فراتحلیل در R با استفاده از بسته rmeta

حدیث پوراسمعیلی [۱] مجید سرمد [۲]

چکیده:

فراتحلیل(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 فراتحلیل است. ابتدا توضیح مختصری درمورد فراتحلیل، روش‌های آماری مورداستفاده 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: فراتحلیل، نرم‌افزار R، بسته rmeta.

۱ مقدمه

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 فراتحلیل 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 فراتحلیل، 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.

۲ فراتحلیل

سابقه پژوهش‌های ترکیبی کمّی 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 بینه[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 فراتحلیل نخستین بار در سال ۱۹۷۶ در خلال مقاله‌ای که توسط گلاس[۷] به رشته تحریر ذر 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

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

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 به‌کار 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 کای‌دو، ۳-معکوس نرمال، ٤-لجیت تقسیم کرد، هرکدام 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. درصورتی‌که 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 به‌کار 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 به‌راحتی 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 قیفی 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 قیفی و انجام آزمون اریبی نیز در این بسته موجود است.

metafor: ویچتبائر[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

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

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

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 برمبنای 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 قیفی 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)، زمانی‌که A خروجی یکی از توابع اصلی بسته rmeta باشد، به‌صورت خودکار فراخوانی می‌شود.

metaplot: برای رسم نمودار فراتحلیل از این تابع استفاده می‌شود.

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.

۱.۱.۳ 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.crl: 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 گردش‌خون‌عمومی می‌شود،

و

- inf.ctrl: تعداد کتتر استاندارد که منجر به بروز عفونت‌های گردش‌خون‌عمومی می‌شود،

می‌باشند.

[۱۳] Del Re, Hoyt

[۱۵] Woolf

[۱۷] data catheter

[۱۸] data cochrane

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

جدول ۱: داده‌های کتتر

نام نویسنده	n.trt	n.ctrl	col.trt	col.ctrl	inf.trt	inf.ctrl
Ciresi	۱۲٤	۱۲۷	۱۵	۲۱	۱۳	۱٤
George	٤٤	۳۵	۱۰	۲۵	۱	۳
Hannan	٦۸	٦۰	۲۲	۲۲	۵	۷
Heard	۱۵۱	۱۵۷	٦۰	۸۲	۵	٦
vanHeerden	۲۸	۲٦	٤	۱۰	وجود ندارد	وجود ندارد
Maki	۲۰۸	۱۹۵	۲۸	٤۷	۲	۹
Bach(a)	۱٤	۱۲	۰	٤	وجود ندارد	وجود ندارد
Ramsay	۱۹۹	۱۸۹	٤۵	٦۳	۱	٤
Appavu	۱۲	۷	۱	۱	وجود ندارد	وجود ندارد
Trazzera	۱۲۳	۹۹	۱٦	۲٤	٤	۵
Collins	۹۸	۱۳۹	۲	۲۵	۱	٤
Bach(b)	۱۱٦	۱۱۷	۲	۱٦	۰	۳
Tennenberg	۱۳۷	۱٤۵	۸	۳۲	۵	۹
Pemberton	۳۲	٤۰	وجود ندارد	وجود ندارد	۲	۳
Logghe	۳۳۸	۳٤۲	وجود ندارد	وجود ندارد	۱۷	۱۵

۲.۱.۳ داده‌های کاکران(*cochrane*)

داده‌های کاکران از مطالعات تصادفی پیش از سال ۱۹۸۰ میلادی به دست آمده است که کرتیکواستروئید[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.

جدول ۲: داده‌های کاکران

شناسه یا نام برای مطالعه	ev.trt	n.trt	ev.ctrl	n.ctrl
Auckland	۳٦	۵۳۲	٦۰	۵۳۸
Block	۱	٦۹	۵	٦۱
Doran	٤	۸۱	۱۱	٦۳
Gamsu	۱٤	۱۳۱	۲۰	۱۳۷
Morrison	۳	٦۷	۷	۵۹
Papageorgiou	۱	۷۱	۷	۷۵
Tauesch	۸	۵٦	۱۰	۷۱

در این جدول

- ev.trt: تعداد مرگ‌ومیر در گروه تحت درمان،
- n.trt: تعداد تیمارها در گروه تحت درمان،
- ev.ctrl: تعداد مرگ‌ومیر در گروه شاهد،
- n.ctrl: تعداد تیمارها در گروه شاهد می‌باشد.

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 فاصله‌اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌شود. از آن‌جایی‌که 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.

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

[۱۹] corticosteroid

[۲۰] meta.DerSimonian-Laird

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

```
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*: زیرمجموعه‌ای از مطالعات مورد استفاده

می‌باشند. در خروجی اندازه اثر کلی، فاصله اطمینان برای اندازه اثر کلی و واریانس بین مطالعات مشاهده می‌شود.

```
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 می‌آید.

```
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))
```

جدول ۳: شاخص نسبت بخت و فاصله‌اطمینان برای هر مطالعه

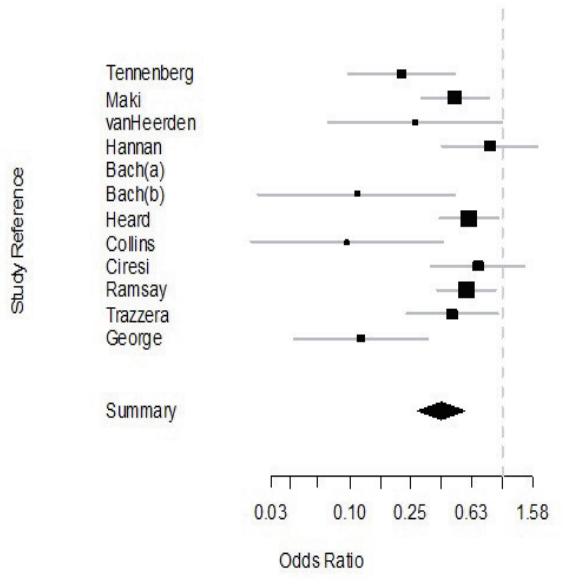
نام نویسنده	شاخص نسبت بخت	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
Tennenberg	۰/۲۲	۰/۴۹ ۰/۱۰
Maki	۰/۴۹	۰/۸۲ ۰/۲۹
vanHeerden	۰/۲۷	۱/۰۰ ۰/۰۷
Hannan	۰/۸۳	۱/۷۲ ۰/۴۰
Bach(a)	وجود ندارد	–
Bach(b)	۰/۱۱	۰/۴۹ ۰/۰۲
Heard	۰/۶۰	۰/۹۵ ۰/۳۸
Collins	۰/۱۰	۰/۴۱ ۰/۰۲
Ciresi	۰/۶۹	۱/۴۲ ۰/۳۴
Ramsay	۰/۵۸	۰/۹۲ ۰/۳۷
Trazzera	۰/۴۷	۰/۹۴ ۰/۲۳
George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

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

```
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 می‌شود.

```
plot(A)
```



شکل ۱: نمودار فراتحلیل براساس شاخص نسبت بخت

[۲۱] data.frame

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

٤.١.٣ 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 فاصله‌اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌گردد. از آن‌جایی‌که 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(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))
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 ٤) و آماره آزمون ناهمگنی به دست می‌آید.

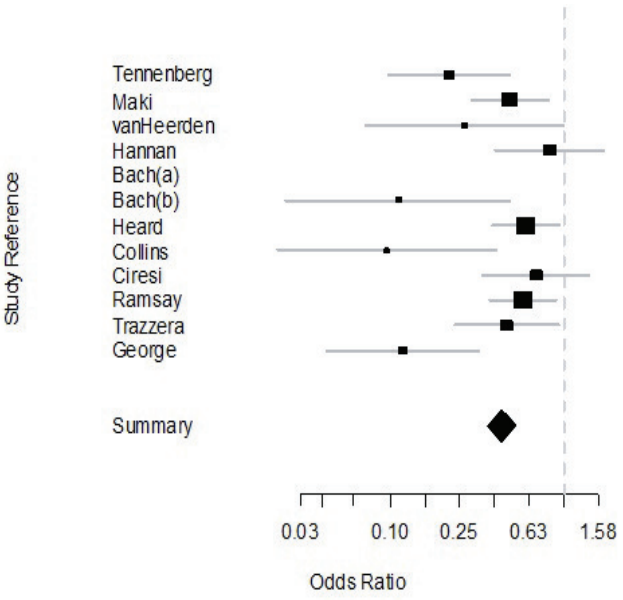
```
summary(A)
Fixed effects ( Mantel-Haenszel )
meta-analysis
Call: meta.MH(ntrt = n.trt, nctrl = n.ctrl,
ptrt = col.trt, pctrl = col.ctrl,
names = Name, data = catheter,
subset = c(13, 6, 5, 3, 7,
12, 4, 11, 1, 8, 10, 2))
```

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:
X^2( 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-Haenzel

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

جدول ٤: شاخص نسبت بخت و فاصله‌اطمینان برای هر مطالعه

نام نویسنده	شاخص نسبت بخت	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
Tennenberg	۰/۲۲	۰/٤۹	۰/۱۰
Maki	۰/٤۹	۰/۸۲	۰/۲۹
vanHeerden	۰/۲۷	۱/۰۰	۰/۰۷
Hannan	۰/۸۳	۱/۷۲	۰/٤۰
Bach(a)	وجود ندارد	–	
Bach(b)	۰/۱۱	۰/٤۹	۰/۰۲
Heard	۰/٦۰	۰/۹٥	۰/۳۸
Collins	۰/۱۰	۰/٤۱	۰/۰۲
Ciresi	۰/٦۹	۱/٤۲	۰/۳٤
Ramsay	۰/٥۸	۰/۹۲	۰/۳۷
Trazzera	۰/٤۷	۰/۹٤	۰/۲۳
George	۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۰٤

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.

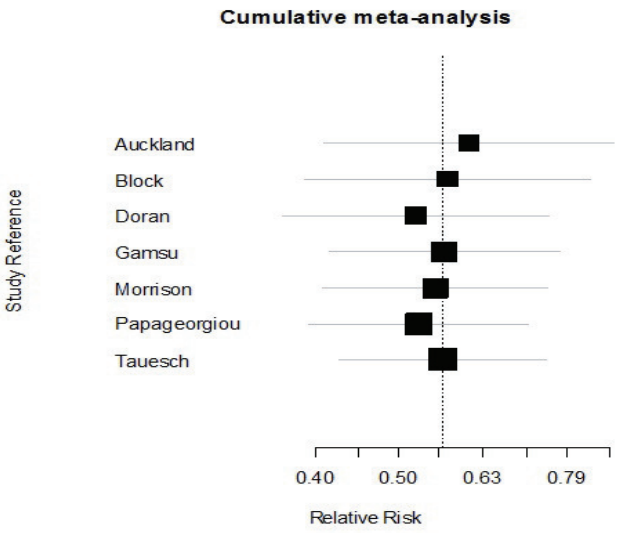
مثال ۳.۳. نمودار فراتحلیل تجمعی را با استفاده از داده‌های کاکران و دستور *cummeta* رسم می‌شود و مخاطره نسبی و فاصله اطمینان برای هر مطالعه محاسبه می‌گردد.

```
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 (*meta.DSL* یا *meta.MH*)،
- *statistic*: انتخاب آماره‌ای که استفاده خواهد شد (شاخص مخاطره نسبی یا نسبت بخت)

می‌باشند.



شکل ۳: نمودار فراتحلیل تجمعی براساس شاخص مخاطره نسبی

```
summary(A)
Cumulative meta-analysis
Call: cummeta(ntrt = n.trt, nctrl = n.ctrl,
ptrt = 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	۰/٦۱	۰/۹۰	۰/٤۱
Block	۰/٥۷	۰/۸٤	۰/۳۹
Doran	۰/٥۳	۰/۷٥	۰/۳۷
Gamsu	۰/٥۷	۰/۷۸	۰/٤۱
Morrison	۰/٥٥	۰/۷٥	۰/٤۱
Papageorgiou	۰/٥۳	۰/۷۱	۰/۳۹
Tauesch	۰/٥٦	۰/۷٥	۰/٤۳

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

- *effects*: تفاوت میان گروه آزمایش و شاهد،
- *stderrs*: انحراف استاندارد اثرات،

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

- *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 x
- *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، فاصله‌اطمینان 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.

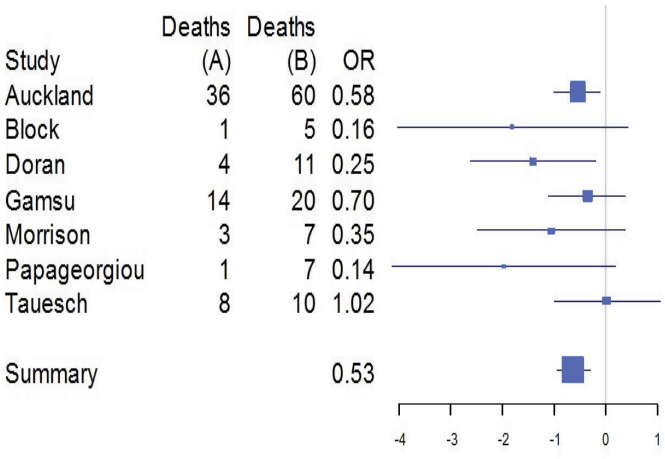
مثال ۴.۳. در این مثال پس از فراخوانی داده‌های کاکران و به‌کار بردن دستور *meta.MH*، یک چارچوب داده‌ها شامل نام مطالعات، تعداد حوادث در دو گروه کنترل و شاهد، شاخص نسبت بخت که با نام *tabletext* می‌باشد و سه سطر با نام‌های *m*، *l* و *u* ساخته می‌شود. در نهایت از دستور *forestplot* برای رسم نمودار درختی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

- *tabeltext*: ماتریسی از داده‌های رشته‌ای که برای فضاهای خالی *NA* قرار می‌دهد.
- *m*: *mean*: برداری از اندازهای اثر به دست آمده، که برای فضاهای خالی *NA* قرار می‌دهد.
- *l*: *lower*: برداری از حد پایین فاصله اطمینان
- *u*: *upper*: برداری از حد بالای فاصله اطمینان
- *zero*: عددی که مکان خط فرضیه‌ی صفر را روی محور X تعیین میکند.

در شکل ٤ شاخص نسبت بخت (اندازه اثر) و فاصله‌اطمینان آن برای هر مطالعه، اندازه اثر کلی و فاصله اطمینان آن در قسمت *summary* مشاهده می‌گردد.



شکل ٤: نمودار درختی براساس شاخص نسبت بخت

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

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 قیفی برای تعیین اریبی انتشار مطالعات

با استفاده از نمودار قیفی 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 قیفی 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. دراین مثال داده‌های کتتر را فراخوانی نموده و دستور *meta.MH* نوشته می‌شود، نمودار قیفی با استفاده از دستور *funnelplot* رسم می‌شود،

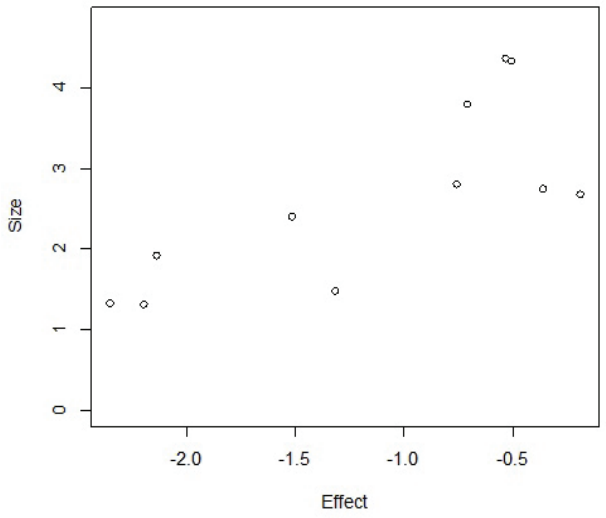
```
data(catheter)
A= meta.MH(n.trt, n.ctrl, col.trt,
col.ctrl, data=catheter,
 names=Name,
 subset=c(13,6,5,3,7,12,4,11,1,8,10,2))
 funnelplot(A$logOR, A$selogOR)
```

که در آن

- *logOR* :x اختلاف تیمارها،
- *selogOR* :*se* انحراف استاندارد x

می‌باشند.

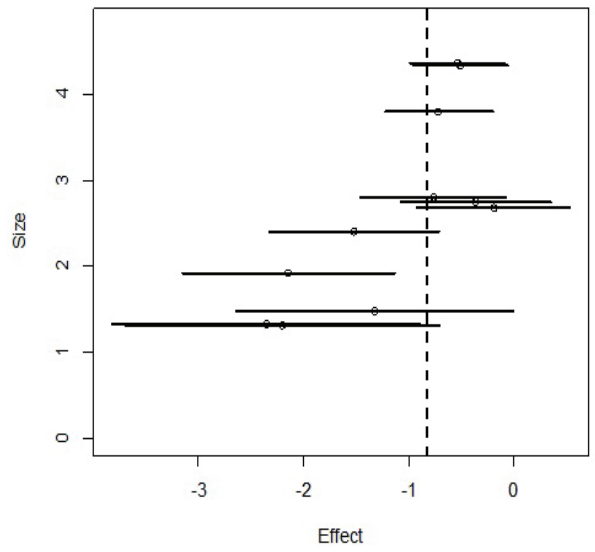
در شکل ۵ اندازه اثر برای هر مطالعه در برابر معکوس انحراف استاندارد اندازه اثر در آن مطالعه مشاهده می‌گردد.



شکل ۵: نمودار قیفی با اندازه اثر

```
funnelplot(A, plot.conf=TRUE)
```

در شکل ٦ حدود فاصله اطمینان برای هر مطالعه مشاهده می‌شود.



شکل ٦: نمودار قیفی با اندازه اثر

دیگر شناسه‌ها در این تابع به شرح زیر می‌باشند:

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

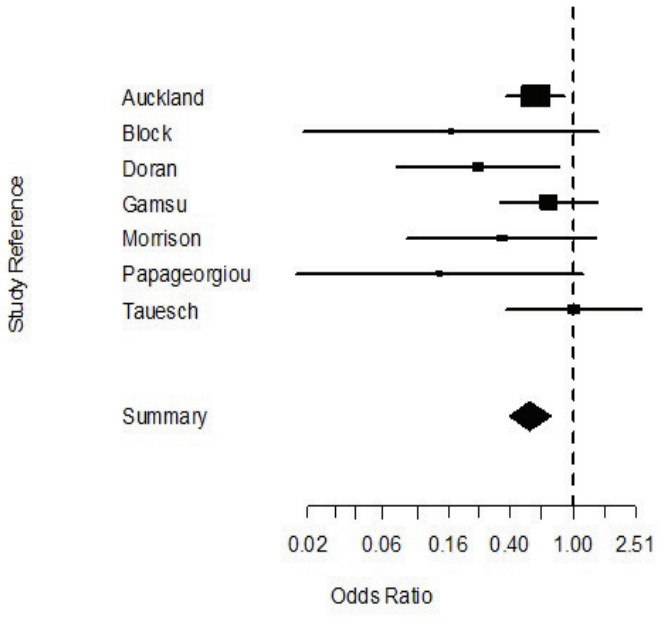
- *size*: متغیری برای محور عمودی،
- *summ*: خلاصه اختلاف تیمارها،
- *xlab*: برچسب محور x،
- *ylab*: برچسب محور y،
- *mirror*: اگر T قرار گیرد، نقاطی که در اطراف خلاصه اختلاف تیمارها منعکس شده‌اند را اضافه می‌کند.

۸.۱.۳ تعیین رنگ در نمودارهای فراتحلیل

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

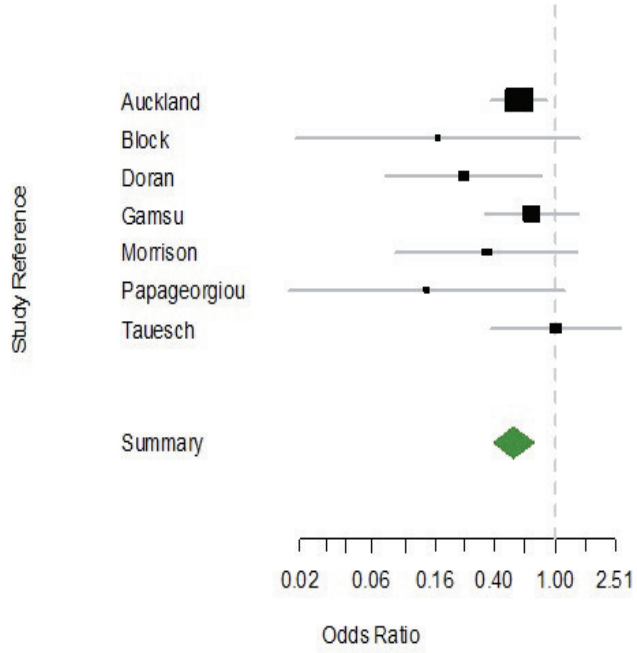
مثال ۶.۳. داده‌های کاکران را فراخوانی نموده، سپس دستور *meta.MH* را نوشته و با استفاده از دستور *meta.colors* برای هر قسمت از نمودار رنگ موردنظر انتخاب می‌گردد.

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



شکل ۷: نمودار فراتحلیل براساس شاخص نسبت بخت برای نشان‌دادن رنگ‌ها در شکل ۸ رنگ قسمت خلاصه سبز قرار داده شده است.

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



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

- *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

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

اثر به‌وسیله 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* به‌کار می‌رود. با استفاده از دستور *metaplot* نمودار فراتحلیل رسم می‌گردد.

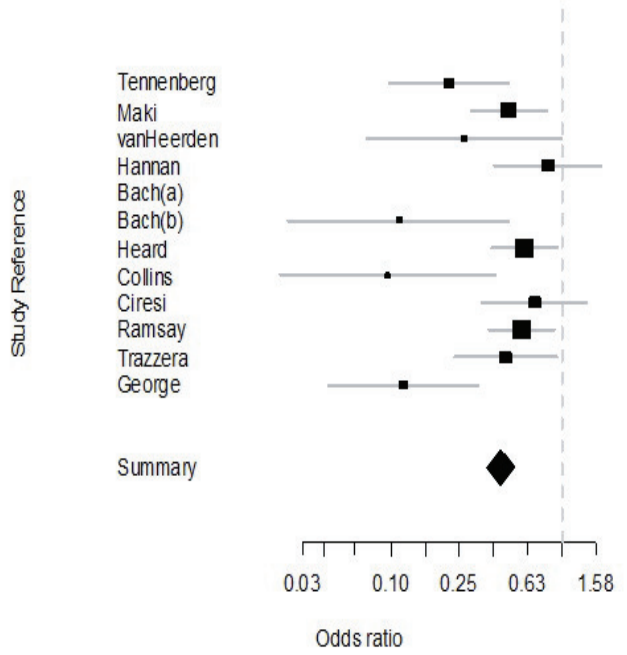
```
data(catheter)
A= meta.MH(n.trt, n.ctrl, col.trt,
col.ctrl, data=catheter,
names=Name,
subset=c(13,6,5,3,7,12,4,11,1,8,10,2))
metaplot(A$logOR, A$selogOR,
nn=A$selogOR^-2, A$names,
summn=A$logMH,
sumse=A$selogMH, sumnn=A$selogMH^-2,
logeffect=TRUE)
```

که در آن

- *mn*: *logOR*: برداری از برآوردهای نقطه‌ای اثرات مطالعات،
- *se*: *selogOR*: انحراف‌استاندارد *mn*،
- *summn*: خلاصه‌ای از برآورد انجام شده،
- *sumse*: خلاصه‌ای از برآورد انحراف استاندارد،
- *sumnn*: دقت خلاصه‌ی برآورد،
- *summlabel*: برچسب خلاصه‌ی برآورد،
- *logeffect*: اگر *T* باشد، یک مقیاس لگاریتمی را نشان می‌دهد،

می‌باشند.

در شکل ۹ شاخص نسبت بخت (اندازه اثر) و فاصله‌اطمینان آن برای هر مطالعه و وزنِ 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:

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

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]

مراجع

[۱] ازکیا، م، توکلی، م، (۱۳۸۲)، فراتحلیل مطالعات رضایت شغلی در سازمان‌های آموزشی، نامهٔ علوم اجتماعی، **شماره ۲۷**، (۱–۲٦).

[۲] حاجی‌وندی، ع، (۱۳۸۳)، متاآنالیز کارآزمائی‌های 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 علوم‌پزشکی، دانشگاه تربیت‌مدرس.

[3] Lumley, T, (2012), *Package 'rmeta'*.

[Downloaded from irstat.ir on 2025-08-28]