می‌آورد.

۲.۲ روش‌های آماری در فراتحلیل

روش‌های آماری در فراتحلیل به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

روش‌های پارامتری: از روش‌های پارامتری برای برآورد پارامترهای مدل استفاده می‌شود، روش میانگین و روش درست‌نمایی ماکسیمم از جمله روش‌های پارامتری است.

روش‌های ناپارامتری: مهم‌ترین روش‌های ناپارامتری را می‌توان به چهار روش: ۱- براساس توزیع یکنواخت، ۲- معکوس کای دو، ۳- معکوس نرمال، ۴- لجیت تقسیم کرد، هر کدام از روش‌ها فرمول‌های خاصی دارد.

روش شمارش آراء: این روش براساس شمارش تعداد مطالعاتی که به نفع فرضیه صفر و شمارش تعداد مطالعاتی که برخلاف فرضیه صفر رأی داده‌اند، استوار شده است. در صورتی که اختلاف این شمارش‌ها در دو گروه از مقدار معینی تجاوز کند، فرضیه صفر پذیرفته و یا رد می‌شود.

۳.۲ نرم‌افزارهای فراتحلیل

یک پروژه فراتحلیل جهت انجام تحلیل‌ها به یک نرم‌افزار مناسب نیاز دارد. امروزه نرم‌افزارهای مختلفی در این زمینه وجود دارد که از آن میان می‌توان به R، SPSS، STATA، NCSS اشاره کرد. در ادامه برخی از مجموعه توابع موجود در نرم‌افزار R که برای انجام فراتحلیل به کار می‌روند، بررسی خواهند شد.

۳ بسته‌های موجود در نرم‌افزار R

همان‌طور که گفته شد یکی از نرم‌افزارهای مناسب برای انجام فراتحلیل نرم‌افزار R است. در این نرم‌افزار بسته‌های بسیاری برای انجام فراتحلیل موجود است که توابع موردنیاز برای انجام فراتحلیل را دارا هستند و می‌توان به راحتی از آن‌ها استفاده نمود. از جمله این بسته‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

rmeta: این بسته توسط لوملی^{۱۰} در سال ۲۰۰۹ میلادی نوشته شد. در این بسته توابعی برای انجام فراتحلیل در مدل‌های با اثرات ثابت و تصادفی و همچنین انجام فراتحلیل تجمعی قرار داده شده است. از جمله این توابع می‌توان به توابعی که نمودار درختی و نمودار کیفی رسم می‌کنند و آزمون ناهمگنی را انجام می‌دهند، اشاره کرد.

meta: این بسته را شوارزر^{۱۱} در سال ۲۰۱۲ میلادی نوشته است. با استفاده از این بسته فراتحلیل برای مدل‌های با اثرات ثابت و تصادفی انجام داده می‌شود، تابع‌هایی برای رسم نمودارهای درختی و کیفی و انجام آزمون اریبی نیز در این بسته موجود است.

metafor: ویچتباور^{۱۲} در سال ۲۰۱۱ میلادی این بسته را ارائه نمود. این بسته شامل مجموعه‌ای از توابع برای انجام فراتحلیل در نرم‌افزار R است. توابعی برای محاسبه اندازه اثر یا برآمد اندازه‌ها، برازش مدل‌های با اثر ثابت، تصادفی و آمیخته برای داده‌ها است. همچنین می‌توان متارگرسیون انجام داد و نمودارهای گوناگون فراتحلیل را رسم کرد.

^{۱۰} Lumley

^{۱۱} Schwarzer

^{۱۲} Viechtbauer

MAd: بسته MAd توسط دلره و هویت^{۱۳} در سال ۲۰۱۰ میلادی معرفی شد. این بسته فراتحلیل را برای ترکیب مطالعات با استفاده از داده‌های اختلاف میانگین انجام می‌دهد.

برای دریافت این بسته‌ها می‌توان به آدرس زیر مراجعه کرد:

<http://cran.um.ac.ir>

در ادامه با استفاده از دو دسته از داده‌ها با نام داده‌های کتتر^{۱۷} و داده‌های کاکران^{۱۸} هریک از توابع در قالب یک مثال شرح داده می‌شود.

۱.۳ توابع در *rmeta*

با استفاده از توابع موجود در بسته *rmeta* می‌توان فراتحلیل انجام داد. از جمله این توابع عبارتند از:

cummeta: این تابع نمودار فراتحلیل تجمعی برای داده‌های دوتایی را نشان می‌دهد. اولین سطر فراتحلیل در این تابع بر مبنای اولین مطالعه صورت گرفته، دومین سطر بر مبنای دو مطالعه (مطالعه اول و دوم) انجام شد. به همین ترتیب تا آخرین مطالعه ادامه می‌یابد.

forestplot: این تابع به ما اجازه می‌دهد برای داده‌ها نمودار درختی رسم کنیم.

funnelplot: این تابع برای رسم نمودار کیفی است.

meta.colors: از این تابع برای تعیین رنگ نمودار فراتحلیل استفاده می‌شود.

meta.DSL:^{۱۴} این تابع مخاطره نسبی یا نسبت بخت، واریانس بین مطالعات و آزمون ولف^{۱۵} برای ناهمگنی را محاسبه می‌کند.

meta.MH:^{۱۶} این تابع مخاطره نسبی یا نسبت بخت و آزمون ولف برای ناهمگنی را محاسبه می‌کند.

meta.summaries: تابعی است که با نوشتن دستور `summary(A)` زمانی که A خروجی یکی از توابع اصلی بسته *rmeta* باشد، به صورت خودکار فراخوانی می‌شود.

۱.۱.۳ داده‌های کتتر (*catheter*)

داده‌های کتتر، حاصل ۱۵ مطالعه جداگانه برای بررسی مؤثر بودن سولفادیازین نقره پوشش داده شده بر روی کتترهای سیاهرگی برای جلوگیری از کلونی باکتریایی بر روی کتتر و عفونت گردش خون عمومی را نشان می‌دهند. این داده‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. که در این جدول

• **n.trt:** تعداد کتتر پوشش داده شده،

• **n.ctrl:** تعداد کتتر استاندارد،

• **col.trt:** تعداد کتترهای پوشش داده شده دارای کلونی باکتریایی،

• **col.trl:** تعداد کتترهای استاندارد دارای کلونی باکتریایی،

• **inf.trt:** تعداد کتترهای پوشش داده شده که منجر به بروز عفونت‌های گردش خون عمومی می‌شود،

و

• **inf.ctrl:** تعداد کتتر استاندارد که منجر به بروز عفونت‌های گردش خون عمومی می‌شود،

می‌باشند.

^{۱۳}Del Re, Hoyt

^{۱۵}Woolf

^{۱۷}data catheter

^{۱۸}data cochrane

جدول ۱: داده‌های کتتر

inf.ctrl	inf.trt	col.ctrl	col.trt	n.ctrl	n.trt	نام نویسنده
۱۴	۱۳	۲۱	۱۵	۱۲۷	۱۲۴	Ciresi
۳	۱	۲۵	۱۰	۳۵	۴۴	George
۷	۵	۲۲	۲۲	۶۰	۶۸	Hannan
۶	۵	۸۲	۶۰	۱۵۷	۱۵۱	Heard
وجود ندارد	وجود ندارد	۱۰	۴	۲۶	۲۸	vanHeerden
۹	۲	۴۷	۲۸	۱۹۵	۲۰۸	Maki
وجود ندارد	وجود ندارد	۴	۰	۱۲	۱۴	Bach(a)
۴	۱	۶۳	۴۵	۱۸۹	۱۹۹	Ramsay
وجود ندارد	وجود ندارد	۱	۱	۷	۱۲	Appavu
۵	۴	۲۴	۱۶	۹۹	۱۲۳	Trazzera
۴	۱	۲۵	۲	۱۳۹	۹۸	Collins
۳	۰	۱۶	۲	۱۱۷	۱۱۶	Bach(b)
۹	۵	۳۲	۸	۱۴۵	۱۳۷	Tennenberg
۳	۲	وجود ندارد	وجود ندارد	۴۰	۳۲	Pemberton
۱۵	۱۷	وجود ندارد	وجود ندارد	۳۴۲	۳۳۸	Logghe

• **ev.ctrl**: تعداد مرگ‌ومیر در گروه شاهد،

۲.۱.۳ داده‌های کاکران (cochrane)

• **n.ctrl**: تعداد تیمارها در گروه شاهد می‌باشد.

داده‌های کاکران از مطالعات تصادفی پیش از سال ۱۹۸۰ میلادی به دست آمده است که کورتیکواستروئید^{۱۹} درمانی در زایمان زودرس و اثر آن بر مرگ و میر نوزادان را نشان می‌دهد. این فراتحلیل اگر پیش از این انجام می‌شد، شاید جان ده‌ها نفر را نجات می‌داد. داده‌های کاکران به شرح جدول زیر است.

۳.۱.۳ فراتحلیل در مدل با اثر تصادفی

برای انجام فراتحلیل در مدل با اثر تصادفی از تابع `meta.DSL`^{۲۰} استفاده می‌شود. مطالعات با نسبت بخت صفر یا بی‌نهایت حذف می‌شوند، چون نمی‌توان واریانس آن‌ها را در محاسبات در نظر گرفت.

مثال ۱.۳. در این مثال ابتدا داده‌های کتتر فراخوانی می‌گردد، سپس دستور `meta.DSL` نوشته می‌شود. در خروجی نسبت بخت و فاصله اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌شود. از آنجایی که از دستور `meta.DSL` برای مدل با اثر تصادفی استفاده می‌شود، در خروجی برآورد واریانس اثر تصادفی مشاهده می‌شود، در انتها میزان آماره آزمون ناهمگنی داده می‌شود.

جدول ۲: داده‌های کاکران

n.ctrl	ev.ctrl	n.trt	ev.trt	شناسه یا نام برای مطالعه
۵۳۸	۶۰	۵۳۲	۳۶	Auckland
۶۱	۵	۶۹	۱	Block
۶۳	۱۱	۸۱	۴	Doran
۱۳۷	۲۰	۱۳۱	۱۴	Gamsu
۵۹	۷	۶۷	۳	Morrison
۷۵	۷	۷۱	۱	Papageorgiou
۷۱	۱۰	۵۶	۸	Tauesch

در این جدول

• **ev.trt**: تعداد مرگ‌ومیر در گروه تحت درمان،

• **n.trt**: تعداد تیمارها در گروه تحت درمان،

`data(catheter)`

`A = meta.DSL(n.trt, n.ctrl, col.trt,`

`col.ctrl, data=catheter,`

^{۱۹}corticosteroid

^{۲۰}meta.DerSimonian-Laird

جدول ۳: شاخص نسبت بخت و فاصله اطمینان برای هر مطالعه

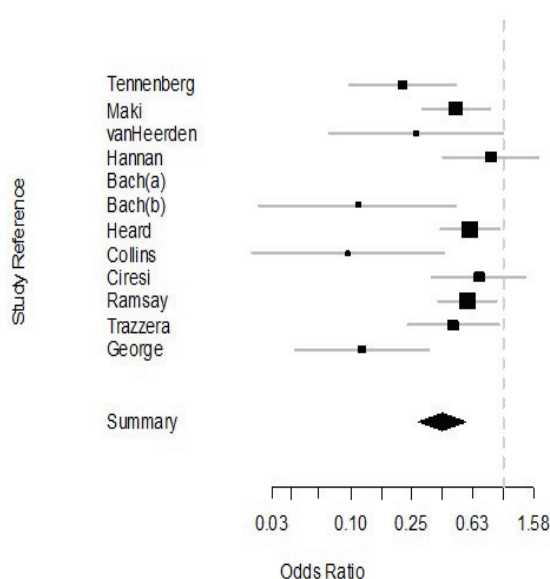
نام نویسنده	شاخص نسبت بخت	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
Tennenberg	۰/۲۲	۰/۴۹ ۰/۱۰
Maki	۰/۴۹	۰/۸۲ ۰/۲۹
vanHeerden	۰/۲۷	۱/۰۰ ۰/۰۷
Hannan	۰/۸۳	۱/۷۲ ۰/۴۰
Bach(a)	وجود ندارد	-
Bach(b)	۰/۱۱	۰/۴۹ ۰/۰۲
Heard	۰/۶۰	۰/۹۵ ۰/۳۸
Collins	۰/۱۰	۰/۴۱ ۰/۰۲
Ciresi	۰/۶۹	۱/۴۲ ۰/۳۴
Ramsay	۰/۵۸	۰/۹۲ ۰/۳۷
Trazzera	۰/۴۷	۰/۹۴ ۰/۲۳
George	۰/۱۲	۰/۳۳ ۰/۰۴

در قسمت زیر بخشی از خروجی دستور *summary(A)* مشاهده می شود که آماره آزمون ناهمگنی را نشان می دهد.

SummaryOR= 0.4 95 CI (0.28,0.57)
Test for heterogeneity: $X^2(10) = 24.9$
(p-value 0.0055)
Estimated random effects variance: 0.19
(1 studies with zero or infinite odds ratio omitted)

نمودار فراتحلیل با استفاده از دستور *plot* رسم می شود.

plot(A)



شکل ۱: نمودار فراتحلیل براساس شاخص نسبت بخت

^{۲۱}data.frame

```
names=Name,
subset=c(13,6,5,3,7,12,4,11,1,8,10,2))
A
```

که در آن

- *names*: شناسه یا نام برای مطالعه،
- *data*: یک چارچوب داده ^{۲۱} برای تعریف متغیرها،
- *subset*: زیرمجموعه ای از مطالعات مورد استفاده می باشند. در خروجی اندازه اثر کلی، فاصله اطمینان برای اندازه اثر کلی و واریانس بین مطالعات مشاهده می شود.

Random effects (DerSimonian-Laird)
meta-analysis

```
Call: meta.DSL(ntrt = n.trt, nctrl = n.ctrl,
ptrt = col.trt, pctrl = col.ctrl,
names = Name, data = catheter,
subset = c(13, 6, 5, 3, 7, 12, 4, 11, 1, 8, 10, 2))
Summary OR= 0.4 95% CI ( 0.28, 0.57 )
Estimated random effects variance: 0.19
```

با استفاده از دستور *summary(A)* شاخص نسبت بخت (اندازه اثر) و فاصله اطمینان برای هر مطالعه (جدول ۳) و همچنین آماره آزمون ناهمگنی به دست می آید.

```
summary(A)
Random effects ( DerSimonian-Laird )
meta-analysis
Call: meta.DSL(ntrt = n.trt, nctrl = n.ctrl,
ptrt = col.trt, pctrl = col.ctrl,
names = Name, data = catheter,
subset = c(13, 6, 5, 3, 7, 12, 4,
11, 1, 8, 10, 2))
```

۴.۱.۳ فراتحلیل در مدل با اثر ثابت

برای انجام فراتحلیل در مدل با اثر ثابت از تابع *meta.MH*^{۲۲} استفاده می‌شود. در این تابع نیز مطالعات با نسبت بخت صفر یا بی‌نهایت حذف می‌شوند.

مثال ۲.۳. در این مثال ابتدا داده‌های کتتر فراخوانی می‌شود، سپس دستور *meta.MH* نوشته می‌شود. در خروجی نسبت بخت و فاصله اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌گردد. از آنجایی که دستور *meta.MH* برای مدل با اثر ثابت است، در خروجی برآورد واریانس اثر ثابت به دست می‌آید، در نهایت میزان آماره آزمون ناهمگنی مشاهده می‌شود.

```
A = meta.MH(n.trt, n.ctrl, col.trt,
col.ctrl, data=catheter,
names=Name,
subset=c(13,6,5,3,7,12,4,
11,1,8,10,2))
A
```

اندازه اثر کلی و فاصله اطمینان برای اندازه اثر کلی در خروجی زیر مشاهده می‌شود.

Fixed effects (Mantel-Haenszel)

Meta-Analysis

```
Call: meta.MH(n.trt = n.trt, n.ctrl = n.ctrl,
ptrt = col.trt, pctrl = col.ctrl,
names = Name, data = catheter,
subset = c(13, 6, 5, 3, 7, 12, 4,
, 11, 1, 8, 10, 2))
```

Mantel-Haenszel OR =0.44

95% CI (0.36, 0.54)

با استفاده از دستور *summary(A)* شاخص نسبت بخت و فاصله اطمینان برای هر مطالعه (جدول ۴) و آماره آزمون ناهمگنی به دست می‌آید.

summary(A)

Fixed effects (Mantel-Haenszel)

meta-analysis

```
Call: meta.MH(n.trt = n.trt, n.ctrl = n.ctrl,
ptrt = col.trt, pctrl = col.ctrl,
names = Name, data = catheter,
subset = c(13, 6, 5, 3, 7,
12, 4, 11, 1, 8, 10, 2))
```

در زیر بخشی از خروجی دستور *summary(A)* که آماره آزمون ناهمگنی است، مشاهده می‌شود.

Mantel-Haenszel OR =0.44

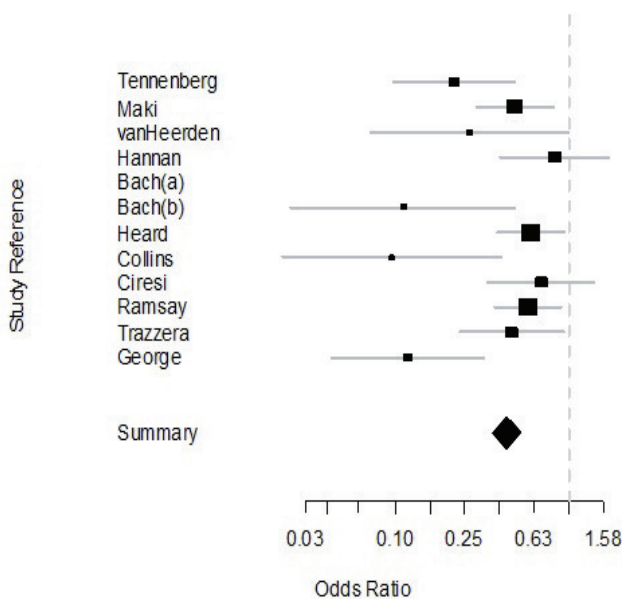
95% CI (0.36,0.54)

Test for heterogeneity:

X²(10) = 25.36 (p-value 0.0047)

نمودار فراتحلیل با استفاده از دستور *plot* رسم می‌گردد.

plot(A)

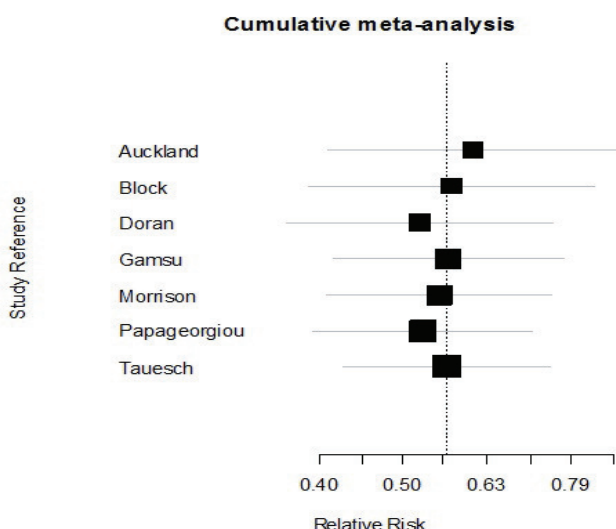


شکل ۲: نمودار فراتحلیل براساس شاخص نسبت بخت

^{۲۲}meta.Mantel-Haenszel

جدول ۴: شاخص نسبت بخت و فاصله اطمینان برای هر مطالعه می‌باشند.

نام نویسنده	شاخص نسبت بخت	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
Tennenberg	۰/۲۲	۰/۴۹ ۰/۱۰
Maki	۰/۴۹	۰/۸۲ ۰/۲۹
vanHeerden	۰/۲۷	۱/۰۰ ۰/۰۷
Hannan	۰/۸۳	۱/۷۲ ۰/۴۰
Bach(a)	وجود ندارد	-
Bach(b)	۰/۱۱	۰/۴۹ ۰/۰۲
Heard	۰/۶۰	۰/۹۵ ۰/۳۸
Collins	۰/۱۰	۰/۴۱ ۰/۰۲
Ciresi	۰/۶۹	۱/۴۲ ۰/۳۴
Ramsay	۰/۵۸	۰/۹۲ ۰/۳۷
Trazzera	۰/۴۷	۰/۹۴ ۰/۲۳
George	۰/۱۲	۰/۳۳ ۰/۰۴



شکل ۳: نمودار فراتحلیل تجمعی براساس شاخص مخاطره نسبی

summary(A)

Cumulative meta-analysis

Call: cummeta(ntrt = n.trt, nctrl = n.ctrl,
pctrl = ev.trt, pctrl = ev.ctrl,
names = name, data = cochrane,
method = "meta.MH", statistic = "RR")

در جدول ۵ اندازه اثر و فاصله اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌شود که با استفاده از دستور *summary(A)* به دست می‌آید.

جدول ۵: شاخص مخاطره نسبی و فاصله اطمینان برای هر مطالعه

نام نویسنده	شاخص مخاطره نسبی	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
Auckland	۰/۶۱	۰/۹۰ ۰/۴۱
Block	۰/۵۷	۰/۸۴ ۰/۳۹
Doran	۰/۵۳	۰/۷۵ ۰/۳۷
Gamsu	۰/۵۷	۰/۷۸ ۰/۴۱
Morrison	۰/۵۵	۰/۷۵ ۰/۴۱
Papageorgiou	۰/۵۳	۰/۷۱ ۰/۳۹
Tauesch	۰/۵۶	۰/۷۵ ۰/۴۳

البته شناسه‌های زیر نیز در این تابع وجود دارند که شرح آن‌ها به صورت مختصر می‌آید:

• *effects*: تفاوت میان گروه آزمایش و شاهد،

• *stderrs*: انحراف استاندارد اثرات،

۵.۱.۳ فراتحلیل تجمعی برای داده‌های دوتایی

از جمله اهداف این نوع از فراتحلیل، ترکیب اندازه اثرهای استخراج شده از مطالعات مختلف و بیان اثر تجمعی است، فراتحلیل تجمعی شکلی از فراتحلیل است که با استفاده از وزن به دست آمده از مطالعه اول آغاز می‌شود. سپس وزن مربوط به هر مطالعه به ترتیب به وزن تجمعی قبلی اضافه می‌شود. باید توجه کنیم که مطالعات از وزن بزرگ‌تر به وزن کوچک‌تر مرتب می‌شوند، سپس فراتحلیل تجمعی انجام می‌شود.

مثال ۳.۳. نمودار فراتحلیل تجمعی را با استفاده از داده‌های کاکران و دستور *cummeta* رسم می‌شود و مخاطره نسبی و فاصله اطمینان برای هر مطالعه محاسبه می‌گردد.

data(cochrane)

A=cummeta(n.trt,n.ctrl,ev.trt,ev.ctrl,

names=name,data=cochrane,

statistic="RR",method="meta.MH")

plot(A)

در این دستور

• *method*: تعیین روش مورد استفاده برای فراتحلیل
 (یا *meta.DSL* یا *meta.MH*),

• *statistic*: انتخاب آماره‌ای که استفاده خواهد شد (شاخص مخاطره نسبی یا نسبت بخت)

```
, NA, format(exp(A$logMH), digits=2)))
```

```
m= c(NA, NA, A$logOR, NA, A$logMH)
```

```
l= m-c(NA, NA, A$selogOR, NA, A$selogMH)*2
```

```
u= m+c(NA, NA, A$selogOR, NA, A$selogMH)*2
```

```
forestplot(tabletext, m, l, u, zero=0,
```

```
col=meta.colors(box="royalblue",
```

```
line="darkblue", summary="royalblue"))
```

در دستور فوق داریم:

• *tabletext*: ماتریسی از داده‌های رشته‌ای که برای فضاها
خالی *NA* قرار می‌دهد.

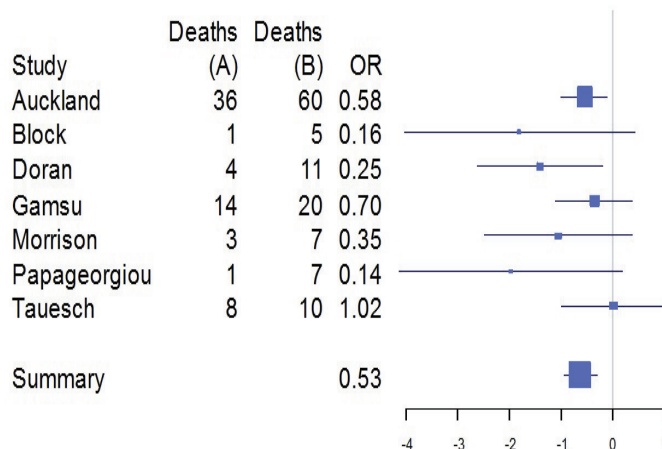
• *mean m*: برداری از اندازه‌های اثر به دست آمده، که برای
فضاهای خالی *NA* قرار می‌دهد.

• *lower l*: برداری از حد پایین فاصله اطمینان

• *upper u*: برداری از حد بالای فاصله اطمینان

• *zero*: عددی که مکان خط فرضیه‌ی صفر را روی محور *X*
تعیین میکند.

در شکل ۴ شاخص نسبت بخت (اندازه اثر) و
فاصله اطمینان آن برای هر مطالعه، اندازه اثر کلی و
فاصله اطمینان آن در قسمت *summary* مشاهده می‌گردد.



شکل ۴: نمودار درختی براساس شاخص نسبت بخت

• *weights*: وزن مطالعات،

• *na.action*: چگونه با مقادیر گمشده رفتار شود؟،

• *conf.level*: برای تعیین ضریب فاصله اطمینان،

• *colors*: در تابع *meta.colors* شرح داده می‌شود،

• *xlab*: نام یا برچسب برای محور α

• *summary.line*: اگر *T* قرار دهیم یک خط عمودی در مقدار
خلاصه شده رسم می‌کند (دستوری برای نمودار)،

• *summary.conf*: اگر *T* قرار دهیم یک خط عمودی در
محدوده فاصله اطمینان رسم می‌کند (دستوری برای نمودار)،

• *main, lwd*: پارامترهای گرافیکی (شکلی)،

۶.۱.۳ نمودار درختی

نمودار درختی، فاصله اطمینان را برای هر مطالعه می‌دهد. در این
نمودار مربع‌ها نشان دهنده حجم نمونه یا معکوس واریانس اندازه
اثر (وزن مطالعه) می‌باشند و مرکز مربع‌ها برابر با اندازه اثر است.

مثال ۴.۳. در این مثال پس از فراخوانی داده‌های کاکران و به‌کار
بردن دستور *meta.MH* یک چارچوب داده‌ها شامل نام مطالعات،
تعداد حوادث در دو گروه کنترل و شاهد، شاخص نسبت بخت
که با نام *tabletext* می‌باشد و سه سطر با نام‌های *m*، *l* و *u* ساخته
می‌شود. در نهایت از دستور *forestplot* برای رسم نمودار درختی
استفاده می‌گردد.

```
data(cochrane)
```

```
A= meta.MH(n.trt, n.ctrl, ev.trt, ev.ctrl,
```

```
names=name, data=cochrane)
```

```
tabletext=cbind(c("", "Study",
```

```
A$names, NA, "Summary"),
```

```
c("Deaths", "(A)",
```

```
cochrane$ev.trt, NA, NA),
```

```
c("Deaths", "(B)",
```

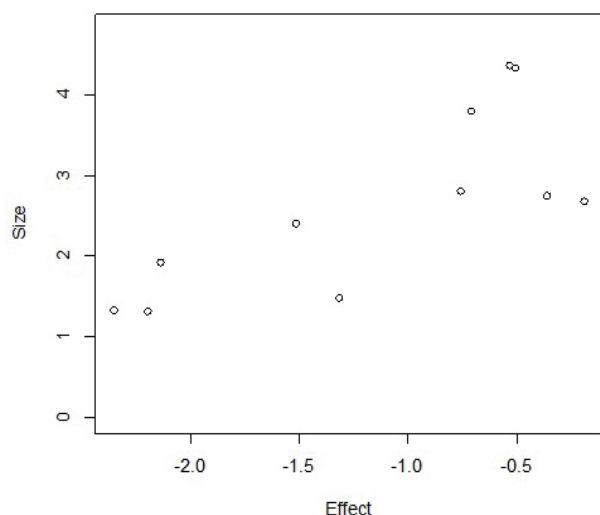
```
cochrane$ev.ctrl, NA, NA),
```

```
c("", "OR", format(exp(A$logOR), digits=2)
```

• *selogOR*: *se*: انحراف استاندارد x

می‌باشند.

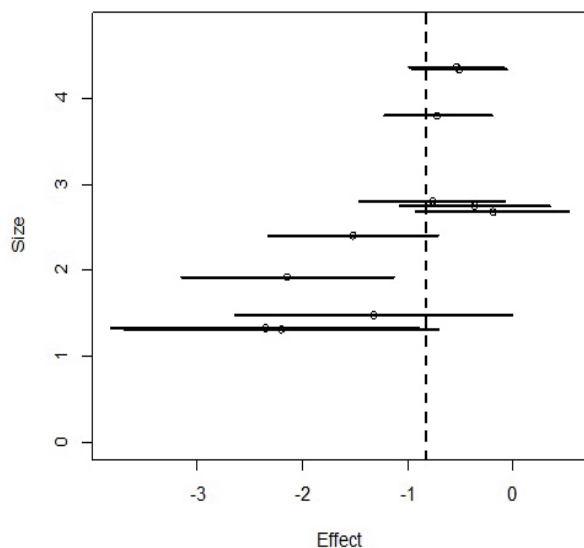
در شکل ۵ اندازه اثر برای هر مطالعه در برابر معکوس انحراف استاندارد اندازه اثر در آن مطالعه مشاهده می‌گردد.



شکل ۵: نمودار کیفی با اندازه اثر

funnelplot(A, plot.conf=TRUE)

در شکل ۶ حدود فاصله اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌شود.



شکل ۶: نمودار کیفی با اندازه اثر

دیگر شناسه‌ها در این تابع به شرح زیر می‌باشند:

تعدادی شناسه دیگر نیز در این تابع وجود دارد که به شرح زیر است:

• *is.summary*: برداری لگاریتمی، خلاصه را به صورت متن پررنگ و اندازه اثر کلی را به شکل لوزی نشان می‌دهد.

• *clip*: با استفاده از علامت بردار، حدود فاصله اطمینان را به حدود محور محدود می‌کند.

• *Xlab*: نام یا برچسب محور X

• *graphwidth*: عرض از مبدأ خط فاصله اطمینان

• *xticks*: علائم اختیاری محور x -ها که توسط کاربر مشخص می‌شود، پیش‌فرض آن *NULL* می‌باشد، بدین معنا که عدد صفر از محور x -ها حذف می‌شود.

• *boxsize*: در حالت پیش‌فرض اندازه نقاط مربعی شکل بستگی به وزن دارد. می‌توان با قرار دادن عددی برای این شناسه اندازه را تغییر داد.

۷.۱.۳ نمودار کیفی برای تعیین اریبی انتشار مطالعات

با استفاده از نمودار کیفی اندازه اثر برای مطالعات در برابر انحراف استاندارد اندازه اثر (یا دیگر متغیرهای مشخص شده) رسم می‌گردد. با مقدار پیش‌فرض، اندازه نمودار باید به شکل کیفی که به سمت بالا اشاره دارد، ظاهر شود. اریبی در مقالات اغلب باعث می‌شود یک طرف قیف در قسمت پایه حذف شود.

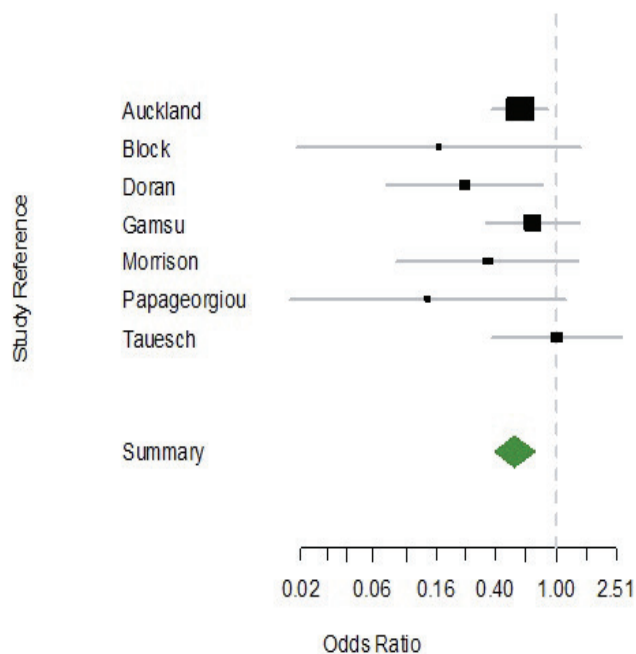
مثال ۵.۳. در این مثال داده‌های کتتر را فراخوانی نموده و دستور *meta.MH* نوشته می‌شود، نمودار کیفی با استفاده از دستور *funnelplot* رسم می‌شود،

```
data(catheter)
A= meta.MH(n.trt, n.ctrl, col.trt,
col.ctrl, data=catheter,
names=Name,
subset=c(13,6,5,3,7,12,4,11,1,8,10,2))
funnelplot(A$logOR, A$selogOR)
```

که در آن

• x : *logOR*: اختلاف تیمارها،

```
plot(A, colors=meta.colors
(summary="forestgreen"))
```



• *size*: متغیری برای محور عمودی،

• *summ*: خلاصه اختلاف تیمارها،

• *xlab*: برچسب محور x

• *ylab*: برچسب محور y ،

• *mirror*: اگر T قرار گیرد، نقاطی که در اطراف خلاصه اختلاف تیمارها منعکس شده‌اند را اضافه می‌کند.

۸.۱.۳ تعیین رنگ در نمودارهای فراتحلیل

در نرم‌افزار *R* رنگ نمودار فراتحلیل نیز تعیین می‌شود.

مثال ۶.۳. داده‌های کاکران را فراخوانی نموده، سپس دستور *meta.MH* را نوشته و با استفاده از دستور *meta.colors* برای هر قسمت از نمودار رنگ موردنظر انتخاب می‌گردد.

شکل ۸: نمودار فراتحلیل براساس شاخص نسبت بخت برای نشان‌دادن رنگ‌ها

```
data(cochrane)
A = meta.MH(n.trt, n.ctrl, ev.trt, ev.ctrl,
names=name, data=cochrane)
plot(A, col=meta.colors("black"))
```

• *all.elements*: همه نمودار یک رنگ معین باشد.

• *box*: رنگ مربع‌های موجود در نمودار،

• *lines*: رنگ فواصل اطمینان،

• *summary*: رنگ خلاصه‌ی برآورد،

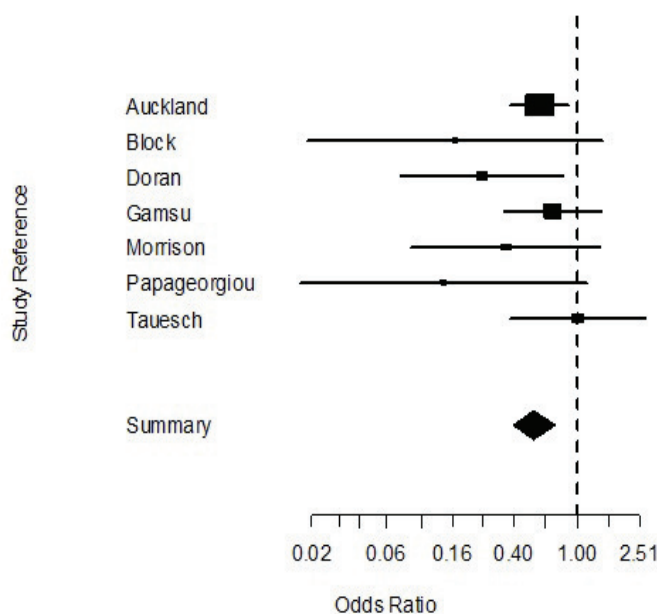
• *zero*: رنگ خط فرضیه‌ی صفر،

• *mirror*: رنگ نقاط بازتاب شده در نمودار قیفی،

• *text*: رنگ نام یا برچسب‌ها،

• *axes*: رنگ نام یا برچسب محور x ،

• *background*: رنگ پس زمینه،



۹.۱.۳ نمودار فراتحلیل

در روش رسم نمودار فراتحلیل استاندارد، حدود اطمینان برای هر مطالعه با یک خط افقی نشان داده می‌شود و برآورد اندازه‌های

شکل ۷: نمودار فراتحلیل براساس

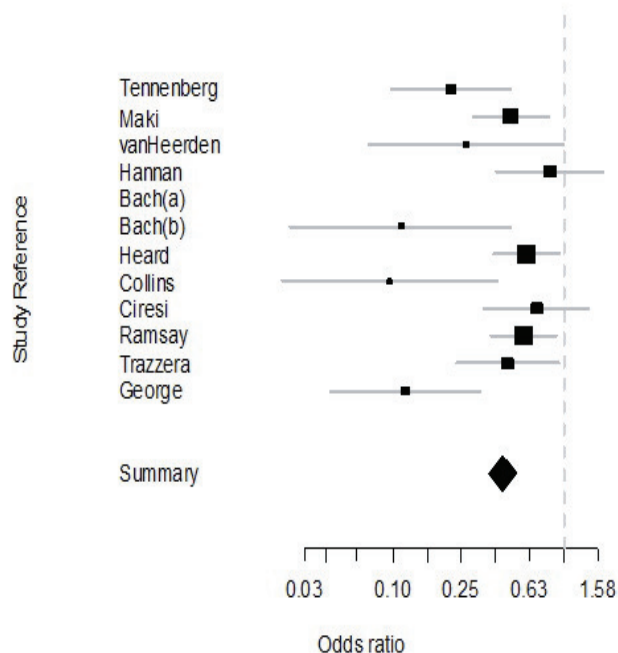
شاخص نسبت بخت برای نشان‌دادن رنگ‌ها

در شکل ۸ رنگ قسمت خلاصه سبز قرار داده شده است.

• *logeffect*: اگر T باشد، یک مقیاس لگاریتمی را نشان می‌دهد،

می‌باشند.

در شکل ۹ شاخص نسبت بخت (اندازه اثر) و فاصله اطمینان آن برای هر مطالعه و وزن هر مطالعه، به صورت مربع مشاهده می‌گردد. همچنین اندازه اثر کلی و فاصله اطمینان آن در قسمت *summary* دیده می‌شود.



شکل ۹: نمودار فراتحلیل براساس شاخص نسبت بخت

سایر شناسه‌ها به شرح زیر می‌باشند:

- mn : دقت: اندازه مربع‌ها متناسب با این عدد است (پیش فرض $\frac{1}{se^2}$ می‌باشد)،
- *labels*: برچسب هر بازه،
- *xlim*: حدود محور α
- *lwd*: عرض خط

اثر به وسیله یک مربع داده می‌شود که اندازه آن متناسب با حجم نمونه یا معکوس واریانس اندازه اثر (وزن مطالعه) است. خلاصه‌ی شاخص مورد استفاده، به شکل یک لوزی با حدود افقی در حدود اطمینان و با عرض متناسب با حجم نمونه یا معکوس واریانس اندازه اثر (وزن مطالعه) می‌باشد.

مثال ۷.۳. داده‌های کتتر را فراخوانی نموده و دستور *meta.MH* به کار می‌رود. با استفاده از دستور *metaplot* نمودار فراتحلیل رسم می‌گردد.

```
data(catheter)
A= meta.MH(n.trt, n.ctrl, col.trt,
col.ctrl, data=catheter,
names=Name,
subset=c(13,6,5,3,7,12,4,11,1,8,10,2))
metaplot(A$logOR, A$selogOR,
nn=A$selogOR^-2, A$names,
summn=A$logMH,
sumse=A$selogMH, summn=A$selogMH^-2,
logeffect=TRUE)
```

که در آن

- $logOR$: برداری از برآوردهای نقطه‌ای اثرات مطالعات،
- se : $selogOR$: انحراف استاندارد mn
- $summn$: خلاصه‌ای از برآورد انجام شده،
- $sumse$: خلاصه‌ای از برآورد انحراف استاندارد،
- $sumnn$: دقت خلاصه‌ی برآورد،
- $summlabel$: برچسب خلاصه‌ی برآورد،

مراجع

- [۱] ازکیا، م، توکلی، م، (۱۳۸۲)، فراتحلیل مطالعات رضایت شغلی در سازمان‌های آموزشی، نامه علوم اجتماعی، شماره ۲۷، (۱-۲۶).
- [۲] حاجی‌وندی، ع، (۱۳۸۳)، متاآنالیز کارآزمایی‌های بالینی با فرض همگنی واریانسها اثر تیمار در مطالعات مختلف و کاربرد آن در مطالعات مربوط به کاهش چربی خون، رساله دکترا در رشته آمارزیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس.
- [3] Lumley, T, (2012), *Package 'rmeta'*.