

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی معدن، نفت، ژئوفیزیک

گروه استخراج معدن

پایان نامه کارشناسی ارشد

انتخاب بهترین نوع سرمته برای حفاری چاه‌های نفت (مطالعه موردی: میدان نفتی

مارون)

ابراهیم سالاری

اساتید راهنما

دکتر محمد عطایی

دکتر رضا خالو کاکایی

استاد مشاور

دکتر حمید سلطانیان

زمستان ۱۳۹۴

تقدیم به

پدر، مادر و همسر عزیزم

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس فقط شایسته پروردگار یکتاست.

بارالهی، اعتراف می‌کنم که نه زبان تشکر تو را دارم و نه توان تشکر از بندگان تو، اما بر حسب وظیفه، نگارنده بر خود می‌داند از زحمات بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزشمند اساتید ارجمندم، جناب آقایان دکتر محمد عطایی و دکتر رضا خالو کاکایی و بسیاری از دوستان دیگر که در انجام این پژوهش مرا یاور بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

و در پایان از پدر، مادر و همه فرشتگانی که بال‌های محبت خود را گسترانیدند و با تحمل دشواری‌ها سبب شدند تا در کمال آسودگی خیال و فراحت بال، شوق آموختن در من زنده بماند، صمیمانه سپاسگزارم و این نیست جز جلوه‌ای از لطف و رحمت پروردگاری که از ادای شکر حتی یک نعمت او ناتوانم.

تعهد نامه

اینجانب ابراهیم سالاری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی معدن دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه: انتخاب بهترین نوع سرمته برای حفاری چاه‌های نفت (مطالعه موردی: میدان نفتی مارون)، تحت راهنمایی دکتر محمد عطایی و دکتر رضا خالو کاکایی متعهد می شوم.

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است. در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است. مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « *Shahrood University of Technology* » به چاپ خواهد رسید.

حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

امضای دانشجو

تاریخ

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

سرمرته بخشی از رشته ابزار حفر است که در تماس مستقیم با سنگ بوده، انرژی تولید شده توسط موتور را به سنگ منتقل کرده و باعث خرد شدن سنگ می‌شود. هدف از انجام این پایان‌نامه، انتخاب سرمرته مناسب برای حفاری در میدان نفتی مارون است. برای رسیدن به این مهم، از میان روش‌های تصمیم‌گیری، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی به عنوان مبنای کار انتخاب شده است. علاوه بر این که نظر و سلیقه متخصصان نسبت به گزینه‌ها و معیارهای حفاری با یکدیگر متفاوت است، برتری گزینه‌ها و معیارها نیز نسبت به یکدیگر مطلق نبوده و از قانون صفر و یک تبعیت نمی‌کند. به همین دلایل روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی به عنوان روش کار انتخاب شده است. پارامترهایی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است شامل: مقاومت فشاری تک محوره، کانی‌های ساینده، بافت و ابعاد دانه‌ها، عمق لایه مورد حفاری، وجود آب، وجود گسل، وضعیت تنش‌ها، خاصیت الاستیسیته، تخلخل و تراوایی سنگ، چسبندگی سنگ، سختی سنگ و وضعیت بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها می‌باشند. گزینه‌ها نیز شامل دو گروه اصلی سرمرته‌های کاجی و سایشی به همراه زیر مجموعه‌های این سرمرته‌ها می‌باشد. برای حل این مسأله ابتدا اهمیت پارامترهای حفاری نسبت به یکدیگر به دست آمده است، تا به مهندسين این حوزه کمک کند تا پارامترهای مهم و بحرانی در فرایند حفاری میدان نفتی مارون را شناخته و در رابطه با آن‌ها مطالعات کامل‌تری انجام دهند. در مرحله بعدی امتیاز هر کدام از سرمرته‌ها نسبت به هر پارامتر به دست آمده است و در پایان از جمع حاصل ضرب وزن هر گزینه نسبت به معیار در وزن همان معیار نسبت به هدف، وزن نهایی تمام گزینه‌ها به دست آمده و رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت گرفته است. در پایان حل مسأله سرمرته‌های R1، L111 و GT20 به عنوان گزینه‌های پیشنهادی مشخص شده‌اند.

واژگان کلیدی

سرمرته - روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی - حفاری میدان نفتی مارون - سازند

فهرست مطالب

۱	فصل اول کلیات.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- ضرورت اجرای مسأله.....
۴	۳-۱- اهداف تحقیق.....
۴	۴-۱- سابقه تحقیق.....
۷	۵-۱- روش انجام تحقیق.....
۸	۶-۱- منطقه مورد مطالعه.....
۱۰	۷-۱- ساختار پایان نامه.....
۱۳	فصل دوم معرفی سرمت‌های حفاری.....
۱۴	۱-۲- مقدمه.....
۱۵	۲-۲- خلاصه‌ای از تاریخچه حفاری و انواع سرمت‌های حفاری.....
۱۷	۳-۲- انواع سرمت‌های حفاری.....
۱۸	۱-۳-۲- سرمت‌های کاجی.....
۱۹	۲-۳-۲- سرمت‌های سایشی.....
۲۱	۳-۳-۲- سرمت‌های مغزه‌گیری.....
۲۲	۴-۲- عوامل مؤثر در انتخاب سرمت‌های حفاری.....
۲۲	۱-۴-۲- مشخصات سازند.....
۲۲	۲-۴-۲- مشخصات سرمت.....
۲۳	۳-۴-۲- مشخصات دکل حفاری.....
۲۳	۱-۳-۴-۲- دکل‌های خشکی.....
۲۴	۲-۳-۴-۲- دکل‌های دریایی.....
۲۴	۵-۲- جمع‌بندی.....
۲۵	فصل سوم معرفی پارامترهای ژئومکانیکی سنگ و مشخصات سازندی.....
۲۶	۱-۳- مقدمه.....

۲۶	۲-۳- پارامترهای ژئومکانیکی سنگ
۲۷	۳-۳- مشخصات سازندی
۲۷	۱-۳-۳- تخلخل
۲۷	۲-۳-۳- مقاومت فشاری سنگ
۲۸	۳-۳-۳- خواص الاستیسیته و پلاستیسیته
۲۸	۴-۳-۳- سختی
۲۸	۵-۳-۳- ساینده‌گی
۳۰	۴-۳- طبقه‌بندی سازندها
۳۰	۱-۴-۳- طبقات نرم
۳۱	۲-۴-۳- طبقات نرم متوسط
۳۱	۳-۴-۳- طبقات سخت متوسط
۳۱	۴-۴-۳- طبقات سخت
۳۲	۵-۳- جمع‌بندی
۳۳	فصل چهارم کلیاتی در مورد روش‌های تصمیم‌گیری
۳۴	۱-۴- مقدمه
۳۵	۲-۴- مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره
۳۶	۱-۲-۴- مسائل تصمیم‌گیری چند هدفه
۳۶	۲-۲-۴- مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه
۳۷	۳-۴- فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
۳۸	۱-۳-۴- ساختن نمودار سلسله مراتبی
۳۹	۲-۳-۴- محاسبه وزن
۴۰	۳-۳-۴- سازگاری سیستم
۴۱	۴-۴- روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی (FDAHP)
۴۱	۱-۴-۴- نظرسنجی از متخصصان

۴۱	..... محاسبه اعداد فازی
۴۲	..... تشکیل ماتریس معکوس فازی
۴۲	..... محاسبه وزن فازی نسبی پارامترها
۴۳	..... غیر فازی کردن وزن پارامترها
۴۳	..... جمع‌بندی
۴۵	..... فصل پنجم انتخاب سرمرته مناسب به روش FDAHP
۴۶	..... ۱-۵ مقدمه
۴۶	..... ۲-۵ پارامترها و گزینه‌های مؤثر در حفاری
۴۸	..... ۳-۵ پیاده سازی مسأله تصمیم‌گیری
۴۸	..... ۱-۳-۵ ساختن درخت تصمیم‌گیری
۵۰	..... ۲-۳-۵ تعریف مقیاس اعداد فازی
۵۰	..... ۴-۵ امتیاز کارشناسان به معیارهای تصمیم‌گیری
۵۷	..... ۵-۵ تشکیل ماتریس مقایسه زوجی فازی
۶۰	..... ۶-۵ محاسبه‌ی Z_i و Z
۶۰	..... ۷-۵ محاسبه وزن فازی و غیرفازی پارامترها
۶۲	..... ۸-۵ نظرات کارشناسان در مورد اهمیت گزینه‌ها نسبت به هم
۷۲	..... ۹-۵ ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها
۷۵	..... ۱۰-۵ محاسبه Z_i و Z برای گزینه‌ها
۸۶	..... ۱۱-۵ محاسبه وزن فازی و غیر فازی گزینه‌ها
۱۰۲	..... ۱۲-۵ جمع‌بندی
۱۰۳	..... فصل ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۰۴	..... ۱-۶ نتیجه‌گیری
۱۰۶	..... ۲-۶ پیشنهادات
۱۰۸	..... منابع و مراجع
۱۱۱	..... پیوست

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- روند اجرا و حل مسأله انتخاب سرمته ۸
- شکل ۱-۲- سرمته دندان‌ه فولادی ۱۸
- شکل ۲-۲- سرمته دکمه‌ای ۱۹
- شکل ۳-۲- سرمته الماس طبیعی ۲۰
- شکل ۴-۲- سرمته الماس مصنوعی ۲۰
- شکل ۵-۲- سرمته الماس مصنوعی پایدار ۲۱
- شکل ۱-۴- اصول روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ۳۵
- شکل ۲-۴- ساختمان سلسله مراتبی ساده ۳۸
- شکل ۱-۵- ساختار سلسله مراتبی مربوط به انتخاب سرمته ۴۹
- شکل ۲-۵- مقایسه اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر ۶۲
- شکل ۳-۵- برتری گزینه‌ها نسبت به یکدیگر ۱۰۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱	مطالعات انجام شده در مورد انتخاب سرمته.....	۵
جدول ۱-۴	اعداد تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی برای مقایسه زوجی عناصر.....	۳۹
جدول ۱-۵	اعداد تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی.....	۵۰
جدول ۲-۵	معرفی نماد اختصاری هر کارشناس.....	۵۰
جدول ۳-۵	ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها.....	۵۱
جدول ۴-۵	مقایسه زوجی معیارها با هم نسبت به هدف.....	۵۲
جدول ۵-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص اول.....	۵۳
جدول ۶-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص دوم.....	۵۳
جدول ۷-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص سوم.....	۵۴
جدول ۸-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص چهارم.....	۵۴
جدول ۹-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص پنجم.....	۵۵
جدول ۱۰-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص ششم.....	۵۵
جدول ۱۱-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص هفتم.....	۵۶
جدول ۱۲-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص هشتم.....	۵۶
جدول ۱۳-۵	ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص نهم.....	۵۷
جدول ۱۴-۵	ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۱۲ پارامتر نظرسنجی شده.....	۵۸
جدول ۱۵-۵	محاسبه اعداد فازی Z_i و Z	۶۰
جدول ۱۶-۵	وزن فازی و غیرفازی پارامترها.....	۶۱
جدول ۱۷-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس اول.....	۶۳
جدول ۱۸-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس دوم.....	۶۴
جدول ۱۹-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس سوم.....	۶۵
جدول ۲۰-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس چهارم.....	۶۶
جدول ۲۱-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس پنجم.....	۶۶
جدول ۲۲-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس ششم.....	۶۸
جدول ۲۳-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس هفتم.....	۶۹
جدول ۲۴-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس هشتم.....	۷۰
جدول ۲۵-۵	ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار مقاومت فشاری از نظر کارشناس نهم.....	۷۱
جدول ۲۶-۵	ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی گزینه‌ها با توجه به معیار مقاومت فشاری.....	۷۲
جدول ۲۷-۵	محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار مقاومت فشاری.....	۷۵
جدول ۲۸-۵	محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار کانی‌های ساینده.....	۷۶
جدول ۲۹-۵	محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار بافت و ابعاد دانه‌ها.....	۷۷
جدول ۳۰-۵	محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار عمق لایه.....	۷۸

- جدول ۵-۳۱- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار وجود آب..... ۷۹
- جدول ۵-۳۲- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار غسل..... ۸۰
- جدول ۵-۳۳- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار وضعیت تنش‌ها..... ۸۱
- جدول ۵-۳۴- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار خاصیت الاستیسیته..... ۸۲
- جدول ۵-۳۵- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار تخلخل و تراوایی..... ۸۳
- جدول ۵-۳۶- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار چسبندگی سازند..... ۸۴
- جدول ۵-۳۷- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار سختی..... ۸۵
- جدول ۵-۳۸- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار باز شدگی و پر شدگی درزه‌ها..... ۸۶
- جدول ۵-۳۹- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار مقاومت فشاری..... ۸۷
- جدول ۵-۴۰- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار کانی‌های ساینده..... ۸۸
- جدول ۵-۴۱- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار بافت و ابعاد دانه‌ها..... ۸۹
- جدول ۵-۴۲- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار عمق لایه..... ۹۰
- جدول ۵-۴۳- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار وجود آب..... ۹۱
- جدول ۵-۴۴- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار غسل..... ۹۲
- جدول ۵-۴۵- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار وضعیت تنش‌ها..... ۹۳
- جدول ۵-۴۶- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار خاصیت الاستیسیته..... ۹۴
- جدول ۵-۴۷- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار تخلخل و تراوایی..... ۹۵
- جدول ۵-۴۸- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار چسبندگی سازند..... ۹۶
- جدول ۵-۴۹- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار سختی..... ۹۷
- جدول ۵-۵۰- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار باز شدگی و پر شدگی درزه‌ها..... ۹۸
- جدول ۵-۵۱- وزن نهایی معیارها..... ۹۸
- جدول ۵-۵۲- وزن نهایی هر گزینه نسبت به هر معیار..... ۹۹
- جدول ۵-۵۳- وزن نهایی گزینه‌ها..... ۹۹
- جدول ۵-۵۴- هزینه به ازای واحد طول سرمته‌ها..... ۱۰۱
- جدول ۵-۵۵- معکوس هزینه واحد طول برای سرمته‌ها..... ۱۰۱
- جدول ۵-۵۶- وزن نهایی سرمته‌ها..... ۱۰۱
- جدول پیوست ۱- اعداد تعیین شده برای امتیاز دهی..... ۱۱۲
- جدول پیوست ۲- امتیاز و اهمیت گزینه‌ها با توجه به معیارها..... ۱۱۲
- جدول پیوست ۳- مقایسه زوجی معیارها نسبت به یکدیگر..... ۱۱۳

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

سرمته بخشی از رشته ابزار حفر است که در تماس مستقیم با سنگ بوده، انرژی تولید شده توسط موتور را به سنگ منتقل کرده و باعث خرد شدن سنگ می‌شود. فرایند حفاری در کارهای مهندسی جزء پرهزینه‌ترین مراحل کار می‌باشد. به همین سبب هزینه‌های زیاد، آشنایی با نحوه عملکرد و انتخاب صحیح سرمته‌های حفاری بر کسی پوشیده نمی‌باشد، به طوری که در حفاری چاه‌های نفت، تکنولوژی ساخت سرمته‌های حفاری، پیشرفت زیادی نسبت به دیگر صنایع ابزار حفاری داشته است. از جمله عواملی که به خرابی سرمته‌ها شدت می‌بخشد، نامتناسب بودن نوع سرمته به کار برده شده با شرایط سازند مورد حفاری می‌باشد. سازند به مجموعه‌ی رسوبات سنگ شده‌ای گفته می‌شود که برخی از ویژگی‌های آن‌ها مانند سن، نوع فسیل، جنس، پیوستگی (قطع شدگی در آن دیده نشود و گسلی آن را قطع نکرده باشد) و ضخامت تا حدودی مشترک است. در این میان سن و نوع فسیل سازند از اهمیت بیشتری برخوردار است.

سرتمته‌های حفاری به دو گروه اصلی، کاجی^۱ یا چرخشی و سرتمته‌های سایشی^۲ (تیغه‌های ثابت) تقسیم می‌شوند.

در انتخاب سرتمته‌های حفاری عوامل مختلفی تأثیرگذار هستند، اهمیت این معیارها بسته به نوع سازند با یکدیگر متفاوت است. بنابراین مسأله انتخاب سرتمته‌های حفاری مناسب را می‌توان در قالب مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره لحاظ کرد. از آنجا که نمی‌توان به طور مطلق از پذیرفتن یا رد کردن یک گزینه مطمئن بود، پس مسأله را بایستی به کمک روش‌های فازی تحلیل کرد. در این تحقیق با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی دلفی، سرتمته مناسب با توجه به مشخصات سازند انتخاب خواهد شد.

۱-۲- ضرورت اجرای مسأله

انتخاب نوع سرتمته‌ی حفاری در هر نوع سازند، از مهم‌ترین فرآیندهای هر فعالیت حفاری است. با توجه به اینکه قسمت عمده‌ی هزینه‌های اضافی عملیات حفاری، مربوط به تعویض و تعمیر سرتمته‌ها است، انتخاب نوع سرتمته بایستی با دقت هر چه بیشتر صورت گیرد. به طور کلی، سرتمته‌ی مناسب به سرتمته‌ای اطلاق می‌شود که در مجموع، پروژه را اقتصادی‌تر کند و همچنین امکان حفاری با آن سرتمته وجود داشته باشد. هزینه‌های مربوط به حفاری بسیار زیاد است و اگر بتوان یک سیستم طبقه‌بندی برحسب نوع سرتمته و شرایط زمین مورد حفاری ارائه کرد، که در آن مشخص باشد که برای یک سازند پس از تعیین مشخصات آن، از چه نوع سرتمته‌ای استفاده شود، می‌توان هزینه و زمان عملیات حفاری را کاهش داد.

1- Roller Cone Bit

2- Polycrystalline Diamond Compact = PDC

۱-۳- اهداف تحقیق

به دلیل بالا بودن هزینه‌های تعمیر و تعویض سرمته در عملیات حفاری، سرمته‌ها باید به صورتی انتخاب شوند که میزان این تعمیرات و تعویض‌ها به کمترین مقدار ممکن برسد. به هر اندازه که بتوان از یک سرمته نصب شده بر روی سیستم حفاری، برای مدت زمان بیشتر و در سازندهایی با تنوع بالاتر استفاده کرد، به همان میزان هزینه‌های حفاری کاهش پیدا می‌کند. پس هدف اساسی و اولیه‌ی این تحقیق انتخاب سرمته مناسب برای حفاری در میدان نفتی مارون است. از دیگر اهداف تحقیق می‌توان به این مورد اشاره کرد که با نتایج به دست آمده، میزان اهمیت هر پارامتر حفاری، به سبب مطالعه بیشتر بر روی آن مشخص می‌شود، و پارامترهای بحرانی در حل مسأله قابل دست‌یابی هستند. در این تحقیق هر یک از انواع سرمته‌ها به زیرگروه‌های خود تقسیم شده است و پس از انجام پژوهش، نوع سرمته‌ی مناسب برای حفاری در میدان نفتی مارون، مشخص می‌شود.

۱-۴- سابقه تحقیق

در مورد انتخاب سرمته‌ها پژوهش‌های مختلفی انجام شده است که مهم‌ترین آن‌ها در جدول ۱-۱ به طور خلاصه درج شده است. از بین این روش‌ها، روش بورگاین^۱ و یانگ^۲ بر همه روش‌ها برتری دارد، زیرا تقریباً تمامی متغیرهای حفاری را در برمی‌گیرد، این پارامترها در هشت طبقه قرار گرفته و شامل سرعت دوران، وزن سرمته، عمق و... می‌باشد (Bourgoyne & Young, 2003).

در انتخاب سرمته از شبکه‌های عصبی نیز استفاده شده است. از آن‌جا که توانایی شبکه عصبی هوشمند در ایجاد رابطه بین متغیرهای زیاد اثبات شده است، لذا به نظر می‌رسد شبکه هوشمند نتیجه مفیدی را انتخاب سرمته مناسب داشته باشد. در این روش با استفاده از نرم افزار MATLAB یک مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی نوع سرمته ساخته شده است. سپس این مدل با استفاده از

1- Bourgoyne
2- Young

الگوریتم پس‌انتشار خطا توسعه یافت. پارامترهای حفاری مانند اندازه سرمته، تعداد نازل‌ها و مساحت آن‌ها، وزن روی مته، سرعت چرخش رشته حفاری، سرعت نفوذ، مقدار پمپاژ سیال حفاری و فشار آن، سختی سازند، عمق و وزن گل موجود در چاه به عنوان ورودی سیستم، و نوع سرمته بر اساس کد، به عنوان خروجی مدل به دست می‌آید (مهرکی و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ۱-۱- مطالعات انجام شده در مورد انتخاب سرمته

ارائه دهنده	سال	توضیحات
رابیا ^۱	۱۹۸۵	انتخاب سرمته براساس هزینه به ازای متر از حفاری انجام شده است. این تحقیق فقط حفاری چاه‌های اکتشافی را مورد مطالعه قرار داده و از مطالعه حفاری چاه‌های توسعه‌ای، اجتناب کرده است. به ازای هر فوت حفاری هزینه محاسبه شده است و با مقایسه این پارامتر در بین سرمته‌ها، سرمته مناسب آن منطقه انتخاب شده است.
تیواری ^۲	۱۹۹۴	این تحقیق بر روی چاه‌های نفت ایالات متحده آمریکا و با در نظر گرفتن مقاومت فشاری سنگ و نحوه تماس سرمته با سنگ انجام شده و پیشنهاد داده است که قطعات برنده به صورتی بر روی سرمته نصب شوند که در حفاری سنگ‌های سخت، این قطعات به یکدیگر نزدیک‌تر و با ارتفاع دندان کوتاه‌تر طراحی شود.
جیم ^۳ و آپاس ^۴	۲۰۰۰	برای انتخاب سرمته از ترکیب دو دسته از اطلاعات استفاده شده است. ابتدا مدل زمین‌شناسی منطقه ساخته شده است و پس از آن، میزان پارامترهای ماشین، در هر یک از این مدل‌ها محاسبه شده است و براساس آن سرمته مناسب انتخاب شده است.
یانگ و بورگاین	۲۰۰۳	پارامترهای حفاری به هشت دسته تقسیم شده است. این پارامترها شامل سرعت دوران، وزن سرمته، عمق و... است. برای هر سرمته، این پارامترها اندازه‌گیری شده تا سرمته بهینه انتخاب شود.

1- Rabia
2 - Tiwari
3- Jim
4- Apos

ادامه جدول ۱-۱- مطالعات انجام شده در مورد انتخاب سرمته

ارائه دهنده	سال	توضیحات
مارتین ^۱	۲۰۰۶	پارامترهای ماشین حفاری مانند تعداد دور در دقیقه و وزن روی سرمته، در مورد سرمته‌های کاجی و PDC محاسبه شده است و با مقایسه نتایج به دست آمده، استفاده از سرمته PDC برای آن منطقه پیشنهاد شده است.
مهرکی و همکاران	۱۳۸۸ و (۲۰۱۰)	با استفاده از نرم افزار MATLAB مدلی که قادر است نوع سرمته را پیش‌بینی کند، ساخته شده است. سپس این مدل با استفاده از الگوریتم پس‌انتشار خطا توسعه یافت. پارامترهای حفاری مانند اندازه سرمته، تعداد نازل‌ها و مساحت آن‌ها، وزن روی سرمته و سرعت چرخش به عنوان ورودی و نوع سرمته براساس کد، خروجی مدل خواهد بود.
نینگ ^۲ و همکاران	۲۰۱۱	نینگ پژوهش خود را، براساس انرژی ویژه مصرفی انجام داد. به این صورت که، برای منطقه مورد مطالعه، انرژی ویژه مصرفی را برای هر کدام از سرمته‌ها محاسبه کرد و در پایان، بر اساس این پارامتر، سرمته‌ها را طبقه‌بندی کرد.
تانگ ^۳	۲۰۱۳	به اعتقاد تانگ برای کاهش هزینه حفاری، بایستی سرعت حفاری را افزایش داد. به همین سبب پارامتر قابلیت حفاری را مبنای تحقیق خود قرار داده است. و با محاسبه مقاومت فشاری سنگ‌های منطقه مورد مطالعه خود، از بین دو گزینه سرمته کاجی و PDC، سرمته PDC را پیشنهاد کرد.

در تحقیقات انجام شده تا به امروز اکثر پژوهش‌ها برپایه‌ی پارامترهای ماشین حفاری و برپایه‌ی اصول و قواعد مشخص ریاضی صورت گرفته است. به طور مثال معیار هزینه نسبت به هر واحد فاصله

1- Martin
2- Ning
3- Tang

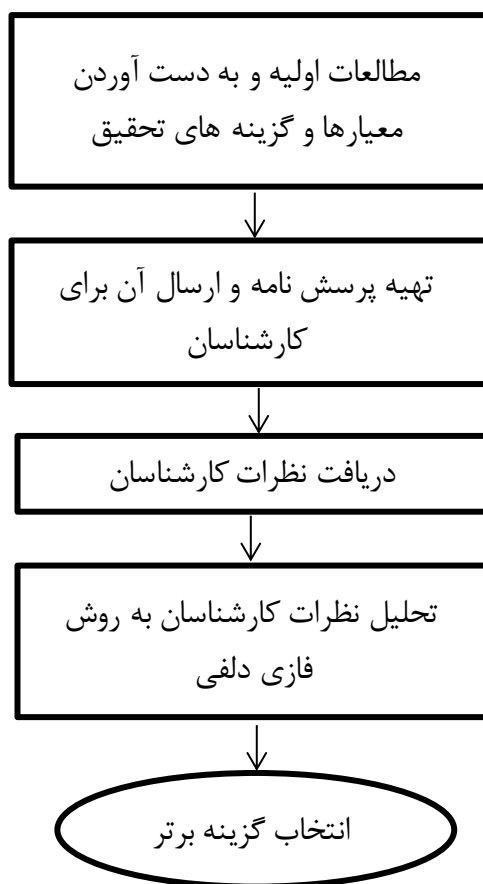
حفاری در اکثر تحقیقات به عنوان مبنا در نظر گرفته شده و پس از آن با کمک روش‌هایی مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، گزینه برتر انتخاب شده است.

در این پایان‌نامه از تجربه‌ی کارشناسان در انتخاب سرمته استفاده شده است، که پژوهش جنبه عملیاتی‌تری داشته باشد و نتایج به‌دست آمده قابل اعتمادتر خواهد بود. همچنین هر یک از انواع سرمته‌ها به زیر مدل‌های خود نیز تقسیم‌بندی شده‌اند که وجه تمایز این پایان‌نامه را با سایر پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه نشان می‌دهد.

۱-۵- روش انجام تحقیق

روش کار بر این منوال است که پس از انجام مطالعات اولیه و جمع‌آوری اطلاعات لازم، پارامترهای مؤثر (مقاومت فشاری، عمق لایه و...) در انتخاب سرمته‌ها به همراه سرمته‌ها (کاجی و PDC) و انواع مدل‌های آن‌ها (R1، MX03، SVH، HC606 و...) لیست شده است. چون اهمیت معیارها با یکدیگر متفاوت است و نوع نظر افراد در انتخاب معیارها با یکدیگر فرق دارد، معیارها وزن‌دهی شده است. به کمک پارامترهای تأثیرگذار و سرمته‌های مورد استفاده در حفاری‌ها، ماتریس تصمیم تشکیل شده است. سپس پرسش‌نامه‌ای بر اساس پارامترهای مورد مطالعه و سرمته‌ها آماده و این پرسش‌نامه توسط چندین کارشناس مطالعه و تکمیل شده است. پس از آماده شدن پرسش‌نامه، گزینه برتر با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی دلفی انتخاب شده است.

در یکی از پرسش‌نامه‌ها اهمیت نسبی معیارها نسبت به یکدیگر سنجیده شده است تا وزن هر معیار حفاری به‌دست آید. سپس با توجه به پرسش‌نامه دوم، وزن هر کدام از سرمته‌ها، با توجه به هر یک از معیارها نسبت به یکدیگر سنجیده شده است. در پایان وزن نهایی هر سرمته از حاصل جمع، ضرب وزن هر معیار با توجه به هدف، در وزن هر سرمته نسبت به معیار حفاری، به‌دست آمده است. در شکل ۱-۱ روند اجرا و حل مسأله نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- روند اجرا و حل مسأله انتخاب سرمته

۱-۶- منطقه مورد مطالعه

میدان نفتی مارون دومین میدان بزرگ نفتی ایران است که به عنوان یکی از بزرگترین میدانی نفتی جهان به شمار می آید. میدان مارون، به طول ۶۷ کیلومتر در شمال غربی شهرستان امیدیه و جنوب شرقی شهر اهواز در استان خوزستان واقع شده است. ظرفیت تولید این میدان در حال حاضر، به طور متوسط معادل ۵۲۰ هزار بشکه در روز می باشد. این میدان از سه مخزن آسماری، بنگستان و خامی تشکیل شده است که مخازن آسماری و بنگستان آن نفتی و مخزن خامی آن گازی می باشد. مخزن بزرگ آسماری مارون که از نظر ویژگی های سنگ مخزن، بسیار پیچیده و ناهمگون می باشد، در سال ۱۳۴۲ (۱۹۶۳ میلادی) کشف و از سال ۱۳۴۵ مورد بهره برداری قرار گرفته است. همچنین مخزن بنگستان مارون، با حفاری اولین چاه در سال ۱۳۴۷ کشف و بهره برداری از آن، از سال ۱۳۵۲ آغاز شد.

مخزن مارون در شمال شرقی شهر اهواز، همجوار با میدین کوپال از شمال و آغاچاری از شرق می‌باشد. به طور کلی این میدان در قسمت شرقی حوضه عظیم فرو افتادگی دزفول قرار دارد. میدان مارون به روند شمال غربی- جنوب شرقی در قسمت غربی تا مرکزی و روند شمال شرقی - جنوب غربی در قسمت انتهای شرقی امتداد یافته و دارای ۶۵ کیلومتر طول و به طور متوسط ۷ کیلومتر عرض می‌باشد (فجرک و علیزاده، ۱۳۹۰). در حال حاضر از سرمته‌های مدل GT20 در حفاری‌های این میدان نفتی استفاده می‌شود. این میدان دارای زیر لایه‌های متفاوتی است که در ادامه تشریح می‌شود.

خصوصیات زیر لایه‌ها در سازند میدان نفتی مارون به صورت زیر است:

زیر لایه یک: قسمت زیادی از این زیر لایه (حدود ۷۰ درصد) از جنس دولومیت، آهک دولومیتی به همراه تکه‌هایی از انیدرید است. بقیه زیر لایه از جنس آهک می‌باشد. در این زیر لایه گاهی لایه‌های نازکی از شیل و ماسه نیز دیده می‌شود که لایه‌های شیلی بیشتر در شمال و شمال غربی مخزن و لایه‌های ماسه‌ای بیشتر در دماغه شرقی و غربی حضور دارند. تخلخل در این زیر لایه بین ۸ تا ۱۸ درصد تغییر را نشان می‌دهد. می‌توان گفت از انتهای غربی به سمت انتهای شرقی درصد تخلخل بیشتر می‌شود.

زیر لایه دو: قسمت اعظم این زیر لایه (۷۰ درصد) از جنس ماسه سنگ و بقیه آن از آهک و دولومیت به صورت بین لایه‌ای با ماسه است. گاهی نیز لایه‌های نسبتاً نازکی از شیل در این زیر لایه مشاهده می‌شود.

زیر لایه سه: قسمت عمده‌ی این زیر لایه (حدود ۶۰ درصد) از جنس دولومیت و آهک‌های به شدت دولومیتی شده به همراه تکه‌هایی از انیدرید می‌باشد. حدود ۳۰ درصد آهک و حدود ۱۰ درصد آهک دولومیتی ماسه‌ای در این زیرلایه وجود دارد. لایه‌های نازکی از شیل در تمام طول این زیرلایه دیده می‌شود. تخلخل در این زیر لایه بین ۸ تا ۱۸ درصد تغییر می‌کند. به دلیل حضور بیشتر سنگ

دولومیتی در این زیر لایه در قسمت مرکزی میدان، وضعیت تخلخل در آن نسبت به دماغه شرقی و غربی بهتر است.

زیر لایه چهار: این زیر لایه شامل تناوبی از ماسه سنگ، آهک، آهک ماسه‌ای، دولومیت و دولومیت ماسه‌ای و گاهی بین لایه‌هایی از شیل می‌باشد.

زیر لایه پنج: این زیر لایه از سنگ‌های آهک و دولومیت با ضخامت مساوی تشکیل شده است. حضور ماسه سنگ در این زیر لایه بسیار کم است. گاهی لایه‌های نازکی از شیل به صورت بین لایه‌ای در این زیر لایه دیده می‌شود. تخلخل در این زیر لایه بین ۱۰ تا ۱۸ درصد تغییر می‌کند.

زیر لایه شش: این زیر لایه عمدتاً ماسه‌ای است. به همین دلیل دارای تخلخل و نفوذپذیری بالایی در قسمت مرکزی مخزن است.

زیر لایه هفت: ترکیب سنگ شناسی این زیر لایه شامل آهک، آهک دولومیتی، ماسه سنگ و شیل است. ماسه سنگ‌های این زیر لایه به صورت سیمان نشده و یا سیمان شده هستند. سیمان آن‌ها از جنس آهک دولومیت و گاهی نیز انیدرید است. حد تخلخل این زیر لایه بین ۸ تا ۱۹ درصد تغییر می‌کند.

زیر لایه هشت: قسمت اعظم این زیر لایه (بیش از ۹۰ درصد) از جنس آهک است. گاهی لایه نازکی از ماسه و شیل نیز در این زیر لایه دیده می‌شود.

زیر لایه نه: این زیر لایه شامل آهک‌های فشرده و شیل‌های تیره رنگ گلوکونیت‌دار و پیریت‌دار است. در این زیر لایه مخصوصاً بین چاه‌های ۶۲ تا ۶۵ لایه‌هایی از ماسه سنگ دیده می‌شود.

۷-۱- ساختار پایان نامه

این تحقیق مشتمل بر شش فصل است. پس از فصل اول که به کلیات اختصاص داشت، در فصل دوم، انواع سرمته‌های حفاری و تاریخچه‌ی آن‌ها بحث خواهد شد. در فصل سوم، پارامترهای ژئومکانیکی سنگ و مشخصات سازند، که در تحلیل سازند دارای اهمیت هستند مورد بررسی قرار می‌گیرد. به

دنبال آن در فصل چهارم، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی مورد بحث قرار گرفته است. در فصل پنجم با توجه به مطالب ارائه شده در فصل سوم و چهارم، سرمته مناسب برای حفاری در میدان نفتی مارون انتخاب شده است. در آخرین فصل تحقیق، نتیجه‌گیری صورت گرفته است و رتبه‌بندی گزینه‌ها و معیارهای حفاری انجام شده است.

فصل دوم

معرفی سرمته‌های حفاری

۲-۱- مقدمه

در تاریخ حفاری چاه‌های نفت، یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلاتی که مهندسان و پیمان‌کاران حفاری با آن مواجه بوده‌اند، کاهش سرعت حفاری در سنگ و مشکلات مربوط به آن، مخصوصاً در اعماق زیاد زمین بوده است. کاهش سرعت حفاری در اعماق زیاد منجر به افزایش هزینه‌های حفر چاه می‌شود و همین امر موجب ترغیب شرکت‌های نفتی به تحقیق، بررسی و تولید نسل‌های جدید سرمت‌های حفاری شده است. مطالعات آماری در خصوص بررسی هزینه‌های حفاری یک چاه نشان می‌دهد که حدوداً ۵ تا ۷ درصد هزینه حفر یک چاه نفت مربوط به سرمت‌های مورد استفاده در چاه است (عادل‌زاده، ۱۳۸۸) و در صورتی که سرمت‌های مورد استفاده به طور صحیح انتخاب و مورد استفاده قرارگیرند، می‌توان زمان حفاری چاه را کاهش داده و یک چاه را از نظر هزینه به طور بهینه حفاری کرد.

سرمت اولین ابزاری است که برای حفر چاه‌های نفت و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وسیله در اثر چرخش رشته حفاری به حرکت درآمده و باعث سوراخ کردن زمین می‌شود. طیف وسیعی از سرمت‌های حفاری در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه به شرح آن‌ها پرداخته شده است.

۲-۲- خلاصه‌ای از تاریخچه حفاری و انواع سرمت‌های حفاری

به نظر می‌رسد دانش حفر کردن زمین به همان قدمت تاریخ زندگی اجتماعی انسان باشد. او در ابتدا به‌منظور یافتن آب، با دست و ابزار طبیعی و سپس با ابزار ساده ساخت دست خود، زمین را حفر می‌کرد. پس از آن چینی‌ها در ۶۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، برای استخراج نمک از جریان‌های آب نمک زیرزمینی، نوعی حفاری ضربه‌ای ابداع کردند. این ابداع با گذشت زمان، توسعه یافته و تا ۱۸۰۰ سال بعد از میلاد با این روش چاه‌هایی با عمق ۶۰ متر را حفاری می‌کردند. اولین چاه نفت در سال ۱۸۵۹ حفاری شد. پس از آن برای سرعت بخشیدن به کار، حفاری دورانی جانشین حفاری ضربه‌ای شد. این روش در مقایسه با حفاری ضربه‌ای می‌توانست تا عمق بیشتری در زمین نفوذ کند. در ابتدا منابع سطحی و کم عمق نفت مورد بهره برداری قرار می‌گرفت ولی اکنون با حفاری چاه‌های بسیار عمیق می‌توان از لایه‌های نمکی مربوط به دوران‌های قدیم زمین‌شناسی هم بهره برداری کرد (مرادی و همکاران، ۱۳۸۹).

تا قبل از سال ۱۹۰۰ میلادی سرمت‌ها به‌صورت تیغه‌ای وجود داشته است. در سال ۱۹۰۱ سرمت‌های دم‌ماهی به‌وجود آمد که به نام الماس سیاه معروف شد. به این سرمت‌ها سایشی نیز می‌گفتند. سرمت‌های سایشی به صورت یک، دو و یا سه تیغه بودند و در عمق کم مورد استفاده قرار می‌گرفتند و بعد از مدت زمان کمی از بین می‌رفتند. نوع دیگر از این سرمت‌ها به نحوی ساخته شدند که تیغه‌ها قابل تعمیر بودند و در آن، نرخ تعمیر ۲۵ سنت در هر اینچ قطر سرمته بوده است (حیدری، ۱۳۹۰).

در سال ۱۹۰۲ شرکت هیوز^۱ که قدیمی‌ترین و اولین شرکت سازنده سرمته بود اقدام به ساختن سرمت‌های کاجی کرد و اولین سرمته این شرکت که دارای دو کاج متحرک بود، طراحی و وارد بازار

1 - Hughes

شد و تا سال ۱۹۱۷ این نوع سرمته یکه تاز میدان‌های نفتی بود و به نام ری‌مینگ بیت^۱ معروف شده بود (حیدری، ۱۳۹۰).

تا قبل از سال ۱۹۱۴ جریان سیال از داخل لوله‌ها بوده است که از زیر اتصال سرمته به داخل چاه جریان داشت. در این سال بود که جریان سیال به طور مستقیم روی تیغه‌ها را طراحی کردند و با این کار توانستند کارآیی سرمته‌ها را بالا ببرند و به خصوص در طبقات نرم حفاری سریع‌تر شد. سرمته سایشی با چهار تیغه و سرمته دم ماهی با طراحی یک سوراخ، سیال در بالا و دیگری در پایین که کارآیی آن به مراتب بیشتر و بهتر بوده است وارد بازار شد (حیدری، ۱۳۹۰).

در سال ۱۹۲۴ یک سرمته دیگر به نام سیمپلکس بیت^۲ با یک عدد رولر (قطعه‌ای است که درون کاج قرار گرفته و باعث می‌شود که کاج حول محور خود دوران نماید) که قابل تعویض بود توسط یکی از مهندسين شرکت هیوز طراحی و ساخته شد. از ویژگی‌های این سرمته ایجاد نیروی سیال زیاد بود که قدرت هیدرولیک سرمته را افزایش می‌داد، اما باعث از بین رفتن و فرسایش غلطک سرمته نیز می‌شد که برای برطرف کردن این مشکل تغییراتی در بدنه سرمته به وجود آوردند (حیدری، ۱۳۹۰).

در سال ۱۹۴۵ نوعی دیگر از سرمته‌ها به نام زابین بیت^۳ طراحی و ساخته شد که در اکثر سازندها به غیر از سازند خیلی سخت کارآیی خوبی داشت. برای گشاد کردن چاه نیز از این نوع سرمته استفاده می‌کردند (حیدری، ۱۳۹۰).

در فاصله سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۹۰ مهندسين حفاری تحقیقات گسترده‌ای انجام دادند تا بتوانند سرمته‌ها را طوری طراحی کنند که سریع‌تر حفاری کنند و به همین خاطر پارامترهایی نظیر: سیال حفاری، وزن روی سرمته و چرخش را مورد مطالعه قرار دادند. در آن زمان دو نظریه برای تسریع در عملیات حفاری وجود داشت، که یکی عبارت بود از این که مقدار حجم کم سیال با فشار زیاد باعث افزایش مترژ حفاری خواهد شد و نظریه دیگر این که با حجم زیاد گل و فشار کم می‌توان بهترین

2- Reaming Bit

2- Simplex Bit

3- Zubin Differential Bit

نتیجه را گرفت. ولی نتایج تجربی که هنگام حفاری گرفته شد ثابت کرد که با افزایش سرعت گل در سرمته، راندمان سرمته بیشتر می‌شود و نتیجه گرفتند که با کوچک کردن سوراخ‌های عبور سیال در سرمته، سرعت و فشار بیشتری ایجاد خواهد شد و متراژ حفاری افزایش خواهد یافت.

در همین سال‌ها بود که مسأله دوام‌پذیری سرمته و سخت کردن رویه آن و استفاده کردن از سرمته‌های تنگستن کاربرد متداول شد که باعث شد تا عمر سرمته بیشتر شود. این روند طراحی سرمته‌ها و ساختن سرمته‌های پیشرفته‌تر با توجه به اهمیت حفاری در اعماق بیشتر شدت بیشتری گرفت و در نتیجه آن، سرمته‌های دو کاجه و سه کاجه، به دو نوع دندان‌های و دکمه‌ای با طراحی متفاوت ساخته شدند و بعدها هم سرمته‌های الماسی و PDC معرفی شدند. به طور کلی هدف، ساختن سرمته‌هایی است که در زمان کمتر، بیشترین متراژ حفاری را داشته باشند و به همین علت روند پیشرفت در طراحی سرمته‌ها هنوز هم ادامه دارد (حیدری، ۱۳۹۰).

۲-۳- انواع سرمته‌های حفاری

سرمته‌های حفاری به دو گروه عمده سرمته‌های کاجی یا چرخشی و سرمته‌های سایشی تقسیم می‌شوند. ولی در کنار این دو گروه می‌توان از سرمته‌های مغزه‌گیری^۱ که در عملیات مغزه‌گیری^۲ چاه مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیز نام برد.

1 - Core Bits

2 - Coring

۲-۳-۱- سرمته‌های کاجی

در این سرمته‌ها، هنگام چرخش رشته حفاری، کاج‌های سرمته^۱ حول محور خود به چرخش درآمده و سپس در اثر وزن اعمالی روی سرمته، دندانه‌های آن در سنگ فرو رفته و باعث خرد شدن سنگ می‌شود. این‌گونه سرمته‌ها در طیف وسیعی تولید شده که به این سرمته‌ها در اصطلاح سرمته‌های صخره‌ای^۲ هم می‌گویند. در ادامه به تشریح انواع سرمته‌های کاجی پرداخته می‌شود.

الف) سرمته‌های دندانه فولادی

سرمته‌های کاجی دندانه فولادی^۳ اولین سرمته‌هایی هستند که در حفاری چاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این سرمته‌ها، دندانه‌های سرمته از جنس کاج آن بوده و کاج و سرمته به صورت یک تکه در عملیات تراش‌کاری، ساخته می‌شوند. برای افزایش مقاومت دندانه‌ها، سطح آن را توسط پودر تنگستن کاربید سخت‌کاری^۴ می‌کنند (عبدالهی، ۱۳۹۱). در شکل ۱-۲ سرمته دندانه فولادی نشان داده شده است.



شکل ۱-۲- سرمته دندانه فولادی (Wilsonville, 2013)

سرمته‌های کاجی دندانه فولادی ممکن است براساس شرایط کاربردشان به شکل سرمته‌های یک کاجه، دو کاجه، سه کاجه و چهار کاجه تولید شوند.

1 - Cones
2 - Rock Bits
3 - Mill Tooth
4 - Hard Facing

ب) سرمت‌های دکمه‌ای

در این گروه از سرمت‌ها، دندان‌های سرمت به صورت دکمه‌هایی از جنس تنگستن کاربید بوده، که در سطح کاج سرمت نصب می‌شوند. این نوع سرمت‌ها معمولاً در سازندهای نیمه سخت و سخت (اعماق زیاد) مورد استفاده قرار می‌گیرند که در شکل ۲-۲ این نوع سرمت نشان داده شده است. این نوع از سرمت‌ها مانند سرمت‌های دندان فولادی با توجه به نوع کاربردشان به شکل سرمت‌های یک کاجه، دو کاجه، سه کاجه و چهار کاجه تولید می‌شوند.



شکل ۲-۲- سرمت دکمه‌ای (Wilsonville, 2013)

۲-۳-۲- سرمت‌های سایشی

این سرمت‌ها دارای تیغه^۱ بوده و فاقد کاج می‌باشند. این سرمت برای حفاری طبقات نرم مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرمت سایشی به صورت یک تکه بوده و فاقد هرگونه قطعه متحرک می‌باشد. در این نوع سرمت، دانه‌های الماس طبیعی^۲ و یا مصنوعی^۳ بر روی سطح سرمت نصب می‌شوند. این نوع سرمت به انواع زیر تقسیم بندی می‌شود (عبدالهی، ۱۳۹۱):

الف) سرمت‌های الماس طبیعی

سرمت‌های الماس طبیعی دارای الماس بسیار ریزی است، که در سطح و اطراف سرمت قرار گرفته و بدنه آن‌ها از فولاد و تنگستن کاربید است. تعداد و اندازه الماس به کار رفته بسته به سختی سازند متفاوت می‌باشد. از این ابزار در سازندهایی که در شرایط تنشی ته چاه، دچار شکست پلاستیک

1- Blade

2 - Natural Cone Bits

3 - Polycrystalline Diamond Compact

می‌شوند استفاده می‌شود. این سرمته‌ها در حین حفاری گرمای فوق العاده‌ای ایجاد می‌کنند که نیاز به دبی بالای گل برای خنک و تمیز شدن دارند. در شکل ۲-۳ این نوع سرمته نشان داده شده است.



شکل ۲-۳- سرمته الماس طبیعی (Wilsonville, 2013)

ب) سرمته الماس مصنوعی

از اواسط دهه ۱۹۷۰ سرمته‌های کریستالین (الماسه) وارد صنعت حفاری جهان شدند. سطح سرمته‌های یاد شده را لایه‌های از الماس‌های مصنوعی با قطر $1/64$ اینچ پوشش می‌داد. این لایه با حاشیه‌هایی از تنگستن کاربید در دما و فشار بالا مرزبندی و در جای خود محکم می‌شود. قیمت بالای سرمته‌های الماس طبیعی باعث ایجاد سرمته‌های الماس مصنوعی شد. تیغه‌های برشی بر روی بدنه نصب می‌شود و عنصر برنده سرمته را تشکیل می‌دهند. این نوع الماس بسیار مقاوم بوده و باعث بالا بردن سرعت حفاری نسبت به سرمته‌های کاجی می‌شود. این نوع خاص از ابزار، در حفاری سازندهای نرم، سفت تا سنگ نسبتاً سخت و ساینده با فشاری حدود ۲۰۰ مگاپاسکال کارایی دارد. در شکل ۲-۴ این سرمته نشان داده شده است.



شکل ۲-۴- سرمته الماس مصنوعی (Wilsonville, 2013)

ج) سرمته الماس مصنوعی پایدار

این نوع از سرمته‌ها در حرارت بالاتری از سرمته‌های الماس مصنوعی ساخته می‌شود و تا دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد کارایی مناسبی دارند. سرمته الماس مصنوعی پایدار (TSP) ^۱ ۱۳/۵ برابر در مقابل سایش، از PDC مقاوم‌تر است. همچنین کارایی بهتری در سازندهای خیلی سخت و ساینده تا مقاومت ۳۴۰ مگاپاسکال را نسبت به سایر سرمته‌ها از خود نشان می‌دهند. سرمته‌های TSP دارای لبه‌های تیزی برای برش سنگ هستند. در شکل ۲-۵ این نوع سرمته نشان داده شده است.



شکل ۲-۵- سرمته الماس مصنوعی پایدار (Wilsonville, 2013)

۲-۳-۳- سرمته‌های مغزه‌گیری

الف) سرمته‌های مغزه‌گیری سایشی

این نوع سرمته‌های مغزه‌گیری به صورت یک تکه بوده و دانه‌های الماس مصنوعی و یا PDC بر سطح آن نصب شده است. امروزه معمولاً در کلیه عملیات مغزه‌گیری PDC استفاده می‌شود.

ب) سرمته‌های مغزه‌گیری چهار کاجه

نسل اولیه و قدیمی سرمته‌های مغزه‌گیری، سرمته‌های چهار کاجه می‌باشد. در این نوع سرمته‌ها چهار کاج سرمته به صورت دوبه‌دو روبروی هم قرار داشته و ضمن حفاری سازند، نمونه سازند به صورت مغزه^۲ وارد سرمته می‌شود.

1- Thermally Stable Polycrystalline
2- Core

۲-۴- عوامل مؤثر در انتخاب سرمت‌های حفاری

در انتخاب و طبقه‌بندی سرمت‌ها عوامل بسیار زیادی تأثیرگذار هستند که فرایند انتخاب سرمت را پیچیده می‌کند، به همین سبب ابتدا این پارامترها را دسته‌بندی کرده و سپس با توجه به هر یک از این دسته‌ها انتخاب سرمت انجام می‌شود. در ادامه این عوامل تشریح می‌شوند.

۲-۴-۱- مشخصات سازند

یکی از مهم‌ترین معیارها برای انتخاب سرمت، مشخصات سازندی^۱ است که عملیات حفاری در آن انجام می‌شود. با استفاده از پارامترهای ژئومکانیکی مشخصات یک سازند تعیین می‌شود. به طور کلی، سازندها را به چهار دسته تقسیم می‌کنند: طبقات نرم، طبقات نرم متوسط، طبقات سخت متوسط و طبقات سخت. براساس قوانین عمومی، سرمت‌های دندان بلند برای حفاری سازندهای نرم و سرمت‌های دندان کوتاه برای سازندهای سخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. به سبب این که موضوع اصلی این تحقیق، انتخاب سرمت بر اساس مشخصات سازند حفاری است، این مبحث در فصل سوم به طور کامل تشریح می‌شود.

۲-۴-۲- مشخصات سرمت

با توجه به ساختار و مشخصات سرمت‌ها^۲، هر یک از سرمت‌ها، دارای مشخصات و ویژگی‌های منحصر به خود هستند و با توجه به مشخصات و ویژگی‌های ذاتی هر سرمت و در نظر گرفتن هدف حفاری، تیم حفار اقدام به انتخاب سرمت مورد نیاز می‌کند. بر اساس یک اصل کلی، در محیط‌های خیلی سخت از سرمت کریستالین و در محیط‌های نرم‌تر از سرمت کاجی استفاده می‌شود. در پروژه‌هایی که از سرمت‌های کاجی استفاده می‌شود، اگر مقداری به سختی اضافه شود، برای غلبه بر شرایط به وجود آمده، ارتفاع دندانها را کاهش می‌دهند و تراکم این قطعات برنده بر روی سرمت افزایش می‌یابد. در

1- Formation Characteristics
2- Bit Information

محیط‌هایی که از سرمته‌های کریستالین استفاده می‌شود، اگر میزان فشار و دما بالا رفت به جای استفاده از سرمته PDC، از سرمته TSP استفاده می‌شود. البته هزینه‌ی بالای سرمته‌های TSP را در انتخاب این سرمته حتماً بایستی مد نظر قرار داد.

۲-۴-۳- مشخصات دکل حفاری

با توجه به مشخصات دکل حفاری^۱ نیز، انتخاب سرمته انجام می‌شود. مجموعه وسایل موجود در یک مجتمع حفاری شامل برج حفاری، موتور، تلمبه و مخزن گل حفاری و سایر تأسیسات لازم را دکل^۲ می‌نامند. از دکل حفاری برای حفر چاه‌های اکتشافی یا تولیدی در دریا و خشکی استفاده می‌شود. مهم‌ترین عاملی که نوع دکل مورد استفاده را تعیین می‌کند، عمق حفاری است. با تغییر عمق، پارامترهایی مانند وضعیت تنش‌ها و قطر سرمته مورد استفاده هم تغییر می‌کند و با توجه به نوع دکل استفاده شده، نوع سرمته‌ی مورد نیاز نیز تغییر می‌کند. در ابتدای شروع حفاری، قطر سرمته و سرعت دوران آن بیشتر از حالتی است که سرمته به عمق می‌رود. دکل‌ها با توجه به کاربردها به دو دسته‌ی: دکل‌های خشکی و دریایی تقسیم می‌شوند.

۲-۴-۳-۱- دکل‌های خشکی

دکل‌هایی که در خشکی بنا می‌شوند، دارای دو نوع ثابت و متحرک است. دکل ثابت یا استاندارد در زمان حفاری ساخته می‌شود و سر چاه می‌ماند و قابل حرکت دادن نیست. دکل‌های متحرک به دو گروه اصلی دکل خود فراز یا چاقویی و دکل قابل حمل تقسیم می‌شوند. در دکل خود فراز اجزای دکل تکه‌تکه می‌شوند. حفاری در خشکی بیشتر توسط این نوع دکل صورت می‌گیرد. دکل قابل حمل روی ماشین سر چاه آمده و مثل آنتن و توسط پمپ‌های هیدرولیکی باز می‌شود و بیشتر برای حفاری چاه‌های کم عمق یا تعمیراتی به کار می‌رود.

1- Rig Properties
2- Rig

۲-۴-۳-۲- دکل‌های دریایی

حفاری فراساحلی به تجهیزات مخصوصی نیاز دارد. در این دکل‌ها سرویس‌های ویژه مانند بالگرد وجود دارد. تمامی این عوامل عملیات حفاری فراساحلی را بسیار پیچیده می‌کند و در نتیجه هزینه‌های حفاری چاه‌های فراساحلی بسیار بیشتر از چاه‌های زمینی است.

۲-۵- جمع‌بندی

سرمت‌ها در دو گروه اصلی کاجی و سایشی قرار داده می‌شوند. در کنار این دو گروه اصلی از سرمت‌های مغزه‌گیری نیز می‌توان نام برد. با توجه به نوع دندانه‌های روی سرمت، سرمت‌های کاجی به دو گروه دندانه فولادی و دندانه دکمه‌ای تقسیم می‌شوند. سرمت‌های سایشی نیز با توجه به وضعیت الماسه‌های آن در دو گروه الماسه طبیعی و الماسه مصنوعی قرار می‌گیرند. در انتهای فصل نیز، عوامل مؤثر در انتخاب سرمت که شامل: مشخصات سازند، مشخصات و ویژگی‌های ذاتی هر سرمت و مشخصات دکل حفاری، مورد بررسی قرار گرفت و نقش آن‌ها در فرایند انتخاب سرمت مشخص شده است.

فصل سوم

معرفی پارامترهای ژئومکانیکی سنگ و مشخصات سازندی

۳-۱- مقدمه

انتخاب سرمته مناسب برای شرایط حفاری خاص، نیازمند ارزیابی عوامل مؤثر متعدد می‌باشد. البته اگر تمامی عواملی که در انتخاب سرمته تأثیر گذارند، مورد بررسی قرار گیرد، انتخاب سرمته بسیار پیچیده خواهد شد. بنابراین هر یک از روش‌های انتخاب سرمته، تنها عوامل محدودی را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. یکی از عوامل تأثیرگذار در انتخاب سرمته‌های حفاری، پارامترهای ژئومکانیکی می‌باشد. لذا در این فصل به شناسایی این پارامترها پرداخته و تأثیر آنها در انتخاب سرمته‌ها بررسی شده است.

۳-۲- پارامترهای ژئومکانیکی سنگ

سنگ‌ها از موادی با پارامترهای ژئومکانیکی مختلف تشکیل شده‌اند که به مبدأ تشکیل و فرآیندهای زمین‌شناسی رخ داده روی آنها بستگی دارد. پارامترهای ژئومکانیکی به کلیه پارامترهایی که برای بیان رابطه تنش و کرنش سنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند اطلاق می‌شود و خواص الاستیسیته و مقاومتی سنگ را شامل می‌شود.

۳-۳- مشخصات سازندی

سازند به مجموعه رسوبات سنگ شده‌ای گفته می‌شود که برخی از ویژگی‌های آن‌ها مانند سن، نوع فسیل، جنس، پیوستگی (قطع شدگی در آن دیده نشود و گسلی آن را قطع نکرده باشد) و ضخامت تاحدودی مشترک است. برای شناخت یک سازند و طبقه‌بندی آن بایستی پارامترهای آن را مورد مطالعه قرار داد. از جمله‌ی این پارامترها می‌توان به مقاومت فشاری^۱، تخلخل^۲، سختی^۳، خواص الاستیسیته^۴ و سایندگی^۵ سنگ اشاره کرد (معماریان و همکاران ۱۳۸۷):

۳-۳-۱- تخلخل

تخلخل نسبت حجم فضای خالی به حجم کل سنگ می‌باشد. سنگ‌ها حاوی خلل و فرج به صورت حفره‌های کم و بیش مرتبط و یا حفره‌های مجزا هستند. وجود این حفره‌ها اهمیت زیادی در خواص مکانیکی و مهندسی سنگ دارد و به طور کلی هر چه سنگ متخلخل‌تر باشد مقاومت مکانیکی آن کمتر است. به همین دلیل نوع تخلخل و درصد آن از نخستین خواصی است که در مباحث مکانیک سنگی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۳-۳-۲- مقاومت فشاری سنگ

مقاومت فشاری سنگ عبارت است از میزان پایداری سنگ در مقابل تنش‌های خارجی که این تنش‌ها ممکن است در حالت سکون (استاتیک) و یا در حالت متحرک (دینامیک) باشند. مقاومت یک کانی بستگی به اندازه بلورهای آن دارد و با افزایش اندازه بلورها مقاومت آن کم می‌شود. زمانی که نیروی چسبندگی بین دانه‌ها مطرح باشد، تأثیر اندازه بلورها روی مقاومت کمتر می‌شود. در بین سنگ‌های رسوبی بالاترین مقاومت مربوط به سنگ‌هایی است که دارای سیمان سیلیسی هستند. با حضور

1 - Compressive strength
2 - Porosity
3 - Hardness
4 - Elasticity
5 - Abrasiveness

سیمان رسی مقاومت به شدت کاهش می‌یابد. مقاومت با میزان تخلخل سنگ تناسب داشته و با بالا رفتن تخلخل مقاومت کمتر می‌شود. وجود تخلخل تعداد نقاط تماسی ذرات کانی و نیروی عکس‌العمل میان آن‌ها را کاهش می‌دهد. عمق تشکیل و درجه دگرگونی نیز بر مقاومت سنگ مؤثر است هر چه عمق تشکیل بیشتر باشد مقاومت سنگ نیز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر مقاومت سنگ‌های غیر ایزوتوپ بستگی به جهت نیروی وارد شده دارد مثلاً مقاومت فشاری سنگ‌ها در جهت عمود بر جهت شیستوزیته یا چینه شناسی بیشتر از جهت موازی با آن است. مقاومت فشاری را می‌توان با توجه به تعدد پارامترهای مؤثر بر آن، به عنوان پرکاربردترین ویژگی سنگ دانست. عواملی که در مقاومت فشاری تأثیر گذارند عبارتند از: نوع سنگ، موقعیت فضایی اجزا تشکیل دهنده، نرخ هوازگی یا دگرسانی، ریزترک‌ها و شکستگی‌های درونی، چگالی و تخلخل.

۳-۳-۳- خواص الاستیسیته و پلاستیسیته

در فرآیند حفاری علاوه بر پارامترهای مقاومتی، پارامترهای الاستیک سنگ نیز دارای اهمیت زیادی می‌باشند. قابلیت تغییر شکل، نحوه شکست و نوع شکست سنگ‌ها به خاصیت الاستیسیته و پلاستیسیته سنگ‌ها بستگی دارد.

۳-۳-۴- سختی

سختی عبارت است از مقاومتی که یک کانی یا سنگ در مقابل ابزار خراش دهنده از خود نشان می‌دهد تا خراش در آن ایجاد نشود. ابزار خراش دهنده در تماس با کانی یا سنگ بوده و با توجه به نیروی اعمالی به آن، باعث سایش سنگ می‌شود. هر چه درجه سختی و ساینده‌گی سنگ‌ها بالاتر باشد، عمر سرمته‌ها و سرعت نفوذ در سنگ کم می‌شود.

۳-۳-۵- ساینده‌گی

ساینده‌گی به خاصیتی از سنگ اطلاق می‌شود که قادر است سرمته از جنس فولاد یا الماس را از بین ببرد. ساینده‌گی در سنگ‌ها عموماً به سه عامل کوارتز محتوی، اندازه دانه‌ها و مقاومت برشی سنگ‌ها

بستگی دارد. در این میان میزان سیلیس یا در حالت کلی کوارتز بسیار مورد تأکید است. تشخیص خاصیت ساینده‌گی سنگ‌ها بر اساس وجود سیلیس امکان‌پذیر است. سنگ‌هایی که سیلیس کمتری دارند مثل دولومیت و آهک خاصیت ساینده‌گی کمتری دارند و سنگ‌هایی که سیلیس بیشتری دارند مثل ماسه سنگ سیلیسی خاصیت ساینده‌گی بیشتری دارند.

به هر میزان که شدت عواملی مانند مقاومت فشاری، سختی و ساینده‌گی سنگ بیشتر باشد، بایستی از سرمته‌های قوی‌تری برای حفاری آن منطقه استفاده کرد. میزان هر یک از این سه عامل مطرح شده اگر زیاد شود، بایستی سرعت دوران سرمته را کاهش داد تا از سایش سریع و شکستن سرمته جلوگیری کرد. تخلخل زیاد سنگ باعث کاهش مقاومت سنگ در مقابل سرمته‌ها می‌شود و حفاری آن راحت‌تر انجام می‌شود.

در کنار این پارامترهای ژئومکانیکی، چند پارامتر دیگر وجود دارد که اگر چه در گروه پارامترهای ژئومکانیکی قرار ندارند اما در اکثر عملیات حفاری نقش مهم و تأثیرگذاری داشته و بایستی این عوامل را مد نظر قرار داد. از جمله‌ی این عوامل می‌توان به وجود آب در محیط و همچنین عمقی که عملیات حفاری در آن انجام می‌شود، اشاره کرد. با افزایش عمق، درجه حرارت محیط افزایش می‌یابد و بایستی سرمته‌ای که در این عمق به کار گرفته می‌شود، توانایی تحمل این دما را داشته باشد. با افزایش عمق حفاری، علاوه بر افزایش دما، شدت تنش‌ها نیز افزایش می‌یابد که نیازمند سرمته‌ای است که این فشار وارد شده را تحمل کند.

براساس قوانین عمومی، سرمته‌های دندان بلند برای حفاری سازندهای نرم و سرمته‌های دندان کوتاه برای سازندهای سخت مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سازندهای بسیار سخت مانند چرت که میزان سرعت حفاری سرمته‌های دندانه‌ای کم است و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد نباید از سرمته‌های PDC استفاده کرد زیرا قطعات برشی PDC به سرعت شکسته می‌شوند و سرمته از بین می‌رود و باید این لایه‌ها توسط سرمته‌های دکمه‌ای دندانه کوتاه حفاری شود.

۳-۴- طبقه‌بندی سازندها

خواص سازندی اگر چه غیر قابل تغییر است ولی نقش اساسی در سرعت حفاری ایفا می‌کند، با شناخت صحیح خواص سازند قبل از حفاری، می‌توان یک برنامه مناسب و صحیح برای حفر چاه طراحی کرد. با تعیین خواص سازند، می‌توان سازندها را به چهار گروه: طبقات نرم، طبقات نرم متوسط، طبقات سخت متوسط و طبقات سخت طبقه‌بندی کرد (www.Prozhe.com):

۳-۴-۱- طبقات نرم

معمولاً این لایه‌ها، لایه‌های سطحی هستند. خیلی نرم و نامستحکم، دارای مقاومت فشاری خیلی کم و از خواص دیگر این لایه، نرم و چسبناک بودن آن است که از مشکلات مهم حفاری در این قسمت است. این لایه‌ها شامل انواع خاک رس، شیل‌ها و انواع مارن می‌باشد. نکته مهمی که بایستی در این لایه‌ها هنگام حفاری توجه کرد تمیز کردن چاه است.

در این طبقات چون لایه‌ها سست و ناپایدار هستند، وزن روی سرمته کم، چرخش زیاد و آب‌دهی پمپ نیز حداکثر است تا از فرورفتن سرمته درون لایه‌های نرم و چسبناک جلوگیری شود و همچنین آب‌دهی زیاد پمپ فرایند تمیز کردن چاه را انجام دهد. انباشته شدن گل و لای نرم و چسبناک در اطراف دندانه‌ها، به طوری که دیگر سرمته کارایی نخواهد داشت و باعث گیر کردن سرمته می‌شود، از مشکلات این لایه است.

با توجه به شناخت و مکانیزم طبقات نرم می‌توان سرمته مناسب این طبقات را طراحی و مورد استفاده قرار داد. سرمته این نوع طبقات باید این چنین مشخصاتی داشته باشد: چون طبقات نرم چسبناک است لازم است دندانه‌ها بلند و با فاصله از یکدیگر قرار گرفته باشند تا اولاً در لایه‌های چسبناک محو نشوند و ثانیاً این فاصله به اندازه کافی باشد، تا سیال حفاری بین آن‌ها برقرار بوده و آن محدوده را تمیز کند. کاج‌ها باید به صورت مایل باشند تا عمل خراش دادن سنگ را انجام دهند.

سازند آغاچاری و تقریباً میشان را می‌توان در گروه طبقات نرم و نامستحکم قرار داد.

۳-۴-۲- طبقات نرم متوسط

جنس این طبقات مانند طبقات نوع اول است با این تفاوت که معمولاً رگه‌هایی سخت، در لایه‌های مارنی و آهکی دیده می‌شود. در ناحیه بالای چاه در قسمت آجاجاری هر چه به عمق رفته شود، لایه‌ها مقداری به سختی گرایش پیدا می‌کنند (مثلاً در قسمت‌های میشان و بالای گچساران، قسمت نرم متوسط دیده می‌شود)، بنابراین سرمت‌ها همان کیفیت سرمت‌های سازند نرم را دارا بوده، با این تفاوت که ارتفاع دندان‌ها کمتر، فاصله‌ها نزدیک‌تر و درجه برون مرکزی نیز کمتر است. جنس این طبقات معمولاً مارن، شیل و مقدار کمی سنگ آهک است.

۳-۴-۳- طبقات سخت متوسط

این نوع سازند شامل سنگ آهک، دولومیت‌ها، ماسه سنگ و شیل‌های سخت است. در این طبقات به علت سخت بودن از سرمت دندان فولادی کمتر استفاده می‌شود و بیشتر سرمت‌های دکمه‌ای الماس استفاده می‌شود. در طراحی این‌گونه سرمت، سعی شده با کم کردن زاویه بین دندان‌ها^۱ و استفاده‌ی زیاد از دندان‌ها یا دکمه‌های کوچک و نزدیک به هم، عمل نفوذ در سنگ انجام شود. سعی می‌شود وزن روی سرمت زیاد و چرخش کم باشد. قسمت‌هایی از سازند گچساران و آسماری به صورت سخت متوسط هستند که در سازند گچساران بیشتر سرمت الماس استفاده می‌شود. در چند سال اخیر سرمت‌های PDC به‌صورت فراوان از چندین شرکت در سازند گچساران مورد استفاده قرار گرفته است.

۳-۴-۴- طبقات سخت

لایه‌های تشکیل دهنده، بیشتر سنگ‌های آهکی سخت، دولومیت‌های سخت و شیل‌های سخت می‌باشد. اکثر سرمت‌هایی که برای این سازند انتخاب می‌شود از سرمت‌های دکمه‌ای است و یا ممکن است از سرمت‌های الماس استفاده شود. دندان‌ها ریز و نزدیک به هم و فاقد زاویه می‌باشد. بدنه

1- Offset Angle

سرمته قوی و بسیار مقاوم و قسمت‌های مختلف سرمته از تنگستن کاربید پوشش داده شده است. معمولاً در این نوع سازند وزن زیاد و چرخش کم اعمال می‌شود. برای تقویت دندانه‌ها، ممکن است در بعضی از سرمته‌ها قسمت‌های برنده آن کربن‌دهی شود. سرمته‌های دکمه‌ای که در سازند آسماری و بنگستان به کار می‌رود دارای چنین خصوصیتی می‌باشند و عمر طولانی نیز دارند.

۳-۵- جمع‌بندی

هدف این پایان‌نامه، انتخاب سرمته بر اساس نوع سازند است، در این فصل پارامترهای سازند، مورد بحث قرار گرفت. پارامترهایی مانند مقاومت فشاری، تخلخل، سختی و ساینده‌گی که ویژگی‌های سازند توسط این پارامترها بیان می‌شود، به همراه اثر هر یک از این عوامل در عملیات حفاری تشریح شد. ویژگی‌های سازند توسط پارامترهایی که بیان شد، تعیین می‌شود. پس از مشخص شدن تأثیر هر یک از این پارامترها در یک سازند، می‌توان سازند را با توجه به این پارامترها به چهار گروه: طبقات نرم، طبقات نرم متوسط، طبقات سخت متوسط و طبقات سخت طبقه‌بندی کرد.

فصل چهارم

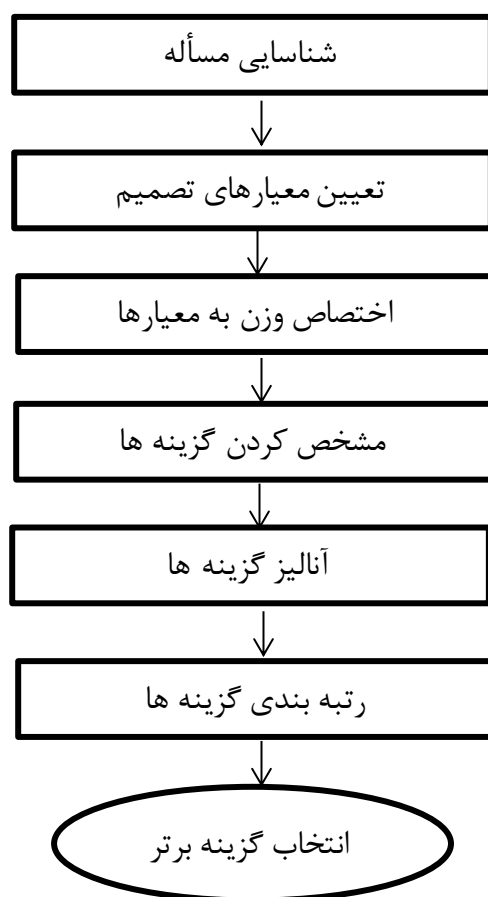
کلیاتی در مورد روش‌های تصمیم‌گیری

۴-۱- مقدمه

تصمیم‌گیری از شروع حیات انسان همواره به عنوان یک موضوع اساسی مطرح بوده است. اگرچه در آغاز، بیشتر تصمیم‌ها ساده و فردی بوده، اما در گذر زمان زندگی انسان ابعاد تازه‌تری به خود گرفته است. از این‌رو تصمیم‌های پیچیده و کلان‌تری را سبب شده است. فرایند تصمیم‌گیری با بروز مشکل و یا اختلاف بین وضعیت جاری و وضعیت مطلوب امور شروع می‌شود. در قدم بعدی معیارهای تصمیم‌شناسایی می‌شوند و از آن‌جا که معیارها دارای اهمیت متفاوت در تصمیم‌گیری می‌باشند، این معیارها وزن‌دهی می‌شوند. در قدم بعد، گزینه‌ها بر اساس معیارهای تصمیم تجزیه و تحلیل می‌شوند. در تصمیم‌گیری کلاسیک سعی می‌شود که تأثیر عوامل مختلف در تصمیم‌گیری با استفاده از مفاهیم ریاضی محاسبه شود. از طرف دیگر همیشه در دنیای واقعی، عدم قطعیت وجود داشته و شرایط نامطمئن، همواره در مراحل مختلف مطالعه و بررسی یک مسأله وجود دارد. بنابراین در بسیاری از موارد، تمام و یا قسمتی از حل یک مسأله، بایستی به روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی انجام شود.

۴-۲- مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره

مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره گستردگی و تنوع بسیاری دارند و برای انجام آن‌ها روش‌های زیادی تاکنون ارائه شده است. اصول کلی همه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به‌ترتیبی است که در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱- اصول روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (جعفری مقدم، ۱۳۸۸)

تصمیم‌گیری چند معیاره به دو دسته کلی مدل‌های چند هدفه^۱ (MODM) و مدل‌های چند شاخصه^۲ (MADM) تقسیم می‌شوند.

1-Multiple Objective Decision Making (MODM)

2-Multiple Attribute Decision Making (MADM)

۴-۲-۱- مسائل تصمیم‌گیری چند هدفه

مسائل تصمیم‌گیری چند هدفه شامل مجموعه‌ای از هدف‌ها می‌شود که هم زمان نمی‌توان به تمامی آن‌ها دست یافت. این روش کاملاً بر فضای عملی تصمیم متمرکز است و با روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی حل می‌شوند. جواب مورد انتظار در روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه حل ایده‌آلی است که تمامی توابع هدف را هم زمان بهینه سازد. به طور کلی مسائلی که در آن‌ها هدف، بهینه کردن چندین تابع هدف است، در گروه مسائل چند هدفه قرار داده می‌شوند. پروژه‌هایی مانند برنامه‌ریزی تولید، که هدف بیشینه کردن سود، کاهش هزینه و ضایعات و همچنین رضایت‌مندی کارکنان است، به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه تحلیل می‌شوند (صفری، ۱۳۸۸).

۴-۲-۲- مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه

مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه با مسائل انتخاب یک گزینه از مجموعه گزینه‌هایی که به وسیله معیارها سنجیده می‌شوند، سروکار دارند. تصمیم‌گیری چند شاخصه یک رویکرد کیفی است و نیازمند اطلاعاتی در زمینه اولویت‌بندی بین معیارها و اولویت‌بندی گزینه‌های موجود است. تصمیم‌گیرنده ممکن است، رتبه‌بندی در مورد گزینه‌ها را با وزندهی یا میزان اهمیت نسبی آن‌ها بیان کند. هدف تصمیم‌گیری چند شاخصه بیان گزینه بهینه‌ای است که بالاترین درجه ارضای معیارها را داشته باشد و در نهایت رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام شود. حل مسائلی مانند مکان‌یابی کارخانه، خرید مسکن، انتخاب شغل، انتخاب پیمان‌کار و ... با استفاده از حل روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه تحلیل می‌شوند. در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه، معیارها هم به صورت کمی و هم به صورت کیفی بیان می‌شوند. در این‌گونه مسائل هر گزینه با چند مشخصه ارزیابی می‌شود و انتخاب گزینه از طریق تعیین سطح مورد نظر برای معیارها و یا از طریق مقایسه‌های زوجی معیارها و گزینه‌ها صورت می‌گیرد. یک مسأله تصمیم‌گیری چند شاخصه را می‌توان در یک ماتریس خلاصه کرد، که ستون‌ها نشان دهنده معیارهای مورد توجه در مسأله مورد نظر و سطرها شامل لیست گزینه‌هایی هستند که می‌خواهیم آن‌ها را

مقایسه کنیم (عطایی، ۱۳۸۸). برای حل این نوع مسائل از روش‌هایی مانند روش شباهت به گزینه ایده‌آل و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱ استفاده می‌شود. چون در این تحقیق، از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی استفاده شده است، در ادامه ابتدا روش تحلیل سلسله مراتبی و سپس روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی (FDAHP)^۲ شرح داده شده است.

۳-۴- فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش تحلیل سلسله مراتبی توسط فردی عراقی‌الاصل به نام ساعتی^۳ در دهه‌ی ۱۹۷۰ پیشنهاد شد. این روش مانند آنچه که در مغز انسان انجام می‌شود به تجزیه و تحلیل مسائل می‌پردازد. این روش تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا اثرات متقابل و هم‌زمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تعیین کنند. در این روش اولویت‌ها بر اساس اهداف، دانش و تجربه تصمیم‌گیرندگان تنظیم می‌شود. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. مهم‌ترین قابلیت روش تحلیل سلسله مراتبی، در تبدیل ساختار سلسله مراتبی یک مسأله پیچیده چند شاخصه به ساختار بسط داده شده برای درک بهتر تصمیم‌گیرنده از مسأله تصمیم‌گیری می‌باشد. این روش برای مشخص کردن اهمیت نسبی معیارها یا گزینه‌ها بر مقایسه زوجی (دوتایی) عناصر تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن معیارها یا گزینه‌ها استوار است. اصول فرایند سلسله مراتبی به صورت زیر بیان شده‌اند (عطایی، ۱۳۸۸):

۱- شرط معکوسی- اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B به عنصر A برابر با $1/n$ خواهد بود.

۲- اصل همگنی- عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

1-Analytical Hierarchy Process

2 -Fuzzy Delphi Analytical Hierarchy Process

3-Thomas L.Saaty

۳- وابستگی- هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

۴- انتظارات- هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ داد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام شود. برای حل مسائل AHP مراحل زیر بایستی انجام شود.

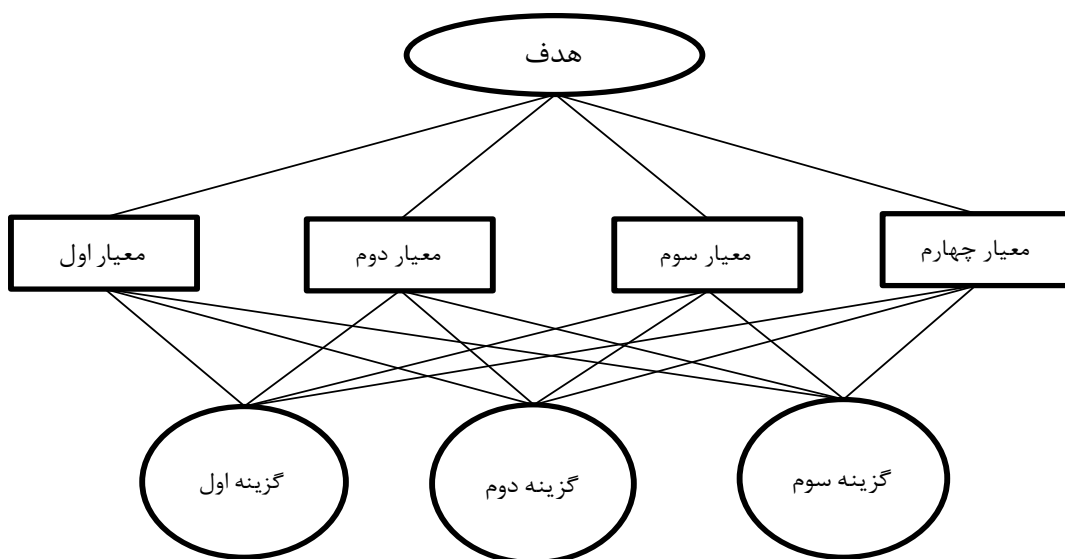
الف) ترسیم درخت سلسله مراتبی

ب) محاسبه وزن

ج) سازگاری سیستم

۴-۳-۱- ساختن نمودار سلسله مراتبی

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ساختن سلسله مراتب مسأله است که به ترتیب در آن هدف، معیارها (و در صورت وجود زیر معیارها) و گزینه‌ها نشان داده می‌شود. نمودار سلسله مراتبی تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. برای این منظور ایجاد یک نمایش گرافیکی از یک مسأله که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند ضروری است. در شکل ۲-۴ ساختمان سلسله مراتبی ساده نشان داده شده است.



شکل ۲-۴- ساختمان سلسله مراتبی ساده

۴-۳-۲- محاسبه وزن

محاسبه وزن در دو مرحله انجام می‌شود. ابتدا وزن نسبی محاسبه شده و پس از آن وزن نهایی به دست می‌آید. برای محاسبه وزن نسبی، نسبت به هر کدام از معیارها، برتری و اهمیت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر محاسبه می‌شود. همچنین با توجه به هدف، اهمیت معیارها نیز، نسبت به یکدیگر محاسبه می‌شود. برای محاسبه وزن پارامترها و گزینه‌ها از مقایسات زوجی استفاده می‌شود و تمام عناصر هر طبقه از درخت تصمیم، دو به دو با یکدیگر و با توجه به عنصر طبقه بالاتر از خود مقایسه می‌شوند (پارامترها دو به دو با یکدیگر و بر اساس هدف و گزینه‌ها دو به دو با یکدیگر بر اساس طبقه بالاتر از خود، یعنی هر یک از معیارها، مقایسه می‌شوند). این مقایسه با استفاده از جدول ۴-۱ انجام می‌شود.

جدول ۴-۱ اعداد تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی برای مقایسه زوجی عناصر

مقایسه نسبی شاخص‌ها	اهمیت خیلی زیاد	اهمیت زیاد	اهمیت متوسط	اهمیت کم	اهمیت یکسان	ترجیحات بین فواصل
امتیاز عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۲،۴،۶،۸

برای محاسبه وزن نسبی و تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس‌های مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌شود:

مجموع اعداد هر ستون از ماتریس مقایسات زوجی را محاسبه کرده، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌کنیم. ماتریس جدیدی که بدین صورت به دست می‌آید، (ماتریس مقایسات نرمال شده) نامیده می‌شود. میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال شده محاسبه می‌شود. پس از محاسبه وزن نسبی، نوبت به محاسبه وزن نهایی می‌رسد. در این مرحله بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن به دست آید. وزن نهایی با استفاده از رابطه ۴-۱ محاسبه می‌شود.

$$\text{وزن نهایی } i \in \forall \quad (1-4) \quad \text{وزن گزینه} \times \text{وزن معیار} = \sum_{j=1}^n \text{وزن نهایی هر گزینه}$$

۴-۳-۳- سازگاری سیستم

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها، نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌کند. نرخ ناسازگاری معیاری است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد (عطایی، ۱۳۹۴).

اگر ارزش ترجیحی عنصر A نسبت به عنصر B، 2 و B نسبت به C نیز 2 باشد آن گاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی 4 را داشته باشد. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتی که تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از $0/10$ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر این صورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود. برای این که ماتریس سازگار باشد، بایستی دو رابطه زیر هم زمان با یکدیگر برقرار شوند. a_{ij} میزان اهمیت گزینه i را بر گزینه j نشان می‌دهد. و w_i نشان دهنده‌ی وزن گزینه i است.

$$w_i = a_{ij} \times w_j \quad (2-4)$$

$$a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij} \quad (3-4)$$

اگرچه روش AHP دانش کارشناسان را تسخیر کرده است ولی AHP قادر نیست به خوبی تفکر بشر را بازتاب دهد. روش AHP در استفاده دقیق مقدار، برای بیان کردن نظر تصمیم‌گیرنده‌ها در گزینه‌های مقایسه‌ای دارای نقص است. همچنین روش AHP به علت مقیاس نامتوازن^۱ در قضاوت‌ها و عدم قطعیت و نادقیق بودن مقایسه‌های زوجی مورد نکوهش کارشناسان این حوزه قرار گرفته است. تصمیم‌گیرندگان اغلب در قضاوت‌هایشان ارائه یک بازه را نسبت به یک عدد ثابت ترجیح می‌دهند زیرا

1- Unbalanced Scale

آن‌ها به علت طبیعت فازی مقایسه‌های زوجی قادر نیستند به صراحت نظرشان را در مورد برتری‌ها اعلام کنند (عطایی، ۱۳۹۴).

برای غلبه بر همه این نقایص، AHP فازی دلفی (FDAHP) گسترش پیدا کرد.

۴-۴- روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی (FDAHP)

روش دلفی فازی در سال ۱۹۸۸ توسط کوفمان^۱ و گوپتا^۲ ارائه شده است. در روش دلفی، پیش‌بینی‌ها توسط افراد خبره در قالب اعداد قطعی بیان می‌شوند، در حالی که استفاده از اعداد قطعی برای پیش‌بینی‌های بلند مدت، نتیجه‌ی پیش‌بینی را از واقعیت دور می‌سازد. از طرفی افراد خبره از توانایی‌های ذهنی خود برای پیش‌بینی استفاده می‌کنند و این نشان می‌دهد که عدم قطعیت حاکم بر این شرایط از نوع امکانی است و نه احتمالی. امکانی بودن عدم قطعیت، با مجموعه‌های فازی سازگاری دارد و بهتر است با استفاده از اعداد فازی، به تصمیم‌گیری اقدام کرد. در روش دلفی فازی معمولاً کارشناسان نظر خود را در قالب حداقل مقدار، ممکن‌ترین مقدار و حداکثر مقدار (اعداد فازی مثلثی) ارائه می‌دهند (عطایی، ۱۳۹۴).

در ادامه روند حل مسأله با استفاده از روش FDAHP تشریح شده است (عطایی، ۱۳۹۴):

۴-۴-۱- نظرسنجی از متخصصان

در این مرحله ابتدا از متخصصان مختلف در مورد پارامترهای مؤثر بر یک تصمیم به صورت کمی یا کیفی نظرسنجی به عمل می‌آید.

۴-۴-۲- محاسبه اعداد فازی

برای محاسبه اعداد فازی نظرات متخصصان به طور مستقیم مد نظر قرار می‌گیرد. در این مرحله می‌توان از توابع عضویت مثلثی یا دوزنقه‌ای استفاده کرد. با توجه به کاربرد زیاد و آسان محاسبه روش

1- Kaufman
2- Gupta

مثلی، از این تابع استفاده می‌شود. اگر کمیته تصمیم‌گیرنده دارای چندین تصمیم‌گیرنده باشد (k تصمیم‌گیرنده)، درایه‌های ماتریس مقایسه زوجی جامع که در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به کار می‌رود، یک عدد فازی مثلی است که مؤلفه‌ی اول آن حداقل نظرسنجی‌ها (α_{ij})، مؤلفه‌ی دوم آن میانگین هندسی نظرسنجی‌ها (δ_{ij}) و مؤلفه‌ی سوم آن حداکثر نظرسنجی‌ها (γ_{ij}) می‌باشد. همچنین β_{ijk} نشان‌دهنده اهمیت نسبی پارامتر i بر پارامتر j از دیدگاه کارشناس k است.

یک عدد فازی به صورت روابط زیر تعریف می‌شود.

$$\alpha_{ij} = \text{Min}(\beta_{ijk}), \quad k=1, \dots, n \quad (4-4)$$

$$\delta_{ij} = (\prod_{k=1}^n \beta_{ijk})^{1/n}, \quad k=1, \dots, n \quad (5-4)$$

$$\gamma_{ij} = \text{Max}(\beta_{ijk}), \quad k=1, \dots, n \quad (6-4)$$

معمولاً عدد فازی مثلی را به صورت سه تایی ($\alpha_{ij}, \delta_{ij}, \gamma_{ij}$) نشان می‌دهند.

۴-۴-۳- تشکیل ماتریس معکوس فازی

در این مرحله با توجه به اعداد فازی به دست آمده در مرحله قبل، ماتریس مقایسه زوجی فازی \tilde{A} بین پارامترهای مختلف به ترتیب زیر خواهد بود:

$$(\tilde{A}) = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{12} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

۴-۴-۴- محاسبه وزن فازی نسبی پارامترها

وزن نسبی هر کدام از پارامترها از روابط زیر محاسبه می‌شود (عطایی، ۱۳۹۴):

$$\tilde{Z} = [\tilde{a}_{1j} * \dots * \tilde{a}_{1j}] \quad (7-4)$$

$$\tilde{Z}_i = \tilde{Z}^{1/n} \quad (8-4)$$

$$\tilde{W}_i = \tilde{Z}_i * (\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1} \quad (9-4)$$

بردار سطری \bar{W}_i نشان دهنده وزن پارامتر i ام می‌باشد.

۴-۴-۵- غیر فازی کردن وزن پارامترها

به منظور غیر فازی کردن وزن پارامترها، طبق رابطه ۴-۱۰ میانگین هندسی مؤلفه‌های عدد فازی وزن پارامترها به دست می‌آید و بدین ترتیب وزن پارامترها به صورت یک عدد قطعی بیان می‌شود:

$$W_i = (\prod_{j=1}^3 w_{ij})^{1/3} \quad (4-10)$$

۴-۵- جمع بندی

در این فصل به تشریح روش‌های تصمیم‌گیری پرداخته و روش AHP و FDAHP تشریح شد. و روابطی که توسط آن‌ها روش اجرا می‌شود در این فصل بیان شد. هدف از این فصل آشنایی مقدماتی با روش‌های تصمیم‌گیری و ایجاد پیش زمینه‌ای برای ارائه فصل بعدی که اساس این پژوهش می‌باشد و مقایسات زوجی بین معیارها و گزینه‌ها، برای الویت‌بندی پارامترها و سرمته‌های حفاری انجام می‌شود، است.

فصل پنجم

انتخاب سرمته مناسب به روش FDAHP

۵-۱- مقدمه

در این فصل انتخاب سرمرته مناسب برای حفاری در میدان نفتی مارون با استفاده از روش فازی دلفی انجام گرفته است. برای انجام تحقیق، در ابتدا سرمرته‌هایی که در حفاری چاه‌های نفت به کار گرفته می‌شوند، انتخاب شده و در مرحله بعد پارامترهای ژئومکانیکی تأثیرگذار در عملیات حفاری چاه با بهره‌گیری از دانش و تجربیات، اساتید و کارشناسان و همچنین مطالعات انجام شده در این حوزه مشخص می‌شود. سپس با طراحی پرسش‌نامه‌هایی که بر اساس سرمرته‌های موجود و پارامترهای مؤثر تهیه شده و کارشناسان این پرسش‌نامه‌ها را تکمیل کرده‌اند، حل مسأله آغاز می‌شود. پس از این که پرسش‌نامه‌ها توسط کارشناسان تکمیل شد، با استفاده از روش FDAHP، سرمرته مناسب مشخص شده است. با رتبه‌بندی پارامترها، پارامترهایی که تأثیر بیشتری بر عملیات حفاری دارند شناسایی شده تا بر روی آن‌ها تمرکز و مطالعه بیشتری انجام شود. و در پایان حل مسأله، گزینه‌ها نیز رتبه‌بندی می‌شوند.

۵-۲- پارامترها و گزینه‌های مؤثر در حفاری

پارامترهای زیادی بر عملیات حفاری چاه تأثیرگذارند، اما از آنجا که هدف پروژه رتبه‌بندی سرمرته‌ها براساس پارامترهای ژئومکانیکی است، فقط پارامترهای ژئومکانیکی مد نظر قرار گرفته است. به دلیل

این که پارامترهای ماشین در اختیار اپراتور بوده و می‌تواند در هر لحظه آن‌ها را تغییر دهد، اما پارامترهایی که مربوط به سازند مورد حفاری می‌باشند به هیچ وجه قابل تغییر توسط انسان نمی‌باشد و فقط می‌توان با شناسایی صحیح و کامل آن‌ها، رفتارشان را زیر نظر داشته و تا حدودی آن‌ها را کنترل کرد و در صورت تغییر در این پارامترها، با تغییر دادن پارامترهای قابل کنترل (پارامترهای انسانی و ماشین)، بر شرایط ایجاد شده غلبه کرد. پارامترهایی که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند عبارتند از: مقاومت فشاری تک محوره، کانی‌های ساینده، بافت و ابعاد دانه‌ها، عمق لایه مورد حفاری، وجود آب، وجود گسل، وضعیت تنش‌ها، خاصیت الاستیسیته، تخلخل و تراوایی سنگ، چسبندگی سنگ، سختی سنگ و وضعیت بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها.

سرمت‌هایی که در نظرسنجی از آن‌ها استفاده شده است، علاوه بر این که به دو طیف اصلی، کاجی و PDC، تقسیم‌بندی شده‌اند، هر یک از این دو دسته نیز، به انواع مدل‌های خود تفکیک شده‌اند. هر یک از این سرمت‌ها توسط کارخانه‌های متفاوتی ساخته می‌شوند و از نظر آلیاژ استفاده شده در ساخت این سرمت‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. علاوه بر نوع آلیاژ، در نحوه قرار گرفتن قطعات برشی بر روی سرمت‌ها، اندازه، شکل و تعداد این قطعات برشی نیز با یکدیگر تفاوت دارند.

در ادامه چگونگی پیاده سازی مسأله انتخاب سرمت مناسب، از بین سرمت‌های مختلف موجود در ایران با استفاده از روش FDAHP تشریح شده است.

۵-۳- پیاده‌سازی مسأله تصمیم‌گیری

روش فازی دلفی بر مبنای تجربیات و نظر متخصصان یک علم استوار است. بنابراین نتایج به دست آمده از این روش می‌تواند یک چراغ راه برای ارزیابی اهمیت پارامترهای مؤثر بر یک پدیده و مفهوم باشد. با توجه به این که امکان فرموله کردن مسأله در این روش وجود دارد، می‌توان معیارهای مختلف کمی و کیفی را مد نظر قرار داد.

۵-۳-۱- ساختن درخت تصمیم‌گیری

قدم اول در فرایند سلسله مراتبی فازی ترسیم درخت تصمیم‌گیری است. به سبب راحتی کار، تا پایان این فصل، هرکدام از پارامترها با نماد اختصاری که در زیر آمده است، نشان داده خواهد شد.

C ₁ : مقاومت فشاری تک محوره	C ₅ : وجود آب	C ₉ : تخلخل و تراوایی سنگ
C ₂ : کانی‌های ساینده	C ₆ : گسل	C ₁₀ : چسبندگی سازند
C ₃ : بافت و ابعاد دانه‌ها	C ₇ : وضعیت تنش‌ها	C ₁₁ : سختی
C ₄ : عمق لایه	C ₈ : خاصیت الاستیسیته	C ₁₂ : بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها

همچنین تا پایان فصل برای نشان دادن گزینه‌ها از حروف اختصاری استفاده می‌شود. سرمته‌های

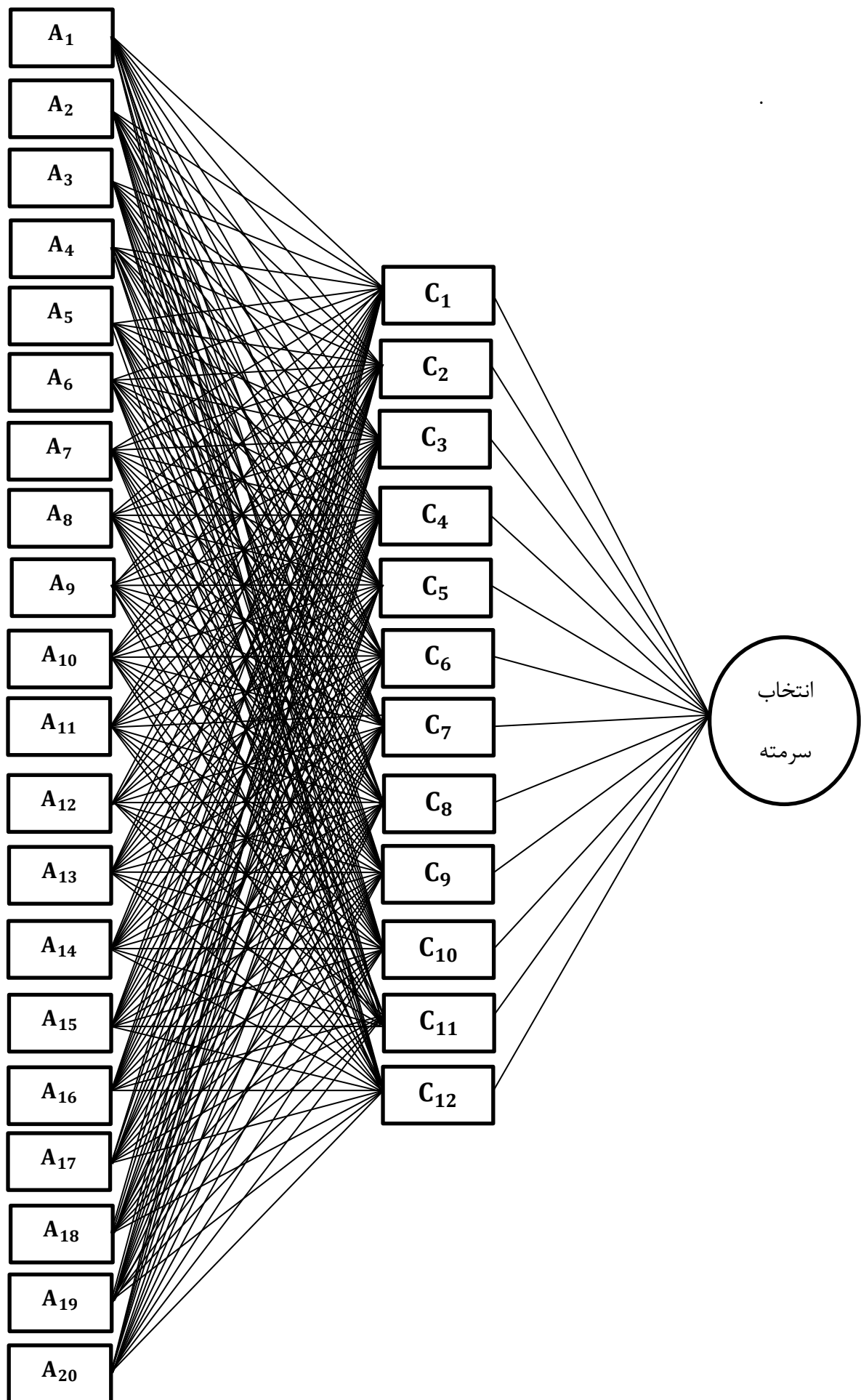
کاجی با حروف زیر نشان داده خواهند شد:

SVH :A ₉	ATJ22 :A ₅	HA517 :A ₁
MX03 :A ₁₀	GTGX3 :A ₆	S3SJ :A ₂
L111 :A ₁₁	GT20 :A ₇	F2 :A ₃
R1 :A ₁₂	OSC3A :A ₈	SDS :A ₄

برای نمایش سرمته‌های PDC از حروف زیر استفاده شده است:

G445XL :A ₁₉	M62P :A ₁₆	STR445XL :A ₁₃
HC606 :A ₂₀	BW461 :A ₁₇	DS47HS :A ₁₄
	FM2841 :A ₁₈	M36PX :A ₁₅

شکل ۵-۱ ساختار سلسله مراتبی مربوط به انتخاب سرمته مناسب را نشان می‌دهد



شکل ۵-۱- ساختار سلسله مراتبی مربوط به انتخاب سرمته

۵-۳-۲- تعریف مقیاس اعداد فازی

به منظور تشکیل ماتریس مقایسه زوجی از اعدادی مطابق جدول ۵-۱ استفاده شده است.

جدول ۵-۱- اعداد تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

مقایسه نسبی شاخص‌ها (قضاوت شفاهی)	اهمیت مطلق (خیلی زیاد)	اهمیت خیلی قوی (زیاد)	اهمیت قوی (متوسط)	اهمیت کم	اهمیت یکسان	ترجیحات بین فواصل
امتیاز عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۲،۴،۶،۸

۵-۴- امتیاز کارشناسان به معیارهای تصمیم‌گیری

بر اساس پرسش‌نامه‌های طراحی شده که در پیوست نیز آمده است، نظرات کارشناسان نسبت به اهمیت معیارها به دست آمده است. دو پرسش‌نامه تهیه شده به این صورت است، که در یکی از آن‌ها، از کارشناسان خواسته شده است که اهمیت نسبی پارامترهای مؤثر در انتخاب سرمته را نسبت به یکدیگر بیان کنند، و در پرسش‌نامه دیگر از آن‌ها درخواست شده است، امتیاز مربوط به هر گزینه (نوع سرمته) را با توجه به هر معیار در سطر مربوط به آن معیار و در ستون گزینه مورد نظر وارد کنند. تا پایان فصل، هرکدام از کارشناسان با نماد اختصاری که در جدول ۵-۵ آمده است، نشان داده شده‌اند:

جدول ۵-۲- معرفی نماد اختصاری هر کارشناس

نماد اختصاری	DM ₁	DM ₂	DM ₃	DM ₄	DM ₅	DM ₆	DM ₇	DM ₈	DM ₉
کارشناس	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم

برای سی و شش متخصص پرسش‌نامه‌ها ارسال شد که نه نفر از آن‌ها، پرسش‌نامه را تکمیل کردند. تیم کارشناسی شامل: مهندسين پژوهشگاه صنعت نفت، اساتید و دانشجویان دانشگاه صنعت نفت آبادان و امیر کبیر تهران و... می‌باشد. این پرسش‌نامه‌ها در جدول ۵-۳ و ۵-۴ نشان داده شده است.

جدول ۵-۳- ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها

ردیف	گزینه معیار	مخروطی (کاجی)																				
		HAS17	S3SJ	F2	sds	ATJ22	GTXG3	GT20	OSC3A	SVH	MX03	L111	R1	STR445X	DS47HS	M36PX	M62P	BW461	FM2841	G445XL	HC606	
۱	مقاومت فشاری																					
۲	کانیهای ساینده																					
۳	بافت و ابعاد دانه ها																					
۴	عمق لایه																					
۵	وجود آب																					
۶	گسل																					
۷	وضعیت تنش‌ها																					
۸	خاصیت الاستیسیته																					
۹	تخلخل و تراوایی سنگ																					
۱۰	چسبندگی سازند																					
۱۱	سختی																					
۱۲	بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها																					

جدول ۵-۴- مقایسه زوجی معیارها با هم نسبت به هدف

مقاومت فشاری	کانپهای ساینده	بافت و ابعاد دانه ها	عمق لایه	وجود آب	گسل	وضعیت تنشها	خاصیت الاستیسیته	تخلخل و تراوایی سنگ	چسبندگی سازند	سختی	بازشدگی و پرشدگی درزهها	
مقاومت فشاری	۱											
کانپهای ساینده		۱										
بافت و ابعاد دانه ها			۱									
عمق لایه				۱								
وجود آب					۱							
گسل						۱						
وضعیت تنشها							۱					
خاصیت الاستیسیته								۱				
تخلخل و تراوایی سنگ									۱			
چسبندگی سازند										۱		
سختی											۱	
بازشدگی و پرشدگی درزهها												۱

در جدول ۵-۵ تا جدول ۵-۱۳ نظر هر یک از کارشناسان در مورد اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر

نشان داده شده است.

جدول ۵-۵- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص اول

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۶	۵	۹	۹	۹	۸	۵	۶	۴	۵	۹
C ₂	۰/۱۶۶	۱	۲	۶	۵	۷	۶	۵	۶	۴	۴	۷
C ₃	۰/۲	۰/۵	۱	۶	۶	۵	۵	۵	۱	۲	۲	۵
C ₄	۰/۱۱۱	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۱	۳	۳	۵	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲	۳
C ₅	۰/۱۱۱	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۳۳۳	۱	۰/۲۵	۱	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۱
C ₆	۰/۱۱۱	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۴	۱	۳	۰/۵	۲	۱	۰/۵	۴
C ₇	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۲	۱	۰/۳۳۳	۱	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲	۱
C ₈	۰/۲	۰/۲	۲	۳	۶	۲	۶	۱	۲	۲	۲	۶
C ₉	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۱	۴	۶	۰/۵	۴	۰/۳۳۳	۱	۱	۰/۵	۶
C ₁₀	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۳	۴	۱	۵	۰/۵	۱	۱	۰/۵	۴
C ₁₁	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵	۵	۸	۲	۵	۰/۵	۲	۲	۱	۹
C ₁₂	۰/۱۱۱	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۱	۰/۲۵	۱	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۱۱۱	۱

جدول ۵-۶- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص دوم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۷	۶	۹	۹	۵	۹	۷	۸	۶	۴	۹
C ₂	۰/۱۴۲	۱	۵	۶	۵	۶	۸	۵	۴	۶	۸	۷
C ₃	۰/۱۶۶	۰/۲	۱	۶	۶	۵	۵	۵	۱	۲	۲	۵
C ₄	۰/۱۱۱	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۱	۵	۲	۴	۱	۱	۲	۳	۶
C ₅	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۵	۱	۱	۰/۲	۰/۲۵	۱	۰/۱۴۲	۰/۲۵	۲
C ₆	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۵	۱	۱	۵	۱	۱	۱	۱	۲
C ₇	۰/۱۱۱	۰/۱۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۵	۰/۲	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۲
C ₈	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۲۵	۱	۴	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۷
C ₉	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۳
C ₁₀	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۵	۷	۱	۳	۱	۰/۵	۱	۲	۵
C ₁₁	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۰/۵	۰/۳۳۳	۴	۱	۳	۱	۱	۰/۵	۱	۹
C ₁₂	۰/۱۱۱	۰/۱۴۲	۰/۲۵	۰/۱۶۶	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۱۴۲	۰/۳۳۳	۰/۲	۰/۱۱۱	۱

جدول ۵-۷- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص سوم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۳	۴	۵	۴	۵	۳	۶	۵	۴	۴	۶
C ₂	۰/۱۴۲	۱	۴	۵	۳	۴	۵	۳	۴	۸	۵	۳
C ₃	۰/۳۳۳	۰/۲۵	۱	۶	۶	۵	۵	۵	۱	۲	۲	۵
C ₄	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۱	۳	۲	۴	۰/۲	۳	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۳۳۳
C ₅	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۲	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳۳
C ₆	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۱	۳	۰/۵	۲	۳	۲	۵
C ₇	۰/۳۳۳	۰/۲	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۵	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۳
C ₈	۰/۱۶۶	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۵	۳	۲	۳	۱	۵	۴	۴	۷
C ₉	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۲	۰/۵	۲	۰/۲	۱	۳	۰/۵	۳
C ₁₀	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۶	۴	۰/۳۳۳	۴	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۴
C ₁₁	۰/۲۵	۰/۲	۰/۵	۵	۴	۰/۵	۳	۰/۲۵	۲	۳	۱	۷
C ₁₂	۰/۱۶۶	۰/۳۳۳	۰/۲	۳	۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۱۴۲	۰/۳۳۳	۰/۲۵	۰/۱۴۲	۱

جدول ۵-۸- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص چهارم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۵	۵	۷	۸	۷	۸	۵	۵	۵	۵	۷
C ₂	۰/۲	۱	۴	۶	۶	۲	۴	۲	۳	۱	۱	۴
C ₃	۰/۲	۰/۲۵	۱	۵	۶	۲	۴	۰/۵	۱	۱	۱	۵
C ₄	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۱	۳	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۱
C ₅	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲	۳
C ₆	۰/۱۴۲	۰/۵	۰/۵	۵	۳	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۲
C ₇	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۴	۱	۱	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲	۱
C ₈	۰/۲	۰/۵	۲	۷	۴	۲	۲	۱	۲	۳	۱	۸
C ₉	۰/۲	۰/۳۳۳	۱	۸	۴	۱	۲	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۲۵	۴
C ₁₀	۰/۲	۱	۱	۷	۴	۳	۴	۰/۳۳۳	۲	۱	۱	۸
C ₁₁	۰/۱۱۱	۱	۲	۴	۲	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۸
C ₁₂	۰/۱۴۲	۰/۲۵	۰/۲	۱	۰/۳۳۳	۰/۵	۱	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۱

جدول ۵-۹- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص پنجم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۶	۶	۶	۶	۸
C ₂	۰/۱۲۵	۱	۶	۶	۵	۵	۶	۲	۱	۱	۱	۷
C ₃	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۱	۷	۷	۶	۷	۱	۱	۱	۲	۶
C ₄	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۴۲	۱	۵	۱	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۲۵	۰/۲	۱
C ₅	۰/۱۲۵	۰/۲	۰/۱۴۲	۰/۲	۱	۱	۱	۰/۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۱۲۵	۱
C ₆	۰/۱۲۵	۰/۲	۰/۱۶۶	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۷
C ₇	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۴۲	۱	۱	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۵
C ₈	۰/۱۶۶	۰/۵	۱	۳	۴	۱	۳	۱	۲	۲	۱	۸
C ₉	۰/۱۶۶	۱	۱	۳	۶	۱	۲	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۲۵	۷
C ₁₀	۰/۱۶۶	۱	۱	۴	۶	۱	۲	۰/۵	۲	۱	۰/۳۳۳	۹
C ₁₁	۰/۵	۰/۵	۳	۵	۶	۳	۴	۱	۵	۵	۱	۹
C ₁₂	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۱	۱	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۱

جدول ۵-۱۰- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص ششم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۷	۷	۸	۸	۸	۸	۴	۴	۴	۲	۵
C ₂	۰/۱۴۲	۱	۸	۵	۳	۴	۴	۵	۴	۳	۲	۴
C ₃	۰/۱۴۲	۰/۱۲۵	۱	۷	۸	۸	۵	۱	۲	۱	۰/۳۳۳	۶
C ₄	۰/۱۲۵	۰/۲	۰/۱۴۲	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳۳	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۲	۱
C ₅	۰/۱۲۵	۰/۳۳۳	۰/۱۲۵	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۱	۰/۱۶۶	۱
C ₆	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۱۲۵	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳۳	۵
C ₇	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۲	۳	۳	۰/۵	۱	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۲۵	۱
C ₈	۰/۲۵	۰/۲	۱	۵	۳	۱	۱	۱	۴	۱	۱	۷
C ₉	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۱	۳	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۰/۲	۸
C ₁₀	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۱	۳	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۰/۲	۸
C ₁₁	۰/۵	۰/۵	۳	۵	۶	۳	۴	۱	۵	۵	۱	۹
C ₁₂	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۶۶	۱	۱	۰/۲	۱	۰/۱۴۲	۰/۵	۰/۱۲۵	۰/۱۱۱	۱

جدول ۵-۱۱- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص هفتم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۵	۴	۱	۸	۱	۱	۷	۸	۸	۸	۵
C ₂	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۶	۱
C ₃	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۸	۷	۵	۶	۱
C ₄	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C ₅	۰/۱۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C ₆	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۷	۱	۱	۷	۶	۱
C ₇	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۱۴۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C ₈	۰/۱۴۲	۱	۰/۱۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	۸	۸	۶	۱
C ₉	۰/۱۲۵	۱	۰/۱۴۲	۱	۱	۱	۱	۰/۱۲۵	۱	۶	۵	۱
C ₁₀	۰/۱۲۵	۱	۰/۲	۱	۱	۰/۱۴۲	۱	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۱	۴	۱
C ₁₁	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۱	۱	۰/۱۶۶	۱	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۲۵	۱	۱
C ₁₂	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۵-۱۲- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص هشتم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
C ₂	۰/۱۱۱	۱	۱	۵	۶	۵	۵	۱	۱	۱	۱	۵
C ₃	۰/۱۱۱	۱	۱	۵	۵	۵	۵	۰/۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۱
C ₄	۰/۱۱۱	۰/۲	۰/۲	۱	۱	۱	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۱
C ₅	۰/۱۱۱	۰/۱۶۶	۰/۲	۱	۱	۲	۲	۱	۰/۵	۱	۰/۵	۱
C ₆	۰/۱۱۱	۰/۲	۰/۲	۱	۰/۵	۱	۵	۱	۱	۱	۱	۳
C ₇	۰/۱۱۱	۰/۲	۰/۲	۴	۰/۵	۰/۲	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳۳	۲
C ₈	۰/۱۱۱	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۵
C ₉	۰/۱۱۱	۱	۳	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۵
C ₁₀	۰/۱۱۱	۱	۳	۴	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۹
C ₁₁	۰/۱۱۱	۱	۲	۴	۲	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۸
C ₁₂	۰/۱۱۱	۰/۲	۱	۱	۱	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۱۱۱	۰/۱۲۵	۱

جدول ۵-۱۳- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات متخصص نهم

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۱	۶	۴	۴	۹	۶	۶	۷	۷	۶	۱	۵
C ₂	۰/۱۶۶	۱	۳	۳	۸	۴	۱	۱	۱	۱	۰/۳	۵
C ₃	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۱	۲	۵	۱	۳	۱	۲	۱	۰/۵	۲
C ₄	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۰/۵	۱	۱	۱	۰/۳۳۳	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۲۵	۰/۱۱۱	۳
C ₅	۰/۱۱۱	۰/۱۲۵	۰/۲	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۱۱۱	۱
C ₆	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۱	۱	۲	۱	۳	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۱۱۱	۱
C ₇	۰/۱۶۶	۱	۰/۳۳۳	۲	۱	۰/۳۳۳	۱	۰/۳	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۴
C ₈	۰/۱۴۲	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۱	۴	۱	۰/۵	۷
C ₉	۰/۱۴۲	۱	۰/۵	۳	۳	۲	۵	۰/۲۵	۱	۱	۰/۵	۵
C ₁₀	۰/۱۶۶	۱	۱	۴	۵	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱
C ₁₁	۱	۳	۲	۹	۹	۹	۵	۲	۲	۱	۱	۹
C ₁₂	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۱	۰/۲۵	۰/۱۴۲	۰/۲	۱	۰/۱۱۱	۱

۵-۵- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی فازی

پس از انجام نظرسنجی و ارزیابی نتایج حاصل از آن، کلیه نتایج برای تشکیل ماتریس مقایسه زوجی پارامترها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در تشکیل این ماتریس از تابع عضویت مثلثی اعداد فازی، که با توجه به روابط ۳-۴، ۴-۴ و ۵-۴ به دست آمده‌اند، استفاده شده است. در جدول ۵-۱۴ ماتریس مقایسه فازی دلفی بین دوازده پارامتر مسأله نشان داده شده است.

جدول ۵-۱۴- ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۱۲ پارامتر نظرسنجی شده

	C _۱			C _۲			C _۳		
C _۱	۱	۱	۱	۳	۵/۹۶۲۵	۹	۴	۵/۵۳۰۲	۹
C _۲	۰/۱۱۱	۰/۱۶۷۷۱	۰/۳۳۳	۱	۱	۱	۱	۳/۰۵۲۹	۸
C _۳	۰/۱۱۱	۰/۱۸۰۸	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۳۲۷۵	۱	۱	۱	۱
C _۴	۰/۱۱۱	۰/۱۷۴۸	۱	۰/۱۶۶۶	۰/۲۳۳۴	۱	۰/۱۴۲۸	۰/۲۳۱۲	۱
C _۵	۰/۱۱۱	۰/۱۲۸۱	۱	۰/۱۲۵	۰/۲۴۴۱	۱	۰/۱۲۵	۰/۳۰۱۶	۱
C _۶	۰/۱۱۱	۰/۱۷۸۴	۱	۰/۱۴۲۸	۰/۲۶۹۲	۱	۰/۱۲۵	۰/۲۹۴۵	۱
C _۷	۰/۱۱۱	۰/۱۷۶۶	۱	۰/۱۲۵	۰/۲۷۳۹	۱	۰/۱۴۲۸	۰/۲۵	۱
C _۸	۰/۱۱۱	۰/۱۶۴۸	۰/۱۲۵	۰/۲	۰/۴۴۳۷	۱	۰/۱۲۵	۰/۳۲۲۷	۲
C _۹	۰/۱۱۱	۰/۱۶۰۰	۰/۱۲۵	۰/۱۶۶۶	۰/۴۵۶۹	۱	۰/۱۴۲۸	۰/۶۵۹۳	۳/۰۳۳
C _{۱۰}	۰/۱۱۱	۰/۱۸۰۲	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۴۹۳۵	۱	۰/۲	۰/۶۳۰۵	۳/۰۳۳
C _{۱۱}	۰/۱۱۱	۰/۲۴۲۴	۱	۰/۱۲۵	۰/۳۸۸۶	۳/۳۳۳۳	۰/۱۶۶۶	۰/۴۶۷۳	۳/۰۳۳
C _{۱۲}	۰/۱۱۱	۰/۱۴۷۳	۰/۲	۰/۱۴۲۸	۰/۲۳۷۷	۱	۰/۱۶۶۶	۰/۲۹۰۶	۱

ادامه ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۱۲ پارامتر نظرسنجی شده

	C _۴			C _۵			C _۶		
C _۱	۱	۵/۷۱۷۷	۹	۴	۷/۸۰۵۰	۹	۱	۵/۶۰۳۰	۹
C _۲	۱	۴/۲۸۳۹	۶	۱	۴/۰۹۵۲	۸	۱	۳/۷۱۳۸	۷
C _۳	۱	۴/۳۲۴۷	۷	۱	۴/۹۵۹۲	۸	۱	۳/۳۹۵۵	۸
C _۴	۱	۱	۱	۱	۲/۰۶۲۳۷	۵	۰/۲	۱/۴۲۶۱	۳
C _۵	۰/۲	۰/۴۸۴۸	۱	۱	۱	۱	۰/۲۵	۱/۳۱۹۵	۲
C _۶	۰/۳۳۳	۰/۷۰۱۲	۵	۰/۵	۰/۷۵۷۸	۴	۱	۱	۱
C _۷	۰/۲	۰/۴۱۶۲	۴	۰/۵	۰/۸۲۰۳	۵	۰/۱۴۲۸	۰/۳۲۰۰	۱
C _۸	۱	۲/۹۳۵۱	۷	۱	۲/۴۲۴۸	۶	۱	۱/۴۴۰۲	۳/۳۳
C _۹	۰/۳۳۳	۰/۶۹۳۳	۴	۱	۲/۵۰۳۱	۶	۰/۵	۰/۸۴۰۹	۲
C _{۱۰}	۰/۵	۰/۷۰۷۱	۷	۱	۲/۸۷۹۳	۶	۰/۱۴۲۸	۰/۶۰۲۰	۳/۰۳۳
C _{۱۱}	۰/۳۳۳	۰/۵۷۷۳	۹	۱	۴/۳۴۹۷	۹	۰/۱۶۶۶	۰/۶۰۷۴	۱
C _{۱۲}	۰/۱۶۶۶	۰/۶۰۷۳	۳/۰۳۳	۰/۳۳۳	۰/۷۹۹۳	۳/۰۳۳	۰/۱۴۲۸	۰/۳۶۶۴	۱

ادامه ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۱۲ پارامتر نظرسنجی شده

	C ₇			C ₈			C ₉		
C ₁	۱	۵/۶۶۱۱	۹	۴	۶/۰۶۵۵	۹	۴	۶/۲۴۸۲	۹
C _۲	۱	۳/۶۵۰۷	۸	۱	۲/۲۵۳۷	۵	۱	۲/۱۸۸۵	۶
C _۳	۱	۴/۰۰۰	۷	۰/۵	۲/۶۸۲۷	۸	۰/۳۳	۱/۵۱۶۶	۷
C _۴	۰/۲۵	۲/۴۰۲۲	۵	۰/۱۴۲	۰/۳۴۰۷	۱	۰/۲۵	۱/۴۴۲۲	۳
C _۵	۰/۲	۱/۲۱۹۰	۲	۰/۱۶۶	۰/۴۱۲۴	۱	۰/۱۶۶	۰/۳۹۹۵	۱
C _۶	۱	۳/۱۲۴۱	۷	۰/۳	۰/۶۹۴۳	۱	۰/۵	۱/۱۸۹۲	۲
C _۷	۱	۱	۱	۰/۱۶۶	۰/۴۴۴۹	۱	۰/۲	۰/۴۵۱۶	۱
C _۸	۱	۲/۲۴۷۶	۶	۱	۱	۱	۱	۲/۷۰۲۱	۸
C _۹	۱	۲/۲۱۴۳	۵	۰/۱۲۵	۰/۳۷۰۰	۱	۱	۱	۱
C _{۱۰}	۱	۲/۵۰۲۵	۵	۰/۱۲۵	۰/۵۱۶۲	۱	۰/۱۶۶۶	۰/۵۹۹۳	۲
C _{۱۱}	۰/۱۶۶۶	۳/۴۴۲۳	۵	۰/۱۶۶۶	۰/۶۱۶۴	۲	۰/۲	۰/۵۸۴۸	۵
C _{۱۲}	۰/۲	۰/۵۴۳۹	۱	۰/۱۲۵	۰/۱۸۱۷	۱	۰/۱۴۲۸	۰/۲۸۷۰	۱

ادامه ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۱۲ پارامتر نظرسنجی شده

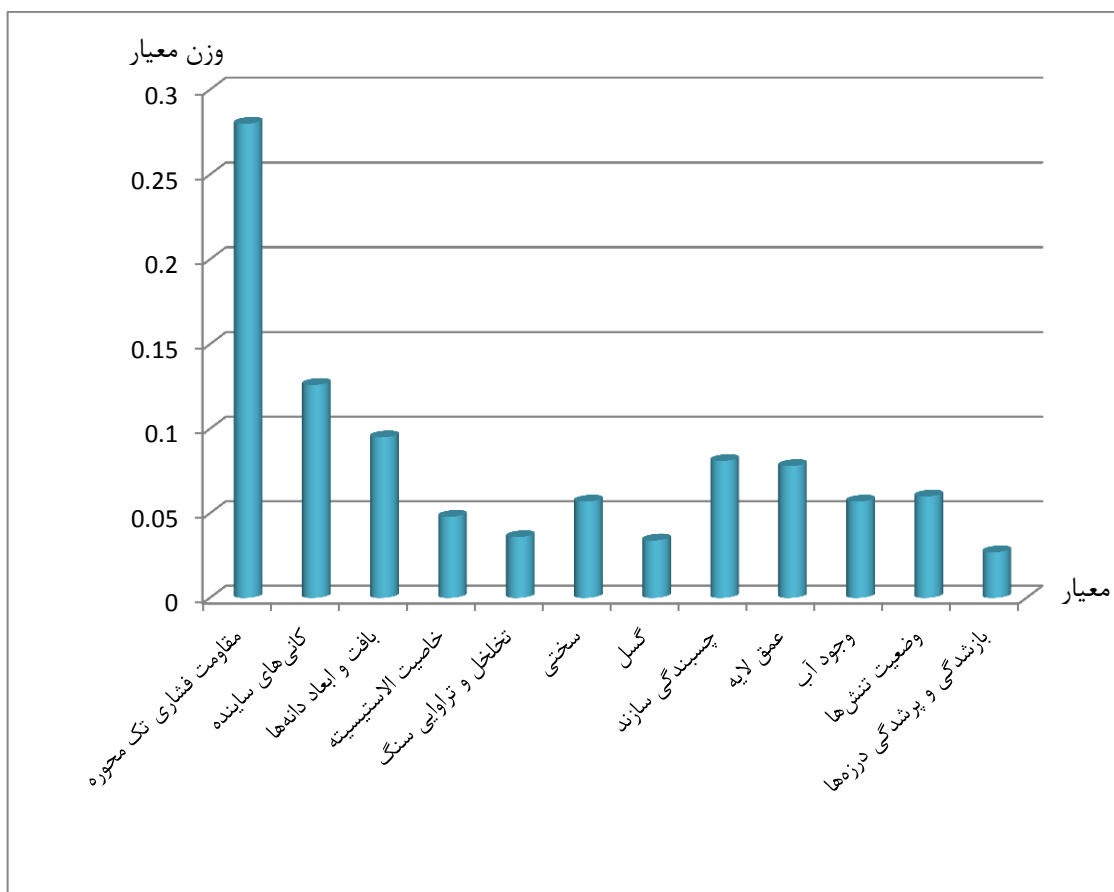
	C _{۱۰}			C _{۱۱}			C _{۱۲}		
C _۱	۴	۵/۵۴۷۵	۹	۱	۴/۱۲۴۷	۹	۵	۶/۷۸۸۵	۹
C _۲	۱	۲/۰۲۶۳	۸	۰/۳	۲/۵۷۲۸	۸	۱	۴/۲۰۵۶	۷
C _۳	۰/۳۳	۱/۵۸۵۸	۵	۰/۳۳۳	۲/۱۳۹۸	۶	۱	۳/۴۴۰۲	۶
C _۴	۰/۱۴۲	۱/۴۱۴۲	۲	۰/۱۱۱	۱/۷۳۲۰	۳	۰/۳۳	۱/۶۴۶۴	۶
C _۵	۰/۱۶۶	۰/۳۴۷۳	۱	۰/۱۱۱	۰/۲۲۹۹	۱	۰/۳۳۳	۱/۲۵۱۰	۳
C _۶	۰/۳۳	۱/۶۶۱	۷	۰/۱	۱/۶۴۶۳	۶	۱	۲/۷۲۹۱	۷
C _۷	۰/۲	۰/۳۹۹۶	۱	۰/۲	۰/۲۹۰۵	۱	۱	۱/۸۳۸۵	۵
C _۸	۱	۱/۹۳۷۰	۸	۰/۵	۱/۶۲۲۳	۶	۱	۵/۵۰۰۶	۸
C _۹	۰/۵	۱/۶۶۸۵	۶	۰/۲	۱/۷۰۹۹	۵	۱	۳/۴۸۲۸	۷
C _{۱۰}	۱	۱	۱	۰/۳۳۳	۱/۵۱۵۷	۴	۱	۴/۲۰۹۱	۹
C _{۱۱}	۰/۲۵	۰/۶۵۹۷	۳/۰۰۳	۱	۱	۱	۱	۶/۶۷۹۱	۹
C _{۱۲}	۰/۱۱۱	۰/۲۳۷۵	۱	۰/۱۱۱	۰/۱۴۹۷	۱	۱	۱	۱

در مرحله بعد اعداد فازی \tilde{Z} و \tilde{Z}_1 را به‌ازای پارامترهای مختلف محاسبه می‌شود.

جدول ۵-۱۶- وزن فازی و غیرفازی پارامترها

وزن غیر فازی پارامترها	وزن فازی پارامترها			معیار
۰/۲۸	۰/۰۶۳	۰/۲۹۴	۱/۱۷۵	C ₁
۰/۱۲۶	۰/۰۲۱	۰/۱۲۸	۰/۷۲۶	C ₂
۰/۰۹۵	۰/۰۱۴	۰/۱۰۲	۰/۵۹	C ₃
۰/۰۴۸	۰/۰۰۶	۰/۰۵	۰/۳۳۲	C ₄
۰/۰۳۶	۰/۰۰۹۳	۰/۰۲۶	۰/۱۹۳	C ₅
۰/۰۵۷	۰/۰۰۹۴	۰/۰۵	۰/۴۰۲	C ₆
۰/۰۳۴	۰/۰۰۶۹	۰/۰۲۶	۰/۲۳	C ₇
۰/۰۸۱	۰/۰۱۶۵	۰/۰۷۷	۰/۴۱۸	C ₈
۰/۰۷۸	۰/۰۱۰۲	۰/۱۲	۰/۳۸	C ₉
۱/۰۵۷	۰/۰۰۹۳	۰/۰۵۳	۰/۳۷۵	C ₁₀
۰/۰۶	۰/۰۰۷۸	۰/۰۵۴	۰/۵	C ₁₁
۰/۰۲۷	۰/۰۰۶۱	۰/۰۲	۰/۱۶۵	C ₁₂

با توجه به نتایج به دست آمده، مشخص می‌شود که درجه اهمیت معیارها از بیشترین به کمترین به صورت زیر است: ۱- مقاومت فشاری تک محوره ۲- کانی‌های ساینده ۳- بافت و ابعاد دانه‌ها ۴- خاصیت الاستیسیته ۵- تخلخل و تراوایی سنگ ۶- سختی ۷- گسل ۸- چسبندگی سازند ۹- عمق لایه ۱۰- وجود آب ۱۱- وضعیت تنش‌ها ۱۲- بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها. در شکل ۶-۲ امتیاز معیارها نشان داده شده است.



شکل ۵-۲- مقایسه اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر

پس از این که وزن پارامترهای حفاری به دست آمد، نوبت به دست آوردن وزن گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها می‌باشد.

۵-۸- نظرات کارشناسان در مورد اهمیت گزینه‌ها نسبت به هم

در این مرحله اهمیت هرکدام از گزینه‌ها نسبت به یکدیگر، با توجه به هر یک از معیارها به دست می‌آید. برای نمونه در جدول ۵-۱۷ تا جدول ۵-۲۵ نظر کارشناسان در مورد اهمیت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر، بر اساس معیار C_1 ، آورده شده است.

جدول ۵-۱۷ - ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C1 از نظر کارشناس اول

C1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
A1	۱	۱/۲	۲	۱/۲	۱	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱	۰/۸۵	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۱/۵	۲	۳	۱/۲	۱/۵
A2	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۱	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۰/۸۳	۰/۷۱	۱	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۲۵
A3	۰/۵	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۴۲	۰/۶	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵
A4	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۱	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۰/۸۳	۰/۷۱	۱	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۲۵
A5	۱	۱/۲	۲	۱	۱	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱	۰/۸۵	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۱/۵	۲	۳	۱/۲	۱/۵
A6	۰/۶۶	۰/۸	۱/۳۳	۱/۲	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۸	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱
A7	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۰/۸	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۰/۸۳	۰/۷۱	۱	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۲۵
A8	۰/۵	۰/۶	۱	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۴۲	۰/۶	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵
A9	۰/۶۶	۰/۸	۱/۳۳	۰/۶	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۱
A10	۱	۱/۲	۲	۰/۸	۱	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱	۰/۸۵	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۱/۵	۲	۳	۱/۲	۱/۵
A11	۱/۱۷	۱/۴	۲/۳۳	۱/۲	۱/۱۶	۱/۷۵	۱/۴	۲/۳۳	۲/۵	۱/۱۶	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۲/۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۲/۵
A12	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۱/۴	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۵	۰/۸۳	۰/۶	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۲	۱/۲	۱	۱/۲	۱/۵
A13	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۱	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۲	۰/۸۳	۰/۸	۰/۶۶	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۲۵
A14	۰/۵	۰/۶	۱	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۲/۵	۰/۵	۱	۱	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵
A15	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۰/۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۳	۰/۸۳	۱/۲	۰/۶۶	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۲۵
A16	۰/۶۶	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۴	۰/۵	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱
A17	۰/۵	۰/۶	۱	۰/۸	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۸۳	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵
A18	۰/۳۳	۰/۴	۰/۶۶	۰/۶	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۲	۰/۳۳	۰/۸	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۴	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۵
A19	۰/۸۳	۱	۱/۶	۰/۴	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۲/۵	۰/۸۳	۱	۰/۸۳	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۲۵
A20	۰/۶۶	۰/۸	۱/۳	۰/۸	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۴	۰/۶۶	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱

جدول ۵-۱۸- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C1 از نظر کارشناس دوم

C1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
A1	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۵	۰/۶
A2	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶	۰/۸
A3	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳	۱
A4	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۵	۰/۶
A5	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶	۰/۸
A6	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳	۱
A7	۲	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۲	۱	۱	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱	۱/۲
A8	۲	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۲	۱	۱	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱	۱/۲
A9	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳	۱
A10	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶	۰/۸
A11	۲	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۲	۱	۱	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱	۱/۲
A12	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶	۰/۸
A13	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳	۱
A14	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶	۰/۸
A15	۲	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۲	۱	۱	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱	۱/۲
A16	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۵	۰/۶
A17	۲/۳۸	۱/۷۵	۱/۴	۲/۳۳	۱/۷۵	۱/۴	۱/۱۶	۱/۱۶	۱/۴	۱/۷۵	۱/۱۶	۱/۷۵	۱/۴	۱/۷۵	۱/۱۶	۲/۳۳	۱	۱/۴	۱/۱۶	۱/۴
A18	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳	۱
A19	۲	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۲	۱	۱	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱	۱/۲
A20	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳	۱

جدول ۵-۱۹- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C1 از نظر کارشناس سوم

C1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
A1	۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۱	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱	۰/۷۱	۱/۲۵	۰/۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳
A2	۱/۴	۱	۰/۸۷	۱/۴	۳/۵	۱/۷۵	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۷۵	۰/۷۷	۱/۱۶	۱/۷۵	۳/۵	۱/۷۵	۱/۴	۲/۳۳	۱	۱/۴	۱/۱۶
A3	۱/۶	۱/۱۴	۱	۱/۶	۴	۲	۱/۶	۱/۶	۱/۱۴	۲	۰/۸۸	۱/۳۳	۲	۴	۲	۱/۶	۲/۶۶	۱/۱۴	۱/۶	۱/۳۳
A4	۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۱	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱	۰/۷۱	۱/۲۵	۰/۵۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳
A5	۰/۴	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۴	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۲۸	۰/۵	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۳۳
A6	۰/۸	۰/۵۷	۰/۵	۰/۸	۲	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۵۷	۱	۰/۴۴	۰/۶۶	۱	۲	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶
A7	۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۱	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱	۰/۷۱	۱/۲۵	۰/۵۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳
A8	۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۱	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱	۰/۷۱	۱/۲۵	۰/۵۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳
A9	۱/۴	۱	۰/۸۷	۱/۴	۳/۵	۱/۷۵	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۷۵	۰/۷۷	۱/۱۶	۱/۷۵	۳/۵	۱/۷۵	۱/۴	۲/۳۳	۱	۱/۴	۱/۱۶
A10	۰/۸	۰/۵۷	۰/۵	۰/۸	۲	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۵۷	۱	۰/۴۴	۰/۶۶	۱	۲	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶
A11	۲	۱/۲۸	۱/۱۲	۱/۸	۴/۵	۲/۲۵	۱/۸	۱/۸	۱/۲۸	۲/۲۵	۱	۱/۵	۲/۲۵	۴/۵	۲/۲۵	۱/۸	۳	۱/۲۸	۱/۸	۱/۵
A12	۱/۲	۰/۸۵	۰/۷۵	۱/۲	۳	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۰/۸۵	۱/۵	۰/۶۶	۱	۱/۵	۳	۱/۵	۱/۲	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱
A13	۰/۸	۰/۵۷	۰/۵	۰/۸	۲	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۵۷	۱	۰/۴۴	۰/۶۶	۱	۲	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶
A14	۰/۴	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۴	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۲۸	۰/۵	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۳۳
A15	۰/۸	۰/۵۷	۰/۵	۰/۸	۲	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۵۷	۱	۰/۴۴	۰/۶۶	۱	۲	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۰/۶۶
A16	۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۱	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱	۰/۷۱	۱/۲۵	۰/۵۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳
A17	۰/۶	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۶	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۶	۰/۴۲	۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۷۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۵
A18	۱/۴	۱	۰/۸۷	۱/۴	۳/۵	۱/۷۵	۱/۴	۱/۴	۱	۱/۷۵	۰/۷۷	۱/۱۶	۱/۷۵	۳/۵	۱/۷۵	۱/۴	۲/۳۳	۱	۱/۴	۱/۱۶
A19	۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۱	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱	۰/۷۱	۱/۲۵	۰/۵۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۲/۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۰/۸۳
A20	۱/۲	۰/۸۵	۰/۷۵	۱/۲	۳	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۰/۸۵	۱/۵	۰/۶۶	۱	۱/۵	۳	۱/۵	۱/۲	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱

جدول ۵-۲- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس چهارم

C_1	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀
A ₁	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₂	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸۸	۰/۸
A ₃	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۰/۶	۱/۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶
A ₄	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱
A ₅	۰/۵	۰/۵	۰/۶۶	۰/۴	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳	۰/۴	۰/۴
A ₆	۰/۵	۰/۵	۰/۶۶	۰/۴	۱	۱	۰/۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳	۰/۴	۰/۴
A ₇	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₈	۱/۵	۱/۵	۲	۱/۲	۳	۳	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۲
A ₉	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₁₀	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱
A ₁₁	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۰/۶	۱/۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶
A ₁₂	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₁₃	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₁₄	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱
A ₁₅	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱
A ₁₆	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₁₇	۱	۱	۱/۳۳	۰/۸	۲	۲	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۶۶	۰/۸	۰/۸
A ₁₈	۱/۵	۱/۵	۲	۱/۲	۳	۳	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۲
A ₁₉	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱
A ₂₀	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱

جدول ۵-۲۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C₁ از نظر کارشناس پنجم

C ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀
A ₁	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₂	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۱/۳۳	۲	۱	۰/۸	۰/۶۶	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۲	۰/۸
A ₃	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۲/۵	۱
A ₄	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₅	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₆	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۱	۰/۴
A ₇	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₈	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۱	۰/۴
A ₉	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۱/۳۳	۲	۱	۰/۸	۰/۶۶	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۲	۰/۸
A ₁₀	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۲/۵	۱
A ₁₁	۲	۱/۵	۱/۲	۲	۲	۳	۲	۳	۱/۵	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۱/۲	۲	۱/۵	۱/۲	۳	۱/۲
A ₁₂	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₁₃	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₁₄	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۱	۰/۴
A ₁₅	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۲/۵	۱
A ₁₆	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۵	۱	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۰/۶	۱/۵	۰/۶
A ₁₇	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۱/۳۳	۲	۱	۰/۸	۰/۶۶	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۰/۸	۲	۰/۸
A ₁₈	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۲/۵	۱
A ₁₉	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۱	۰/۴
A ₂₀	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۲۵	۱	۰/۸۳	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۲/۵	۱

جدول ۵-۲۲- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس ششم

C_1	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}	A_{20}
A_1	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵	۱	۲/۵	۱/۲۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶
A_2	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_3	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_4	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵	۱	۲/۵	۱/۲۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶
A_5	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۸	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۱/۵	۰/۶	۱/۵	۰/۸	۱/۵	۱	۱
A_6	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵	۱	۲/۵	۱/۲۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶
A_7	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_8	۱/۲	۱/۵	۱/۵	۱/۲	۲	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱/۵	۳	۱/۲	۳	۱/۵	۳	۲	۲
A_9	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_{10}	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵	۱	۲/۵	۱/۲۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶
A_{11}	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵	۱	۲/۵	۱/۲۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶
A_{12}	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_{13}	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_{14}	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۴	۱	۰/۵	۱	۰/۶۶	۰/۶۶
A_{15}	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۶۶	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵	۱	۲/۵	۱/۲۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶
A_{16}	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۴	۱	۰/۵	۱	۰/۶۶	۰/۶۶
A_{17}	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱/۳۳	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۱	۱	۲	۰/۸	۲	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳
A_{18}	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۶۶	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۴	۱	۰/۵	۱	۰/۶۶	۰/۶۶
A_{19}	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۸	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۱/۵	۰/۶	۱/۵	۰/۸	۱/۵	۱	۱
A_{20}	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۱	۰/۶	۰/۸	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۱/۵	۰/۶	۱/۵	۰/۸	۱/۵	۱	۱

جدول ۲۳-۵- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس هفتم

C_1	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}	A_{20}
A_1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_2	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_3	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_4	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_5	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_6	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_7	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_8	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_9	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{10}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{11}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{12}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{13}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{14}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{15}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{16}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{17}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{18}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{19}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
A_{20}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۵-۲۴- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس هشتم

C_1	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}	A_{20}
A_1	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۶	۱/۵	۰/۳۷	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۶	۰/۶
A_2	۲	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۲	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۲	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۲
A_3	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۱	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_4	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱
A_5	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱
A_6	۰/۶۶	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۱	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۴
A_7	۲/۶۶	۱/۳۳	۲	۱/۶	۱/۶	۴	۱	۲	۲	۲/۶۶	۲	۱/۶	۲	۱/۶	۲	۱/۳۳	۱/۶	۲	۱/۶	۱/۶
A_8	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_9	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_{10}	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۶	۰/۶	۱/۵	۰/۳۷	۱	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۶	۰/۶
A_{11}	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۱/۲۵	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_{12}	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱
A_{13}	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۱/۲۵	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_{14}	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱
A_{15}	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۱/۵	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_{16}	۲	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۳	۰/۷۵	۱/۲۵	۱/۵	۲	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۲
A_{17}	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱
A_{18}	۱/۳۳	۰/۶۶	۱	۰/۸	۰/۸	۲	۰/۵	۱/۲۵	۱	۱/۳۳	۱	۰/۸	۱	۰/۸	۱	۰/۶۶	۰/۸	۱	۰/۸	۰/۸
A_{19}	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱
A_{20}	۱/۶۶	۰/۸۳	۱/۲۵	۱	۱	۲/۵	۰/۶۲	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۶۶	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱	۱/۲۵	۱	۱

جدول ۵-۲۵- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس نهم

C_1	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}	A_{20}
A_1	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۲	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳	۰/۵۷	۰/۸	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۴
A_2	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۱	۱	۱/۵	۳
A_3	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۵	۱	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۲
A_4	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۲/۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۱/۲۵	۲/۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۵
A_5	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۱	۱	۱/۵	۳
A_6	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۲	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۴
A_7	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۵	۱	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۲
A_8	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۲/۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۱/۲۵	۲/۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۵
A_9	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۲	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۴
A_{10}	۱/۵	۲	۳	۱/۲	۲	۱/۵	۳	۱/۲	۱/۵	۱	۲	۰/۸۵	۱/۲	۱/۵	۳	۳	۲	۲	۳	۶
A_{11}	۰/۷۷	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۱	۱	۱/۵	۳
A_{12}	۱/۷۵	۲/۳۳	۳/۵	۱/۴	۲/۳۳	۱/۷۵	۳/۵	۱/۴	۱/۷۵	۱/۱۶	۲/۳۳	۱	۱/۴	۱/۷۵	۳/۵	۳/۵	۲/۳۳	۲/۳۳	۳/۵	۷
A_{13}	۱/۲۵	۱/۶۶	۲/۵	۱	۱/۶۶	۱/۲۵	۲/۵	۱	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۶۶	۰/۷۱	۱	۱/۲۵	۲/۵	۲/۵	۱/۶۶	۱/۶۶	۲/۵	۵
A_{14}	۱	۱/۳۳	۲	۰/۸	۱/۳۳	۱	۲	۰/۸	۱	۰/۶۶	۱/۳۳	۰/۵۷	۰/۸	۱	۲	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۴
A_{15}	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۵	۱	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۲
A_{16}	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۵	۱	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۲
A_{17}	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۱	۱	۱/۵	۳
A_{18}	۰/۷۵	۱	۱/۵	۰/۶	۱	۰/۷۵	۱/۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰/۴۲	۰/۶	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۱	۱	۱/۵	۳
A_{19}	۰/۵	۰/۶۶	۱	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۱	۰/۴	۰/۵	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۴	۰/۵	۱	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۱	۲
A_{20}	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۰/۲	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۱

۵-۹- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها

پس از این که مانند جدول ۵-۲۵، بر اساس تمام معیارها این جدول‌ها تشکیل شد، نوبت به تشکیل ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی گزینه‌ها با توجه به هر معیار می‌رسد، که برای نمونه، ماتریسی که بر اساس معیار C_1 است در جدول ۵-۲۶ آورده شده است.

جدول ۵-۲۶- ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی گزینه‌ها با توجه به معیار C_1

C_1	A_1			A_2			A_3			A_4		
A_1	۱	۱	۱	۰/۷۱۴۲	۰/۹۰۳۶	۱/۳۳۳۳	۰/۶	۱/۰۱۳۱	۲	۰/۶	۰/۹۱۷۵	۱/۲۰۰۰
A_2	۰/۷۵۰۰	۱/۱۰۶۶	۱/۴۰۰۱	۱	۱	۱	۰/۸	۱/۱۲۱۲	۱/۶۶۶۶	۰/۶	۱/۰۱۵۳	۱/۴۰
A_3	۰/۵	۰/۹۸۷۰	۱/۶۶۶	۰/۶۰۰۲	۰/۸۹۱۹	۱/۲۵۰	۱	۱	۱	۰/۴	۰/۹۰۵۵	۱/۶۶۶۶
A_4	۰/۸۳۳۳	۱/۰۸۹۹	۱/۶۶۶	۰/۷۱۴۲	۰/۹۸۴۶	۱/۶۶۶	۰/۶	۱/۱۰۴۳	۲/۵۰۰	۱	۱	۱
A_5	۰/۴	۰/۸۳۶۲	۱/۶۶۶	۰/۲۸۵۷	۰/۷۵۶۲	۱/۲۰۰	۰/۲۵	۰/۸۴۷۳	۲	۰/۴	۰/۷۶۷۲	۱/۳۳۳۳
A_6	۰/۵	۰/۸۳۵۱	۱/۶۶۶	۰/۳۳۳۳	۰/۷۵۴۶	۱/۵۰۰۱	۰/۴	۰/۸۴۶۱	۲	۰/۴	۰/۷۶۶۲	۱/۶۶۶
A_7	۰/۵	۱/۰۶۶۰	۲/۶۶۶	۰/۶۶۶۶	۰/۹۶۳۳	۱/۵۰۰۱	۰/۶	۱/۰۸۰۱	۲	۰/۴	۰/۹۷۸۰	۲
A_8	۰/۵	۱/۰۸۰۱	۲	۰/۶۰۰۲	۰/۹۷۶۰	۱/۶۶۶۶	۰/۴	۱/۰۹۴۳	۲/۵۰۰	۰/۶	۰/۹۹۰۹	۲
A_9	۰/۶۶۶۶	۱/۰۹۲۲	۱/۶۶۶۶	۰/۶۶۶۶	۰/۹۸۷۰	۱/۳۳۳۳	۰/۸	۱/۱۰۶۶	۲	۰/۸	۱/۰۰۲	۱/۶۶۶
A_{10}	۰/۸	۱/۱۴۳۲	۱/۶۶۶	۰/۵۷۱۴	۱/۰۳۳۰	۲	۰/۵	۱/۱۵۸۲	۳	۰/۶	۱/۰۴۴۸	۱/۶۶۶
A_{11}	۰/۷۵۰۰	۱/۳۲۶۹	۲	۰/۶۶۶	۱/۱۰۸۷	۱/۵۰۰۲	۱	۱/۳۴۳۱	۲/۳۳۳	۰/۶	۱/۱۲۵۷	۲
A_{12}	۰/۸	۱/۱۳۴۴	۱/۷۵۰۰	۰/۷۵۰۰	۱/۰۲۵۱	۲/۳۳۳۷	۰/۶	۱/۱۴۹۴	۳/۵۰	۰/۸	۱/۰۴۰۹	۱/۴۰۰
A_{13}	۰/۸	۱/۰۴۴۷	۱/۶۶۶۶	۰/۵۷۱۴	۰/۹۴۴۰	۱/۶۶۶	۰/۵	۱/۰۵۸۴	۲/۵۰	۰/۸	۰/۹۵۸۴	۱/۶۶۶۶
A_{14}	۰/۴	۰/۸۰۸۸	۱/۶۶۶	۰/۲۸۵۷	۰/۷۳۰۹	۱/۳۳۳۳	۰/۴	۰/۸۵۹۱	۲	۰/۴	۰/۷۴۲۱	۱/۳۳۳۳
A_{15}	۰/۵	۱/۰۷۰۸	۲	۰/۵۷۱۴	۰/۹۶۷۷	۱/۵۰۰	۰/۵	۱/۰۸۵۰	۱/۶۶۶۶	۰/۴	۰/۹۸۲۶	۲
A_{16}	۰/۵	۰/۸۶۳۴	۲	۰/۶۶۶۶	۰/۷۸۰۲	۰/۸	۰/۵	۰/۸۷۴۸	۱/۵۰۰	۰/۴	۰/۷۹۲۲	۱/۲۰۰
A_{17}	۰/۵	۰/۹۹۲۴	۲/۳۳۳۷	۰/۴۲۸۵	۰/۸۹۶۷	۱/۷۵۰۰	۰/۳۷۵	۱/۰۰۵۵	۱/۵۰۰	۰/۶	۰/۹۱۰۵	۲/۳۳۳
A_{18}	۰/۳۳۳۳	۰/۹۷۲۴	۱/۶۶۶	۰/۴	۰/۸۷۸۸	۱/۵۰۰	۰/۵	۰/۹۸۵۳	۲	۰/۴	۰/۸۹۲۲	۱/۶۶۶۶
A_{19}	۰/۵	۰/۹۶۰۳	۲	۰/۵	۰/۸۶۷۸	۱/۵۰۰	۰/۴	۰/۹۷۲۹	۱/۶۶۶۶	۰/۴	۰/۸۸۱۱	۲
A_{20}	۰/۲۵	۰/۹۶۰۳	۱/۶۶۶	۰/۳۳۳۳	۰/۸۶۷۸	۱/۲۵۰	۰/۵	۰/۹۷۲۹	۱/۶۶۶	۰/۲	۰/۸۸۱۱	۱/۶۶۶

ادامه ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار C₁

C ₁	A ₅			A ₆			A ₇			A ₈		
A ₁	۰/۶	۱/۱۹۵۸	۲/۵۰۰	۰/۶	۱/۱۹۷۴	۲	۰/۳۷۵	۰/۹۳۸۰	۲	۰/۵	۰/۹۲۵۸	۲
A _۲	۰/۸۳۳۳	۱/۳۲۳۳	۳/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۳۲۵۱	۳	۰/۶۶۶۶	۱/۰۳۸۰	۱/۵۰	۰/۶	۱/۰۲۴۵	۱/۶۶۶۶
A _۳	۰/۵	۱/۱۸۰۲	۴	۰/۵	۱/۱۸۱۸	۲/۵۰	۰/۵	۰/۹۲۵۸	۱/۶۶۶۶	۰/۴	۰/۹۱۳۸	۲/۵۰
A _۴	۰/۷۵	۱/۳۰۳۳	۲/۵۰	۰/۶	۱/۳۰۵۱	۲/۵۰	۰/۵	۱/۰۲۲۴	۲/۵۰	۰/۵	۱/۰۰۹۱	۱/۶۶۶۶
A _۵	۱	۱	۱	۰/۵	۱/۰۰۱۳۰	۲/۵۰	۰/۴	۰/۷۸۴۴	۱/۵۰	۰/۳۳۳	۰/۷۷۴۲	۲
A _۶	۰/۴	۰/۰۹۰۷	۲	۱	۱	۱	۰/۲۵	۰/۷۸۳۳	۲	۰/۳۳۳	۰/۷۷۳۱	۱/۳۳۳
A _۷	۰/۶۶۶۶	۱/۲۷۴۸	۲/۵۰۰	۰/۵	۱/۲۷۶۶	۴	۱	۱	۱	۰/۴	۰/۹۸۶۹	۲
A _۸	۰/۵	۱/۲۹۱۶	۳	۰/۷۵۰۱	۱/۲۹۳۴	۳	۰/۵	۱/۰۱۳۲	۲/۵۰	۱	۱	۱
A _۹	۰/۶۶۶۶	۱/۳۰۶۱	۳/۵۰۰	۰/۸	۱/۳۰۸۰	۲	۰/۸	۱/۰۲۴۶	۲	۰/۶۶۶۶	۱/۰۱۱۶	۱/۴۰۰۱
A _{۱۰}	۰/۶	۱/۳۶۷۰	۲/۵۰۰	۰/۸	۱/۳۶۸۹	۲/۵۰	۰/۳۷۵	۱/۰۷۳۲	۳	۰/۶۶۶۶	۱/۰۵۸۴	۲/۵۰
A _{۱۱}	۰/۸	۱/۴۶۷۳	۲	۰/۷۵۰۰	۱/۴۶۹۲	۳	۰/۵	۱/۱۵۱۰	۲	۰/۵	۱/۱۳۵۹	۳
A _{۱۲}	۰/۸۳۳۳	۱/۳۵۶۶	۳	۰/۸	۱/۳۵۸۵	۲/۵۰	۰/۶۲۵	۱/۰۶۴۱	۳/۵۰۰۱	۰/۶۶۶۶	۱/۰۵۰۴	۱/۶۶۶۶
A _{۱۳}	۰/۸	۱/۲۴۹۲	۲	۰/۸	۱/۲۵۰۹	۲	۰/۵	۰/۹۸۰۰	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۰/۹۶۷۲	۱/۶۶۶۶
A _{۱۴}	۰/۶۶۶۶	۰/۹۶۷۲	۲/۵۰	۰/۴	۰/۹۶۸۶	۲/۵۰	۰/۴	۰/۷۵۸۷	۲	۰/۳۳۳۳	۰/۷۴۸۸	۱/۲۵۰
A _{۱۵}	۰/۶۶۶۶	۱/۲۸۰۵	۲/۵۰	۱	۱/۲۸۲۳	۲/۵۰	۰/۵	۱/۰۰۴۶	۱/۶۶۶۶	۰/۴	۰/۹۹۱۵	۲/۵۰
A _{۱۶}	۰/۶۶۶۶	۱/۰۳۲۵	۲/۵۰	۰/۴	۱/۰۳۳۹	۳	۰/۵	۰/۸۰۹۹	۱	۰/۴	۰/۷۹۹۴	۱/۵۰۰۱
A _{۱۷}	۰/۵	۱/۱۶۶۸	۲	۰/۷۵۰۰	۱/۱۸۸۳	۲/۵۰	۰/۶	۰/۹۳۰۹	۱/۵۰۱۵	۰/۶	۰/۹۱۸۸	۲
A _{۱۸}	۰/۳۳۳۳	۱/۱۶۲۹	۳/۵۰	۰/۴	۱/۱۶۴۵	۳	۰/۴	۰/۹۱۲۲	۱/۶۶۶۶	۰/۳۳۳۳	۰/۹۰۰۴	۲/۵۰
A _{۱۹}	۰/۶	۱/۱۴۸۳	۲/۵۰	۰/۵	۱/۱۴۹۹	۲/۵۰	۰/۶۲۵	۰/۹۰۰۹	۱/۲۵۰	۰/۴	۰/۸۸۹۱	۱/۶۶۶۶
A _{۲۰}	۰/۳۳۳۳	۱/۱۴۸۳	۳	۰/۲۵	۱/۱۴۹۹	۲/۵۰	۰/۵	۰/۹۰۰۹	۱/۶۶۶۶	۰/۲	۰/۸۸۹۱	۱/۳۳۳

ادامه ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار C₁

C ₁	A _۹			A _{۱۰}			A _{۱۱}			A _{۱۲}		
A ₁	۰/۶	۰/۹۱۵۵	۱/۵۰۰	۰/۶	۰/۸۷۴۷	۱/۲۵۰	۰/۵	۰/۸۱۵۰	۱/۳۳۳۳	۰/۵۷۱۴	۰/۸۸۱۵	۱/۲۵۰
A _۲	۰/۷۵	۱/۰۱۳۱	۱/۵۰	۰/۵	۰/۹۶۸۰	۱/۷۵	۰/۶۶۶۶	۰/۹۰۱۹	۱/۵۰	۰/۴۲۸۵	۰/۹۷۵۵	۱/۳۳۳۳
A _۳	۰/۵	۰/۹۰۳۶	۱/۲۵۰	۰/۳۳۳	۰/۸۶۳۴	۲	۰/۴۲۸۵	۰/۸۰۴۴	۱	۰/۲۸۵۷	۰/۸۷۰۰	۱/۶۶۶۶
A _۴	۰/۶	۰/۹۹۷۸	۱/۲۵۰	۰/۶	۰/۹۵۳۴	۱/۶۶۶۶	۰/۵	۰/۸۸۸۳	۱/۶۶۶۶	۰/۷۱۴۲	۰/۹۶۰۷	۱/۲۵۰
A _۵	۰/۲۸۵۷	۰/۷۶۵۶	۱/۵۰	۰/۴	۰/۷۳۱۵	۱/۶۶۶۶	۰/۵	۰/۶۸۱۵	۱/۲۵۰	۰/۳۳۳۳	۰/۷۳۷۱	۱/۲۰۰
A _۶	۰/۵	۰/۷۶۴۵	۱/۲۵۰	۰/۴	۰/۷۳۰۵	۱/۲۵۰	۰/۳۳۳۳	۰/۶۸۰۶	۱/۳۳۳	۰/۴	۰/۷۳۶۱	۱/۲۵۰
A _۷	۰/۵	۰/۹۷۵۹	۲	۰/۳۳۳	۰/۹۳۲۵	۲/۶۶۶	۰/۵	۰/۸۶۸۸	۲	۰/۲۸۵۷	۰/۹۳۹۷	۱/۶۰
A _۸	۰/۷۱۴۲	۰/۹۸۸۵	۱/۵۰	۰/۴	۰/۹۴۴۸	۱/۵۰	۰/۳۳۳	۰/۸۸۰۳	۲	۰/۶	۰/۹۵۲۰	۱/۵۰
A _۹	۱	۱	۱	۰/۶۶۶	۰/۹۵۵۴	۱/۷۵	۰/۵۷۱۴	۰/۸۹۰۲	۱/۳۳۳۳	۰/۵۷۱۴	۰/۹۶۲۸	۱/۳۳۳
A _{۱۰}	۰/۵۷۱۴	۱/۰۴۴۶	۱/۵۰۱۵	۱	۱	۱	۰/۴۴۴	۰/۹۳۱۷	۲	۰/۶	۱/۰۰۷۶	۱/۶۶۶
A _{۱۱}	۰/۷۵۰۰	۱/۱۲۳۳	۱/۷۵۰۰	۰/۵	۱/۰۷۳۳	۲/۲۵۲۲	۱	۱	۱	۰/۴۲۸۵	۱/۰۸۱۵	۱/۵۰
A _{۱۲}	۰/۷۵۰۰	۱/۰۳۸۶	۱/۷۵۰۰	۰/۶	۰/۹۹۲۴	۱/۶۶۶	۰/۶۶۶۶	۰/۹۲۴۶	۲/۳۳۳۳	۱	۱	۱
A _{۱۳}	۰/۵۷۱۴	۰/۹۵۷۳	۱/۲۵۰	۰/۶	۰/۹۱۳۹	۱/۳۳۳	۰/۴۴۴	۰/۸۵۱۴	۱/۶۶۶۶	۰/۶۶۶۶	۰/۹۲۰۸	۱/۲۵۰
A _{۱۴}	۰/۲۸۵۷	۰/۷۴۰۵	۱/۲۵۰	۰/۴	۰/۷۰۷۵	۱/۶۶۶	۰/۲۲۲۲	۰/۶۵۹۲	۱/۶۶۶۶	۰/۳۳۳۳	۰/۷۱۳۰	۱/۲۵۰
A _{۱۵}	۰/۵	۰/۹۸۰۴	۱/۲۵۰	۰/۳۳۳۳	۰/۹۳۶۸	۱/۵۰۱	۰/۴۴۴	۰/۸۷۲۸	۱/۶۶۶۶	۰/۲۸۵۷	۰/۹۴۴۰	۱/۶۶۶۶
A _{۱۶}	۰/۵	۰/۷۹۰۵	۱/۵۰۱۵	۰/۳۳۳۳	۰/۷۵۵۳	۲	۰/۴	۰/۷۰۳۷	۱/۵۰۱	۰/۲۸۵۷	۰/۷۶۱۱	۱/۲۰۰۰
A _{۱۷}	۰/۴۲۸۵	۰/۹۰۸۵	۱/۴۰۰۱	۰/۷۵۰۰	۰/۸۶۸۱	۱/۷۵۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۸۰۸۸	۱/۳۳۳۳	۰/۴۲۸۵	۰/۸۷۴۸	۱/۷۵۰۰
A _{۱۸}	۰/۵	۰/۸۹۰۳	۱/۵۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۸۵۱۰	۱/۷۵۰۰	۰/۲۸۵۷	۰/۷۹۲۶	۲	۰/۴	۰/۸۵۷۲	۱/۶۶۶
A _{۱۹}	۰/۵	۰/۸۷۹۲	۱/۲۵۰	۰/۳۳۳۳	۰/۸۴۰۰	۱/۶۶۶۶	۰/۵۵۵۵	۰/۷۸۲۷	۱/۲۵۰۰	۰/۲۸۵۷	۰/۸۴۶۵	۱/۵۰۱
A _{۲۰}	۰/۲۵	۰/۸۷۹۲	۱/۲۵۰	۰/۱۶۶۶	۰/۸۴۰۰	۱/۶۶۶۶	۰/۳۳۳۳	۰/۷۸۲۸	۱/۶۶۶۶	۰/۱۴۲۸	۰/۸۴۶۶	۱/۶۶۶۶

ادامه ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار C₁

C ₁	A ₁₃			A ₁₄			A ₁₅			A ₁₆		
A ₁	۰/۶	۰/۹۵۷۲	۱/۲۵۰	۰/۶	۱/۲۳۶۳	۲/۵۰	۰/۵	۰/۹۳۳۸	۲	۰/۵	۱/۱۵۸۱	۲
A ₂	۰/۶	۱/۰۵۹۳	۱/۷۵	۰/۷۵	۱/۳۶۸۱	۳/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۰۳۳۳	۱/۷۵	۱/۲۵۰	۱/۲۸۱۶	۱/۵۰
A ₃	۰/۴	۰/۹۴۴۸	۲	۰/۵	۱/۲۲۰۲	۲/۵۰	۰/۶	۰/۹۲۱۶	۲	۰/۶۶۶۶	۱/۱۴۳۱	۲
A ₄	۰/۶	۱/۰۴۳۳	۱/۲۵۰	۰/۷۵	۱/۳۴۷۵	۲/۵۰	۰/۵	۱/۰۱۷۷	۲/۵۰	۰/۸۳۳۳	۱/۲۶۲۳	۲/۵۰
A ₅	۰/۵	۰/۸۰۰۵	۱/۲۵۰	۰/۴	۱/۰۳۳۹	۱/۵۰۰	۰/۴	۰/۷۸۰۹	۱/۵۰۰	۰/۴	۰/۹۶۸۵	۱/۵۰۰
A ₆	۰/۵	۰/۷۹۹۴	۱/۲۵۰	۰/۴	۱/۰۳۲۴	۲/۵۰	۰/۴	۰/۷۷۹۸	۲	۰/۳۳۳۳	۰/۹۶۷۲	۲/۵۰
A ₇	۰/۴	۱/۰۲۰۴	۲	۰/۵	۱/۳۱۷۹	۲/۵۰	۰/۶	۰/۹۹۵۴	۲	۱	۱/۲۳۴۶	۲
A ₈	۰/۶	۱/۰۳۳۹	۱/۵۰	۰/۸	۱/۳۳۵۳	۳	۰/۴	۱/۰۰۸۵	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۲۵۰۹	۲/۵۰
A ₉	۰/۸	۱/۰۴۴۵	۱/۷۵	۰/۸	۱/۳۵۰۳	۳/۵۰	۰/۸	۱/۰۱۹۹	۲	۰/۶۶۶۶	۱/۲۶۵۰	۲
A ₁₀	۰/۷۵	۱/۰۹۴۲	۱/۶۶۶	۰/۶	۱/۴۱۳۳	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۰۶۷۴	۳	۰/۵	۱/۳۳۳۹	۳
A ₁₁	۰/۶	۱/۱۷۴۴	۲/۲۵۰	۰/۶	۱/۵۱۶۹	۴/۵۰	۰/۶	۱/۱۴۵۷	۲/۲۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۴۲۱۰	۲/۵۰
A ₁₂	۰/۸	۱/۰۸۵۹	۱/۵۰	۰/۸	۱/۴۰۲۵	۳	۰/۶	۱/۰۵۹۳	۳/۵۰	۰/۸۳۳۳	۱/۳۱۳۸	۳/۵۰
A ₁₃	۱	۱	۱	۰/۸	۱/۲۹۱۵	۲	۰/۶	۰/۹۷۵۵	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۲۰۹۸	۲/۵۰
A ₁₄	۰/۵	۰/۷۷۴۲	۱/۲۵۰	۱	۱	۱	۰/۴	۰/۷۵۵۳	۲	۰/۴	۰/۹۳۶۷	۲
A ₁₅	۰/۴	۱/۰۲۵۱	۱/۶۶۶۶	۰/۵	۱/۳۳۳۹	۲/۵۰	۱	۱	۱	۰/۶۶۶۶	۱/۲۴۰۲	۲/۵۰
A ₁₆	۰/۴	۰/۸۲۶۵	۱/۵۰۱۵	۰/۵	۱۰۰۶۷۵	۲/۵۰	۰/۴	۰/۸۰۶۳	۱/۵۰	۱	۱	۱
A ₁₇	۰/۶	۰/۹۵۰۰	۱/۴۰۰۱	۰/۷۵۰۰	۱/۲۲۶۹	۲	۰/۶	۰/۹۲۶۶	۱/۵۰	۰/۶	۱/۱۴۹۴	۲/۳۳۳
A ₁₈	۰/۴	۰/۹۳۰۹	۱/۷۵۰۰	۰/۶۶۶۶	۱/۲۰۲۳	۳/۵۰	۰/۴	۰/۹۹۰۰	۱/۷۵۰۰	۰/۵	۱/۱۲۶۳	۱/۶۶۶۶
A ₁₉	۰/۴	۰/۹۱۹	۱/۲۵۰	۰/۵	۱/۱۸۷۳	۲/۵۰	۰/۴	۰/۸۹۶۷	۱/۲۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۱۱۲۲	۲
A ₂₀	۰/۲	۰/۹۱۹	۱/۶۶۶	۰/۲۵	۱/۱۸۷۳	۳	۰/۵	۰/۸۹۶۷	۱/۵۰۱۵	۰/۵	۱/۱۱۲۳	۱/۶۶۶۶

ادامه ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار C₁

C ₁	A ₁₇			A ₁₈			A ₁₉			A ₂₀		
A ₁	۰/۴۲۸۵	۱/۰۰۷۶	۲	۰/۶	۱/۰۲۸۳	۳	۰/۵	۱/۰۴۱۳	۲	۰/۶	۱/۰۴۱۳	۴
A ₂	۰/۵۷۱۴	۱/۱۱۵۱	۲/۳۳۳۳	۰/۶۶۶۶	۱/۱۳۷۹	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۱۵۲۳	۲	۰/۸	۱/۱۵۲۳	۳
A ₃	۰/۶۶۶۶	۰/۹۹۴۵	۲/۶۶۶۶	۰/۵	۱/۰۱۴۹	۲	۰/۶	۱/۰۲۷۸	۲/۵۰	۰/۶	۱/۰۲۷۸	۲
A ₄	۰/۴۲۸۵	۱/۰۹۸۲	۱/۶۶۶	۰/۶	۱/۱۲۰۷	۲/۵۰	۰/۵	۱/۱۳۴۹	۲/۵۰	۰/۶	۱/۱۳۴۹	۵
A ₅	۰/۵	۰/۸۴۲۶	۲	۰/۲۸۵۷	۰/۸۵۹۹	۳	۰/۴	۰/۸۷۰۸	۱/۵۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۸۷۰۸	۳
A ₆	۰/۴	۰/۸۴۱۵	۱/۳۳۳۳	۰/۳۳۳۳	۰/۸۵۸۷	۲/۵۰	۰/۴	۰/۸۶۹۶	۲	۰/۴	۰/۸۶۹۶	۴
A ₇	۰/۶۶۶۶	۱/۰۷۴۲	۱/۶۶۶۶	۰/۶	۱/۰۹۶۲	۲/۵۰	۰/۸	۱/۱۱۰۰	۱/۶۰	۰/۶	۱/۱۱۰۰	۲
A ₈	۰/۵	۱/۰۸۸۳	۱/۶۶۶	۰/۴	۱/۱۱۰۶	۳	۰/۶	۱/۱۲۴۷	۲/۵۰	۰/۷۵	۱/۱۲۴۷	۵
A ₉	۰/۷۱۴۲	۱/۱۰۰۶	۲/۳۳۳	۰/۶۶۶۶	۱/۱۲۳۱	۲	۰/۸	۱/۱۳۷۳	۲	۰/۸	۱/۱۳۷۳	۴
A ₁₀	۰/۵۷۱۴	۱/۱۵۱۹	۱/۳۳۳۳	۰/۵۷۱۴	۱/۱۷۵۰	۳	۰/۶	۱/۱۹۰۴	۳	۰/۶	۱/۱۹۰۴	۶
A ₁₁	۰/۷۵	۱/۲۳۶۳	۳	۰/۵	۱/۲۶۱۶	۳/۵۰	۰/۸	۱/۲۷۷۶	۱/۸۰	۰/۶	۱/۲۷۷۶	۳
A ₁₂	۰/۵۷۱۴	۱/۱۴۳۱	۲/۳۳۳	۰/۶	۱/۱۶۶۵	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۱۸۱۳	۳/۵۰	۰/۶	۱/۱۸۱۳	۷
A ₁₃	۰/۷۱۴۲	۱/۰۵۲۶	۱/۶۶۶۶	۰/۵۷۱۴	۱/۰۷۴۲	۲/۵۰	۰/۸	۱/۰۸۷۸	۲/۵۰	۰/۶	۱/۰۸۷۸	۵
A ₁₄	۰/۵	۰/۸۱۵۰	۱/۳۳۳۳	۰/۲۸۵۷	۰/۸۳۱۷	۱/۵۰	۰/۴	۰/۸۴۲۲	۲	۰/۳۳۳۳	۰/۸۴۲۲	۴
A ₁₅	۰/۶۶۶۶	۱/۰۷۹۱	۱/۶۶۶۶	۰/۵۷۱۴	۱/۰۱۰۱۱	۲/۵۰	۰/۸	۱/۱۱۵۱	۲/۵۰	۰/۶۶۶۶	۱/۱۱۵۱	۲
A ₁₆	۰/۴۲۸۵	۰/۸۷۰۰	۱/۶۶۶۶	۰/۶	۰/۸۸۷۸	۲	۰/۵	۰/۸۹۹۱	۱/۵۰	۰/۶	۰/۸۹۹۱	۲
A ₁₇	۱	۱	۱	۰/۴۲۸۵	۱/۰۲۰۴	۲	۰/۶	۱/۰۳۳۳	۲	۰/۵	۱/۰۳۳۳	۳
A ₁₈	۰/۵	۰/۹۸۰۰	۲/۳۳۳۳	۱	۱	۱	۰/۴	۱/۰۱۲۶	۲/۵۰	۰/۵	۱/۰۱۲۶	۳
A ₁₉	۰/۵	۰/۹۶۷۷	۱/۶۶۶۶	۰/۴	۰/۹۸۷۵	۲/۵۰	۱	۱	۱	۰/۴	۰/۹۹۹۹	۲
A ₂₀	۰/۳۳۳۳	۰/۹۶۷۸	۲	۰/۳۳۳۳	۰/۹۸۷۶	۲	۰/۵	۱/۰۰۱	۲/۵۰	۱	۱	۱

۵-۱۰ محاسبه \bar{Z} و \bar{Z}_1 برای گزینه‌ها

در این مرحله اعداد فازی \bar{Z}_1 و \bar{Z} را برای هر کدام از گزینه‌ها و به ازای پارامترهای مختلف محاسبه شده است و در جدول ۵-۲۷ تا جدول ۵-۳۸ نمایش داده شده است.

جدول ۵-۲۷- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_1

\bar{Z}_1			\bar{Z}			C_1
۰/۵۶۸	۱/۰۰۳	۱/۷۹۴	۰/۰۰۰۰۱۲۴	۱/۰۷۸	۱۱۹۹۴۰	A_1
۰/۶۹۲	۱/۰۹۸	۱/۸۶۲	۰/۰۰۰۰۶۵	۶/۵۵۳	۲۵۲۱۲۲/۷	A_2
۰/۵۰۴	۰/۹۷۹	۱/۸۸۵	۰/۰۰۰۰۰۱۱۲	۰/۶۶۵	۳۲۰۹۰۷/۷	A_3
۰/۶۲۱	۱/۰۸۲	۱/۹۷۲	۰/۰۰۰۰۰۷۵	۴/۸۳۸	۷۹۶۵۴۴/۶	A_4
۰/۳۹۳	۰/۸۳۰	۱/۶۲۷	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۸	۰/۰۲۴۲	۱۷۰۶۸	A_5
۰/۴۰۴	۰/۷۳۴	۱/۷۱۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۴	۰/۰۰۲۱	۴۸۱۵۰/۶	A_6
۰/۵۴۸	۱/۰۵۸	۲/۰۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۶	۳/۱۰۴	۱۴۵۵۰۴۵	A_7
۰/۵۵۹	۱/۰۷۲	۲/۱۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹	۴/۰۳۲۳	۲۹۶۳۹۳۶	A_8
۰/۷۲۹	۱/۰۸۴	۱/۹۰۸	۰/۰۰۰۰۰۱۸	۵/۰۴۲۲	۴۱۲۴۴۴/۴	A_9
۰/۵۸۸	۱/۱۳۴	۲/۲۴۴	۰/۰۰۰۰۰۲۵۲	۱۲/۴۸۴۶	۱۰۵۲۷۳۷۷	A_{10}
۰/۶۵۱	۱/۲۱۸	۲/۲۳۴	۰/۰۰۰۰۰۱۸۷	۵/۱۶۵	۹۶۲۰۶۷۱	A_{11}
۰/۷۰۷	۱/۱۲۱	۲/۴۱۸	۰/۰۰۰۰۰۱	۹/۹۶	۴۶۸۷۵۹۸۳	A_{12}
۰/۶۶۰	۱/۰۳۷	۱/۹۱۳	۰/۰۰۰۰۰۲۴۷	۲/۰۷۲	۴۳۴۹۱۰/۸	A_{13}
۰/۳۹۳	۰/۸۰۴	۱/۶۸۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۸	۰/۰۱۳	۳۲۰۸۷/۵۶	A_{14}
۰/۵۳۹	۱/۰۵۸	۱/۸۷۶	۰/۰۰۰۰۰۰۴۳	۳/۱۱۷	۲۹۳۶۳۸/۲	A_{15}
۰/۴۷۹	۰/۸۵۷	۱/۵۸۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۴۱	۰/۰۴۶	۹۸۳۷/۵۶	A_{16}
۰/۵۴۹	۰/۹۸۴	۱/۸۱۱	۰/۰۰۰۰۰۰۶۲۱	۰/۷۱۸۲	۱۴۴۰۲۲/۳	A_{17}
۰/۴۳۰	۰/۹۶۹	۱/۹۹۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۴۸	۰/۵۴	۹۹۵۱۸۷/۷	A_{18}
۰/۴۹۷	۰/۹۴۶	۱/۶۸۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۸۵	۰/۳۳۶۲	۳۳۰۶۰/۷۵	A_{19}
۰/۳۹۶	۰/۹۵۳	۱/۷۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۹	۰/۳۸۲۸	۶۹۵۰۲/۲۶	A_{20}
۱۰/۹۱۵	۲۰/۰۲۹	۳۸/۰۹۱	$\bar{Z}_1 + \dots + \bar{Z}_n$			
۰/۰۲۶	۰/۰۴۹	۰/۰۹۱	$(\bar{Z}_1 + \dots + \bar{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۲۸- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_2

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_2
۰/۵۰۹	۱/۰۹۱	۲/۲۴۷	۰/۰۰۰۰۰۱۴	۵/۷۲۱	۱۰۸۴۳۶۱۸	A_1
۰/۴۵۵	۰/۸۹۹	۱/۴۹۹	۰/۰۰۰۰۰۰۱۴۸	۰/۱۲۱	۳۲۸۴/۴۵	A_2
۰/۵۰۱	۰/۹۳۴	۱/۹۰۵	۰/۰۰۰۰۰۰۱۰۱	۰/۲۵۷	۳۹۶۳۲۱/۱۳	A_3
۰/۵۱۷	۱/۰۴۱	۱/۹۵۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱۹	۲/۲۶۸	۶۷۴۵۳۴/۳۳	A_4
۰/۵۵۲	۰/۹۶۵	۱/۶۸۷	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۴۹۳	۳۴۹۱۷/۶	A_5
۰/۴۵۰	۱/۱۲۱	۲/۲۱۰	۰/۰۰۰۰۰۰۱۲	۹/۸۶۱	۷۷۸۱۶۶۶/۳۶	A_6
۰/۶۵۶	۱/۰۵۶	۱/۸۷۵	۰/۰۰۰۰۰۰۲۲۳	۲/۹۹۹	۲۸۹۷۵۲/۱	A_7
۰/۴۵۳	۰/۹۱۵	۱/۷۸۵۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱۳۵	۰/۱۷۱	۱۰۸۶۴۰/۷۴	A_8
۰/۵۰۱	۱/۰۰۳	۱/۷۳۹۸	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۱/۰۶۶	۶۴۶۲۰/۱۹	A_9
۰/۳۹۳	۰/۸۷۷	۱/۸۰۵۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۸	۰/۰۷۴	۱۳۵۷۸۰/۵۵	A_{10}
۰/۶۹۱	۱/۱۹۴	۲/۱۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۶۱۷۷	۳۴/۷۸۹	۴۳۲۱۶۶۵/۵۴	A_{11}
۰/۶۵۰	۱/۱۵۳۶	۲/۳۷۸	۰/۰۰۰۰۰۰۱۸۳	۱۷/۴۲۸	۳۳۷۰۹۵۱۶/۲	A_{12}
۰/۵۴۶	۰/۹۷۶	۱/۷۹۳	۰/۰۰۰۰۰۰۵۷۴	۰/۶۱۶۱۶	۱۱۸۶۳۸/۹۴	A_{13}
۰/۶۲۱	۱/۱۰۸	۲/۲۸۸	۰/۰۰۰۰۰۰۷۴۹	۷/۸۸۸۳	۱۵۴۹۹۰۶۷/۶۹	A_{14}
۰/۵۵۰۹	۰/۹۹۶	۱/۷۸۰	۰/۰۰۰۰۰۰۶۶۳	۰/۹۲۳۹	۱۰۲۵۹۸/۰۷	A_{15}
۰/۵۶۲	۱/۰۱۳	۱/۸۶۵	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۱/۳۲۰	۲۶۱۰۴۰/۴۶	A_{16}
۰/۴۷۷	۰/۹۰۳	۱/۷۳۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳۸۳	۰/۱۳۲	۶۱۸۱۳/۷۸	A_{17}
۰/۴۵۹	۰/۹۳۴	۱/۸۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۷۴	۰/۲۵۷	۱۵۸۶۹۱/۵۶	A_{18}
۰/۴۸۶	۰/۸۷۱۳	۱/۶۷۹	۰/۰۰۰۰۰۰۰۵۲۵	۰/۰۶۳	۳۱۹۵۰/۴۳	A_{19}
۰/۶۰۵	۰/۹۵۵۵	۱/۶۵۱	۰/۰۰۰۰۰۰۴۴۳	۰/۴۰۲	۲۲۷۵۱/۶۵	A_{20}
۱۰/۶۴۴	۲۰/۰۱۴	۳۷/۸۵۳	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۶۴	۰/۰۴۹۹	۰/۰۹۳	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۲۹- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_3

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_3
۰/۶۵	۱/۰۹۵	۲/۲۷	۰/۰۰۰۱۸۳	۶/۱۸	۱۳۲۴۲۸۲۰/۸	A_1
۰/۵۴۶	۱/۰۱۸۷	۱/۵۳۶	۰/۰۰۰۰۵	۱/۴۵	۵۳۴۱/۵۱	A_2
۰/۷۶۷	۱/۱۸۶	۱/۷۵	۰/۰۰۰۵	۳/۰۵۹	۷۰۲۴۹/۲۴	A_3
۰/۴۹	۰/۸۹۶	۱/۹۲	۰/۰۰۰۰۶	۰/۱۱۱	۴۶۹۳۳۰/۵۴	A_4
۰/۷۸۲	۱/۱۱	۱/۸۴	۰/۰۰۰۷۴	۱۴/۰۴۴	۲۰۸۸۴۰/۷۲	A_5
۰/۶۱۵	۱/۰۵۷	۱/۸	۰/۰۰۰۰۶۱	۳/۰۶۲۷	۱۱۷۹۹۶/۲۱	A_6
۰/۶۴۵	۱/۱۰۹	۱/۷۷	۰/۰۰۰۰۱۶	۸/۰۲۹	۹۳۲۵۱/۳۵	A_7
۰/۷۳۲	۱/۱۵۵	۱/۸۲	۰/۰۰۰۲	۱۷/۹۷۴	۱۶۶۰۶۶/۵۵	A_8
۰/۵۰۷	۰/۹۶۲	۱/۶۱	۰/۰۰۰۰۱۲	۰/۴۶۵۶	۱۴۷۸۵/۹۵	A_9
۰/۶۵	۱/۰۳۹	۱/۸۳	۰/۰۰۰۰۱۹	۲/۱۷۴۶	۱۸۲۶۶۶/۴۵	A_{10}
۰/۶۷۱	۱/۱۹۷	۱/۹۷	۰/۰۰۰۰۳۵	۳۶/۸۰۷۳	۸۲۱۳۲۸/۴۴	A_{11}
۰/۵۳۴	۱/۰۵۱	۱/۷۴	۰/۰۰۰۰۳۷	۲/۵۱	۶۵۴۷۰/۴۹	A_{12}
۰/۶۷۸	۱/۰۸۷	۱/۸۵	۰/۰۰۰۰۴۳	۵/۳۵۴	۲۱۱۶۲۰/۵	A_{13}
۰/۴۷۶	۰/۸۶۳	۱/۶	۰/۰۰۰۰۰۳۶	۰/۰۵۳	۱۱۶۲۲/۹۲	A_{14}
۰/۴۱۹	۰/۷۸۸	۱/۳۳	۰/۰۰۰۰۰۲۹	۰/۰۰۹	۳۰۴/۰۸۵	A_{15}
۰/۵۰۴	۰/۹۸۶	۲/۰۰۸	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۰/۷۶۵	۱۱۴۲۵۷۹/۷۲	A_{16}
۰/۵۰۲	۰/۹	۱/۵۴	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۱۲۶	۵۹۴۰/۰۶۲	A_{17}
۰/۴۶	۰/۸۴	۱/۵۳	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۳۲	۴۷۳۶/۳۵	A_{18}
۰/۴۱۸	۰/۸۷	۲/۰۸۳	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۶	۲۳۸۴۳۰۳/۸۲	A_{19}
۰/۵۵	۰/۹	۱/۵	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۱۱۵	۳۳۶۶/۱۴	A_{20}
۱۱/۶۰۳	۲۰/۱۴۸	۳۵/۳۱۲	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۸۳	۰/۰۴۹۶	۰/۰۸۶۱	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۰- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_4

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_4
۰/۶۴۷	۱/۰۳۶	۱/۸۰۲	۰/۰۰۰۰۱۶	۲/۰۶۱	۱۳۱۳۹۷/۸	A_1
۰/۴۴۵	۰/۹۴	۱/۷۲۶	۰/۰۰۰۰۰۰۹	۰/۲۹۵	۵۵۶۴۶/۳۲	A_2
۰/۳۹۶	۰/۹۷	۱/۹۳۶	۰/۰۰۰۰۰۰۹	۰/۵۵۹	۵۵۰۷۹۱/۹۶	A_3
۰/۴۴۶	۰/۸۸	۱/۷۵۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۸۱	۷۴۰۵۴/۰۳۶	A_4
۰/۶۸۷	۱/۱۴۷	۲/۰۲۹	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۱۵/۷۹	۱۴۰۴۵۳۶/۱۷	A_5
۰/۵۹۸	۱/۰۶۲	۱/۹۸۱	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۳/۳۳۳	۸۶۹۶۰۴/۱۶۲	A_6
۰/۷۱۵	۱/۱۴	۱/۹۶۴	۰/۰۰۰۱۲۵	۱۳/۵۴	۷۲۸۹۷۵/۶۱	A_7
۰/۶۳۵	۱/۰۹۷	۲/۰۷	۰/۰۰۰۰۰۱۱	۶/۳۸	۲۰۷۹۴۸۲	A_8
۰/۴۷	۰/۹۴	۱/۷۳۸	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۲۹۵	۶۳۲۹۰/۹۹	A_9
۰/۵۸	۰/۶	۱/۷۲۵	۰/۰۰۰۰۰۱۸	۰/۴۴۲	۵۴۷۴۰/۸۷	A_{10}
۰/۶۷	۱/۱۸۵	۲/۱۷۳	۰/۰۰۰۰۰۳۴	۲۹/۹۳	۵۵۴۷۱۴۳/۷۵	A_{11}
۰/۴۷	۰/۹۳۶	۱/۷۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۲۶۹	۷۰۱۱۰/۳۷	A_{12}
۰/۶	۱/۱۰۶	۲/۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۷/۵۸۶	۶۴۷۴۸۱۷/۰۳	A_{13}
۰/۴۷	۱/۱۰	۲/۳۹	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۷/۱۵	۳۷۲۱۴۲۴۳/۹۹	A_{14}
۰/۶۹	۱/۰۶۳	۱/۹۵۵	۰/۰۰۰۰۰۰۵۵	۳/۳۸۵	۶۶۶۵۱۹/۵۷	A_{15}
۰/۵۲	۰/۹۹۱	۱/۹۷۸	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۸۳۸	۸۴۱۴۹۲/۸۱	A_{16}
۰/۴۲	۰/۸۶۳	۱/۷۱۳	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۵۳	۴۷۸۲۹/۷	A_{17}
۰/۴۴	۰/۸۵۹	۱/۶۶۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۸	۰/۰۴۸	۲۶۱۱۶/۸۴	A_{18}
۰/۵۴	۰/۹۲۴	۱/۷۱۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۵	۰/۲۰	۴۶۷۱۴/۵۵	A_{19}
۰/۴۵	۰/۸۸۸	۱/۸۷۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۹۵	۲۹۱۲۹۳/۹۲	A_{20}
۱۰/۹۱۸	۲۰/۰۹۹	۳۸/۱۲۵	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۶۲	۰/۰۴۹	۰/۰۹۱۵	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۱- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_5

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_5
۰/۴۸۸	۰/۹۶۷۵	۱/۹۵۴	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۵۱۶۷	۶۶۱۴۷۹/۴۲	A_1
۰/۵۴۹	۱/۰۴	۲/۰۹۱	۰/۰۰۰۰۰۶	۲/۲۰۲۲	۲۵۷۳۸۹۰/۶۹	A_2
۰/۶۱۲	۱/۱۵۴	۲/۴	۰/۰۰۰۰۰۵	۱۷/۸۲۳	۴۲۴۶۷۳۲۸	A_3
۰/۴۴۵	۰/۹۷	۲/۶۵	۰/۰۰۰۰۰۰۹	۰/۵۴۵۱	۳۰۴۹۳۱۶۸۹	A_4
۰/۷۱۲	۱/۱۹۵	۲/۵۳	۰/۰۱۱	۳۵/۶۷	۱۲۱۱۰۸۹۶۲	A_5
۰/۴۴۹	۰/۹۳۶	۲/۲۴۲	۰/۰۰۰۰۰۱۱	۰/۲۷	۱۰۳۴۲۸۴۹	A_6
۰/۳۷۴	۰/۹	۱/۸۹	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۱۵	۳۷۴۹۱۵/۵۵	A_7
۰/۳۸۴	۰/۹۳	۱/۹۵	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۲۳۶	۶۸۹۰۴۱	A_8
۰/۳۷۴	۰/۸۵	۱/۷	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۴۵۵	۳۸۷۵۸/۵۶	A_9
۰/۴۵۳	۱/۰۴۵	۲/۵۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۲/۴۴۹۶	۹۹۷۰۵۴۴۵/۲۳	A_{10}
۰/۴۶۳	۱/۲۳۲	۲/۵۸	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۶۵/۹۴۴	۱۷۹۴۰۵۳۰۳	A_{11}
۰/۴۶۳	۱/۱۵۷	۲/۹۵	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۱۸/۶۳۷	۲۴۷۰۹۳۵۰۵۸	A_{12}
۰/۴۹۲	۱/۰۳۷	۲/۵۳	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۲/۱۰۵	۱۲۰۹۳۲۳۵۲	A_{13}
۰/۴۵۱	۱/۰۵۴	۲/۳۰	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۲/۹۰۲	۱۸۵۲۷۳۷۹/۹۴	A_{14}
۰/۴۸	۰/۸۷۱	۱/۵۸	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۶۳۷	۹۰۸۹/۴۹	A_{15}
۰/۴۱۱	۰/۸۲۹	۱/۷۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۲۳۵	۶۴۱۸۱/۵	A_{16}
۰/۶۴	۱/۰۸۵	۱/۸۳	۰/۰۰۰۰۱۵	۳/۱۴۵	۱۷۴۶۷۵/۳	A_{17}
۰/۴۹۷	۱/۰۶۳	۲/۳۲	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۳/۴۱۵	۱۹۲۸۸۷۳۹/۹	A_{18}
۰/۴۳۳	۱/۰۶	۲/۱۶	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۳/۲۴۵	۴۹۵۷۷۸۸/۶	A_{19}
۰/۳۸۸	۰/۷۷۹	۱/۴۸	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۶۹	۲۷۲۷/۹۴	A_{20}
۹/۵۷۲	۲۰/۱۵۴	۴۳/۴۴	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۳	۰/۰۴۹۶	۰/۱۰۴۴	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۲- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_6

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_6
۰/۶۸۴	۱/۰۹۲	۱/۸۶۴	۰/۰۰۰۵	۵/۸۴۴	۲۵۶۶۸/۲۴	A_1
۰/۵۳۴	۱/۰۱۷	۲/۰۶۱	۰/۰۰۰۰۰۳	۱/۴۰۲	۱۹۱۵۲۲۰/۰۲	A_2
۰/۶۳۳	۱/۱۲	۲/۰۶۳	۰/۰۰۰۰۱	۹/۶۵۸	۱۹۵۸۳۷۱/۳۸	A_3
۰/۴۳۲	۰/۹۱۳	۱/۸۸	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۱۶۴	۳۱۹۵۳۶/۲۵	A_4
۰/۵۲۳	۱/۰۳۶	۱/۸۹	۰/۰۰۰۰۰۲	۲/۰۶۵۳	۳۴۷۹۷۲/۱۵	A_5
۰/۴۳۶	۱/۰۰۳	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۶	۱/۰۷۹۲	۴۰۴۹۳۵/۲	A_6
۰/۴۶۷	۰/۹۸۴	۱/۹۶	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۷۲۸	۷۶۴۷۹۷/۵	A_7
۰/۴۲۳	۰/۵۶۹	۱/۸۷	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۲۸۶۹۷۸/۱	A_8
۰/۴۶۸	۰/۹۳۹	۱/۸	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۲۶۹	۱۳۳۶۷۸/۱	A_9
۰/۴۶۵	۱/۰۹	۲/۳۶	۰/۰۰۰۰۰۲	۵/۶۶۷	۳۰۱۴۶۵۵/۱	A_{10}
۰/۵۸۹	۱/۱۴	۲/۰۲	۰/۰۰۰۰۰۲۵	۱۴/۴۵	۱۳۱۶۹۷۵/۵	A_{11}
۰/۶۱۹	۱/۱۶	۲/۳	۰/۰۰۰۰۷	۱۸/۷۷	۱۷۰۷۹۱۰۳/۱	A_{12}
۰/۷۰۵	۱/۰۸۴	۱/۸۶	۰/۰۰۰۰۹۴	۵/۰۸	۲۴۳۷۸۶/۸	A_{13}
۰/۵۳۷	۱/۰۱۶	۱/۹۵	۰/۰۰۰۰۰۴	۱/۳۷	۶۷۹۵۴۸/۱	A_{14}
۰/۵۳۸	۱/۰۴۵	۲/۰۲	۰/۰۰۰۰۰۴۲	۲/۴۵	۱۲۹۵۴۸۱/۶	A_{15}
۰/۴۹۱	۰/۹۲	۱/۷۳	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۲۱	۶۳۹۴۹/۴	A_{16}
۰/۴۰۳	۰/۷۲۵	۱/۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱۶	۳۰۴/۹	A_{17}
۰/۵۹۷	۱/۰۶۲	۱/۹۷	۰/۰۰۰۰۰۳۳	۳/۳۹	۸۰۲۲۶۹/۳	A_{18}
۰/۵۵۱	۱/۰۰۴	۱/۹۷	۰/۰۰۰۰۰۶۸	۱/۰۹۴	۸۲۶۹۷۳/۳	A_{19}
۰/۴۲۶	۰/۸۵	۱/۸۳	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۳۹۶	۱۸۵۹۶۶/۶	A_{20}
۱۰/۵۳	۱۹/۷۸	۳۸/۷	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۵۸	۰/۰۵	۰/۰۹۴۹	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۳- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_7

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_7
۰/۵۲۱	۰/۹۹۸	۱/۹۱۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۹۷	۴۵۱۶۳۷/۷	A_1
۰/۴۸۶	۰/۹۴۳	۱/۷۳۷	۰/۰۰۰۰۵	۰/۳۱۱	۶۳۲۴۰/۱۲	A_2
۰/۴۷۷	۱/۰۴۹	۲/۰۲۳	۰/۰۰۰۰۳	۲/۶۲۲	۱۳۲۲۹۵۸/۸	A_3
۰/۵۱۹	۱/۰۲۳	۱/۹۵	۰/۰۰۰۰۲	۱/۵۹۳	۶۳۵۰۲۰/۲	A_4
۰/۴۳	۱	۲/۴۴	۰/۰۰۰۰۰۴	۱/۰۱۶	۵۶۹۹۰۱۳۷	A_5
۰/۴۱۷	۰/۹۳۵	۱/۹۵	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۲۶۵۸	۶۹۴۰۹۷/۲	A_6
۰/۴۲۶	۰/۹۵۰	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۳۶۳۸	۳۷۹۵۳۵/۶	A_7
۰/۵۲۸	۱/۱۹۷	۲/۵۵	۰/۰۰۰۰۰۳	۳۶/۹۷۲	۱۳۹۵۳۳۴۷۹	A_8
۰/۴۷۳	۱/۰۱۱	۱/۹۹	۰/۰۰۰۰۰۲	۱/۲۶۵	۹۵۹۵۲۰/۰۶	A_9
۰/۴۵۲	۱/۰۶	۲/۳۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۳/۱۸۲	۳۲۸۶۵۸۸۱/۲	A_{10}
۰/۸۵۵	۱/۳۸	۲/۵۵	۰/۰۴۳۵	۶۳۲/۰۹	۱۳۸۳۹۶۰۹۳	A_{11}
۰/۵۶۵	۱/۲۱	۲/۶۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۵۲/۰۱۶	۳۴۹۹۲۴۷۶۶	A_{12}
۰/۴۵۷	۰/۹۲۷	۲/۲۲	۱/۰۰۰۰۰۱	۰/۲۱۹۱	۹۰۰۶۱۰۶/۵	A_{13}
۰/۴۰۱	۰/۹۴۳	۲/۰۹	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۰/۳۱۱۸	۲۷۳۳۰۶۶/۵	A_{14}
۰/۵۰۸	۱/۰۴	۲/۱۴	۱/۰۰۰۰۰۱	۲/۲۱۲۷	۴۱۶۷۸۷۶/۲	A_{15}
۰/۴۲۲	۰/۸۸۲	۱/۹۷۷	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۸۱۵	۸۳۷۲۳۵/۶	A_{16}
۰/۳۶۷	۰/۷۳۴	۱/۵۱	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۲۱	۳۸۸۶	A_{17}
۰/۴۲۳	۱/۰۲۶	۲/۳۲	۰/۰۰۰۰۰۳	۱/۶۹۵	۲۱۶۳۵۲۵۴/۵	A_{18}
۰/۴۱۵	۰/۸۸۲	۱/۹۰۵	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۸۱۴	۳۹۹۶۴۰/۱	A_{19}
۰/۵۲	۰/۹۶	۲/۰۶۵	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۴۴۷	۱۹۹۰۱۵۸/۳	A_{20}
۹/۶۶۹	۲۰/۱۶۷۹	۴۲/۳۳۵	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۳۶	۰/۰۴۹۵	۰/۱۰۳۴۲	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۴- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_8

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_8
۰/۴۹۷	۱/۰۳۹	۲/۱۱۸	۰/۰۰۰۰۰۸	۲/۱۵	۳۳۲۰۳۶۷/۲	A_1
۰/۷۸۵	۱/۲۵۹	۲/۳۳	۰/۰۰۰۰۷۹	۱۰۰/۳۸	۲۲۴۱۸۲۴۴/۷	A_2
۰/۵۳۳	۱/۰۳۹	۱/۹۳	۰/۰۰۰۰۰۳	۲/۱۸	۵۱۶۳۶۷/۴	A_3
۰/۵۲	۱/۰۲۶	۲/۱۸۷	۰/۰۰۰۰۰۲	۱/۶۸	۶۳۲۰۵۳۴/۲	A_4
۰/۵۳۶	۱/۱۴۵	۲/۲۳۶	۰/۰۰۰۰۰۳	۱۵/۱۲	۹۸۳۹۸۱۲/۵	A_5
۰/۵۷۴	۰/۹۶۵	۱/۸	۰/۰۰۰۰۱۵	۰/۴۹۳	۱۴۰۵۳۳/۶	A_6
۰/۵۵۳	۱	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۷	۱/۰۵۱	۴۰۰۴۵۱/۶	A_7
۰/۴۵۸	۱/۰۵۲	۲	۰/۰۰۰۰۰۱	۲/۷۷	۱۰۳۸۲۲۵/۱	A_8
۰/۵۷۳	۱/۰۹۵	۲/۲۳	۰/۰۰۰۰۱۴	۶/۱۸	۹۲۲۲۱۳۳/۳	A_9
۰/۴۴	۰/۸۹۷	۱/۶۴	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۱۱۵	۲۰۰۴۶/۷	A_{10}
۰/۶۲	۱/۲	۲/۳	۰/۰۰۰۰۷۲	۴۲/۰۷	۱۶۵۹۱۴۰۲/۵	A_{11}
۰/۴۳۵	۱/۰۶۲	۲/۱۱۸	۰/۰۰۰۰۰۶	۳/۳۸۳	۳۳۰۵۹۱۷/۳	A_{12}
۰/۶۱۱	۰/۸۶۶	۱/۸۶	۰/۰۰۰۰۵۲	۰/۰۵۷۵	۲۴۸۰۰۵/۸	A_{13}
۰/۴۷۴	۰/۹۴۶	۱/۸۵	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۳۳۲	۲۳۷۰۲۰	A_{14}
۰/۳۹۸	۰/۶۹۷	۱/۲۵	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۷۵	۸۳/۹۴	A_{15}
۰/۴۶۹	۱/۰۱۸	۲/۰۴	۰/۰۰۰۰۰۲	۱/۴۵	۱۶۶۸۵۴۸/۵	A_{16}
۰/۶۲۷	۱/۰۴۷	۱/۸۵	۰/۰۰۰۰۰۹	۲/۵۴۶	۲۴۰۷۱۶/۹	A_{17}
۰/۴۳۸	۰/۸۹۹	۱/۸	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۱۲	۱۲۶۹۰۲/۴	A_{18}
۰/۴۱	۰/۸۰۹	۱/۵۸	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۱۴۷	۱۰۱۰۰/۹	A_{19}
۰/۵۶۴	۰/۹۴۷	۱/۸۲	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۳۳۸	۱۵۷۹۷۳/۸	A_{20}
۱۰/۵۳	۲۰/۰۲۶	۳۸/۸۷۸	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۵۷	۰/۰۴۹	۰/۰۹۴۹	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۵- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_9

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_9
۰/۴۹۵	۰/۹۲۶	۱/۸۱۷	۰/۰۰۰۰۰۸	۰/۲۱۵	۱۵۴۹۰۸/۷	A_1
۰/۵۴۸	۱/۱۹۱	۲/۵۰۴	۰/۰۰۰۰۰۶	۳۲/۰۵	۹۴۴۹۰۷۶۲/۸	A_2
۰/۷۵۹	۱/۱۷۲	۲/۱۰۸	۰/۰۰۰۴	۲۴/۱۳	۳۰۲۴۷۳۳/۷	A_3
۰/۵۰۱	۱/۰۲۸	۲/۰۴۵	۰/۰۰۰۰۰۱	۱/۷۶۲	۱۶۴۶۱۵۳/۶	A_4
۰/۴۱۷	۰/۹۴۵	۲/۰۸۸	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۳۲۵	۲۴۸۸۸۲۹	A_5
۰/۴۶۵	۰/۸۴۹	۱/۴۷	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۳۸	۲۲۴۶/۵	A_6
۰/۵۷۹	۱/۰۴۱	۱/۹۰۹	۰/۰۰۰۰۰۱۸	۲/۲۴۴	۴۱۶۱۲۵/۲	A_7
۰/۵۱	۰/۹۸۸	۱/۹۶	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۷۸۶	۷۰۵۸۱۴/۵	A_8
۰/۷۰۵	۱/۲۳۶	۲/۲۵۸	۰/۰۰۰۰۹۲	۶۹/۲۷۳	۱۱۹۰۶۱۵۳/۳	A_9
۰/۷۳۲	۱/۱۸۱	۲/۱۳۱	۰/۰۰۰۱۹	۲۸/۱۱۱	۳۷۴۷۴۶۹/۲	A_{10}
۰/۵۵۴	۱/۰۷۳	۲/۱۲	۰/۰۰۰۰۰۷	۴/۱۰۲	۳۳۷۳۲۲۳/۷	A_{11}
۰/۶۱	۱/۱۹۱	۲/۲۳	۰/۰۰۰۰۰۵۲	۳۳/۳۶	۹۸۷۵۸۳۴/۸	A_{12}
۰/۵۵۵	۰/۹۱	۱/۶۳	۰/۰۰۰۰۰۷۸	۰/۱۵۴	۱۷۵۶۹/۹۵	A_{13}
۰/۴۲۴	۰/۸	۱/۶۱	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۱۳۴	۱۴۹۹۳/۲۵	A_{14}
۰/۵۱۶	۱/۰۵	۲	۰/۰۰۰۰۰۱	۲/۶۵۲	۱۱۳۳۷۴۰/۸	A_{15}
۰/۴۸۱	۱/۰۲۵	۲/۰۴۲	۰/۰۰۰۰۰۴	۱/۶۳۳	۱۵۹۵۳۸۵/۴	A_{16}
۰/۴۲۳	۰/۹۲۱	۱/۷۶	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۱۹۵	۸۸۸۴۶/۶	A_{17}
۰/۴۶	۰/۸۵۴	۱/۶۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۴۲	۲۹۷۷۴/۹	A_{18}
۰/۴۳۹	۰/۷۸۸	۱/۴۲	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۸۶	۱۱۹۹/۸۸	A_{19}
۰/۴۳۷	۰/۹۹۲	۱/۸۵	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۸۶۲	۲۲۲۱۹۳/۳۳	A_{20}
۱۰/۶۱۷	۲۰/۱۷۲۹	۳۸/۶۶۹۴	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۵۸	۰/۰۴۹۵	۰/۰۹۴۱	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۶- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_{10}

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_{10}
۰/۵۲	۰/۹۵	۱/۶۶۶	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۳۶۴	۲۷۴۲۸/۸	A_1
۰/۴۷۳	۱/۱۲۳	۲/۷۵۲	۰/۰۰۰۰۰۳	۱۰/۲۶	۶۲۲۱۷۴۷۲۶/۹	A_2
۰/۴۵۶	۰/۹۵۴	۱/۸۷۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۳۹۸	۲۹۶۲۶۹/۶	A_3
۰/۵۸۳	۱/۱۶۳	۲/۱۵۳	۰/۰۰۰۰۰۲	۲۰/۶۱	۴۶۰۷۸۷۳/۲	A_4
۰/۵۶۹	۱/۰۲۱	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۱۲	۱/۵۳۳	۴۰۸۲۳۴/۱	A_5
۰/۴۹۲	۱/۰۷۴	۲/۰۲	۰/۰۰۰۰۰۷	۴/۲۱۹	۱۲۷۰۹۵۵/۴	A_6
۰/۴۳۹	۰/۹۳۹	۲/۴۵۴	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۲۸۴	۶۲۸۰۴۳۳۱/۱	A_7
۰/۴۲۶	۰/۹۳۷	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۲۷۶	۴۱۶۲۲۹/۳	A_8
۰/۴۷۲	۰/۹۹۸	۲/۲	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۹۷۳	۷۰۹۰۱۷۴/۵	A_9
۰/۵۳	۱/۰۵۷	۲/۰۴۵	۰/۰۰۰۰۰۳	۳/۰۶۹	۱۶۳۸۹۳۸	A_{10}
۰/۵۷	۱/۱۲۷	۲/۳	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۱۰/۹۷	۱۶۰۰۲۱۵۰/۷	A_{11}
۰/۴۲۵	۰/۹۵۶	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۴۰۸	۳۶۹۰۵۶/۲۵	A_{12}
۰/۴۸	۰/۸۶۴	۱/۷۱۳	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۵۳	۴۷۶۷۶/۸	A_{13}
۰/۵	۱/۰۱۸	۲/۰۷۵	۰/۰۰۰۰۰۹	۱/۴۴	۲۲۰۶۷۶۲/۷	A_{14}
۰/۵	۰/۹۷	۱/۸۷۸	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۵۴۹	۲۹۹۹۰۱	A_{15}
۰/۴	۰/۸۶۵	۱/۶۶۸	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۵۵	۲۷۸۰۶/۲	A_{16}
۰/۴۳	۰/۸۶۸	۱/۹۰۹	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۵۹	۴۱۶۰۰۵/۹	A_{17}
۰/۴۲	۰/۹۶۷	۲/۱۴۲	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۵۱۱	۴۱۳۵۹۰۰/۷	A_{18}
۰/۶۸۳	۱/۲۵۴	۲/۵۱۱	۰/۰۰۰۰۰۵	۹۳/۳۱	۹۹۶۴۵۱۸۷/۵	A_{19}
۰/۳۸۴	۰/۹۸۹	۲/۳۱۶	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۸۰۸	۱۹۷۹۱۵۹۰	A_{20}
۹/۷۶۹	۲۰/۱۰۳	۴۱/۳۹۳	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۴۱	۰/۰۴۹۷	۰/۱۰۲۳۵	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۷- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_{11}

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_{11}
۰/۵	۱/۰۸۴	۱/۹۱۲	۰/۰۰۰۰۰۹	۵/۰۸۷	۴۳۰۶۵۳/۳	A_1
۰/۸۸۳	۱/۱	۲/۰۴۴	۰/۰۰۸۴۵	۷/۴۹	۱۶۲۷۳۶۸/۱	A_2
۰/۶۹۳	۱/۱۲۸	۲/۰۷۲	۰/۰۰۰۰۰۶	۱۱/۲۴	۲۱۳۵۵۷۱/۳	A_3
۰/۴۹۳	۱/۰۳۱	۲/۱۸	۰/۰۰۰۰۰۷	۱/۸۵	۵۸۸۶۰۲۴/۹	A_4
۰/۵۱۸	۱/۱۸۸	۲/۲۳	۰/۰۰۰۰۰۱	۳۱/۴۲	۹۳۰۷۷۰۹	A_5
۰/۵۴۲	۱/۰۴۴	۲	۰/۰۰۰۰۰۴	۲/۴	۱۰۹۳۰۳۵/۲	A_6
۰/۷۴۷	۱/۱۳۶	۲/۱۳	۰/۰۰۰۰۲۹	۱۲/۹۷	۳۹۹۸۳۰۰	A_7
۰/۴۴۱	۱/۰۵۸	۲/۲۶	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۳/۰۹	۲۸۵۸۷۴۸۱/۸	A_8
۰/۵۵۶	۰/۹۷۵	۱/۹	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۶۱۲	۳۸۸۳۸۲/۲	A_9
۰/۴۴۶	۰/۸۹	۱/۷۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۱۱۶	۵۹۷۱۸/۱	A_{10}
۰/۳۵۴	۰/۹۵	۲/۰۵۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۳۹۷	۱۸۳۰۱۷۵/۸	A_{11}
۰/۵۶۳	۱/۱۰۵	۲/۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۷/۴۹	۲۸۱۲۳۱۷/۲	A_{12}
۰/۴۹۷	۰/۹۱۴	۱/۷۹۳	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۱۶۵	۱۱۹۱۹۰/۲	A_{13}
۰/۴۶	۰/۸۹۷	۱/۷۸۲	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۱۱۲	۱۰۵۰۱۹/۷	A_{14}
۰/۴۹۹	۰/۹۷۸	۱/۹۶۴	۰/۰۰۰۰۰۰۹	۰/۶۵۲	۷۳۵۲۱۲/۴	A_{15}
۰/۳۵۴	۰/۷۸۱	۱/۷۱۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۷۱۵	۴۷۸۷۱	A_{16}
۰/۷۱۴	۱/۰۹۵	۲/۱۹۴	۰/۰۰۰۰۱۱۹	۶/۲۴۷	۶۷۱۸۴۶۸	A_{17}
۰/۴۳۶	۰/۸۴۶	۱/۹۹۶	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۳۵	۱۰۱۷۱۳۰/۵	A_{18}
۰/۵۰۴	۰/۹۶۷	۱/۹۸۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۵۱۶	۸۹۲۱۹۵/۲	A_{19}
۰/۵۷۷	۰/۹۲	۱/۶۸۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۱۹۱	۳۳۷۴۶/۴	A_{20}
۱۰/۷۸	۲۰/۱۱۴	۳۹/۸۵	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۵	۰/۰۴۹۷	۰/۰۹۲	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵-۳۸- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_{12}

\tilde{Z}_1			\tilde{Z}			C_{12}
۰/۴۹۷	۰/۸۹۹	۱/۶۹۱	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۱۲۱	۳۶۸۶۰/۳۱	A_1
۰/۴۶۲	۰/۹۵۲	۲/۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۳۷۹	۶۴۶۶۷۴۱/۸	A_2
۰/۷۳۵	۱/۲	۲/۱۶۹	۰/۰۰۰۰۲۱	۴۲/۷۷	۱۳۱۱۱۹۵۸/۸	A_3
۰/۵۱۵	۰/۹۵۸	۱/۹۸۷	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۴۲۳	۹۲۶۹۷۱/۴	A_4
۰/۴۸۶	۱/۰۵۴	۲/۷۲۵	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۲/۸۸	۵۱۲۵۶۵۳۱۰/۵	A_5
۰/۴۶۹	۰/۹۶۹	۲/۰۱۶	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۵۳۵	۱۲۴۱۵۶۴/۷	A_6
۰/۴۷۸	۱/۱۹۱	۲/۵۶۱	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۳۳/۱۶	۱۴۷۶۱۰۶۹۰	A_7
۰/۵۸۴	۱/۱۳	۲/۲۱۷	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۱۱/۶۷	۸۲۳۸۷۵۷/۳	A_8
۰/۴۴۴	۰/۹۸۴	۱/۹۴۴	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۷۳۳	۵۹۷۱۹۶/۸	A_9
۰/۴۴	۰/۸۸	۱/۷۶۱	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۰۷۸۵	۸۲۲۹۱/۷	A_{10}
۰/۳۵۴	۱/۰۸۶	۲/۳۹۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۵/۲۷۷	۳۹۰۶۶۱۶۰/۱	A_{11}
۰/۷۲۸	۱/۳۳	۲/۷۳۶	۰/۰۰۰۱۷۷	۳۰/۱/۴۹	۵۵۳۵۸۴۳۷۵	A_{12}
۰/۵۱۵	۱/۰۲۱	۲/۱۸۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۱/۵۲	۶۱۲۸۷۳۱/۵	A_{13}
۰/۶۲۱	۱/۳۲۲	۲/۵۵۸	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۲۶۶/۰۴	۱۴۴۲۴۹۸۶۷/۹	A_{14}
۰/۴۰۷	۰/۸۶۴	۱/۹۱۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۵۳	۴۳۳۹۹۳	A_{15}
۰/۴	۰/۸۱۶	۱/۷۴۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۱۷۱	۶۹۴۳۶/۴	A_{16}
۰/۴۲۸	۰/۷۸۱	۱/۴۹	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۷۲	۲۹۱۵/۸	A_{17}
۰/۳۵۴	۰/۸۶۹	۱/۸۷۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۶۰۵	۲۸۷۱۶۹/۳	A_{18}
۰/۴۹۵	۰/۹۲۲	۱/۷۷۳	۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۱۹۸	۹۴۷۸۴/۹	A_{19}
۰/۴۸۱	۱	۲/۱۵۱	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۱/۰۱۵۴	۴۵۲۰۷۱۵/۸	A_{20}
۹/۹۰۲	۲۰/۲۴۲	۴۲/۱۹	$\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n$			
۰/۰۲۳۷	۰/۰۴۹۴	۰/۱۰۰۹۸	$(\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

۵-۱۱- محاسبه وزن فازی و غیر فازی گزینه‌ها

پس از محاسبه اعداد فازی، وزن فازی و غیر فازی هر یک از گزینه‌ها با توجه به هر کدام از معیارها محاسبه شد. در جدول ۵-۳۹ تا جدول ۵-۵۰ وزن فازی و غیر فازی هر یک از گزینه‌ها نسبت به هر معیار نشان داده شده است.

جدول ۵-۳۹- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_1

وزن غیر فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			گزینه
۰/۰۵	۰/۰۱۵	۰/۰۵	۰/۱۶۴	A ₁
۰/۰۵۵	۰/۰۱۸	۰/۰۵۴	۰/۱۷	A ₂
۰/۰۴۸	۰/۰۱۳	۰/۰۴۹	۰/۱۷۲	A ₃
۰/۰۵۴	۰/۰۱۶	۰/۰۵۴	۰/۱۸	A ₄
۰/۰۴	۰/۰۱۶	۰/۰۴۱	۰/۱۴۹	A ₅
۰/۰۳۹۴	۰/۰۱	۰/۰۳۶	۰/۱۵۷	A ₆
۰/۰۵۲۱	۰/۰۱۴۳	۰/۰۵۲	۰/۱۸۶	A ₇
۰/۰۵۳	۰/۰۱۴۶	۰/۰۵۳	۰/۱۹۳	A ₈
۰/۰۵۶	۰/۰۱۹۱	۰/۰۵۴	۰/۱۷۴	A ₉
۰/۰۵۶	۰/۰۱۵۴	۰/۰۵۶	۰/۲۰۵	A ₁₀
۰/۰۵۹	۰/۰۱۷	۰/۰۶	۰/۲۰۴	A ₁₁
۰/۰۶۱	۰/۰۱۸۵	۰/۰۵۶	۰/۲۲۱	A ₁₂
۰/۰۵۴	۰/۰۱۷۳	۰/۰۵۱	۰/۱۷۵	A ₁₃
۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۵۴	A ₁₄
۰/۰۵	۰/۰۱۴۱	۰/۰۵۲	۰/۱۷۱	A ₁₅
۰/۰۴۲	۰/۰۱۲۵	۰/۰۴۲	۰/۱۴۵	A ₁₆
۰/۰۴۹	۰/۰۱۴۴	۰/۰۴۹	۰/۱۶۶	A ₁₇
۰/۰۴۶	۰/۰۱۱۳	۰/۰۴۸	۰/۱۸۲	A ₁₈
۰/۰۴۵	۰/۰۱۳	۰/۰۴۷	۰/۱۵۴	A ₁₉
۰/۰۴۳	۰/۰۱۰	۰/۰۴۷	۰/۱۶	A ₂₀

جدول ۵-۴۰- وزن فازی و غیر فازی گزینه‌ها برحسب معیار C_2

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۲۱۱	۰/۰۵۴	۰/۰۱۳	۰/۰۵۳
A ₂	۰/۱۴	۰/۰۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۲
A ₃	۰/۱۸	۰/۰۴۷	۰/۰۱۳	۰/۰۴۸
A ₄	۰/۱۸	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴	۰/۰۵
A ₅	۰/۱۶	۰/۰۴۸	۰/۰۱۵	۰/۰۴۸
A ₆	۰/۲	۰/۰۵۶	۰/۰۱۲	۰/۰۵۲
A ₇	۰/۱۷	۰/۰۵۳	۰/۰۱۷	۰/۰۵۴
A ₈	۰/۱۷	۰/۰۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵
A ₉	۰/۱۶	۰/۰۵۰	۰/۰۱۳	۰/۰۴۸
A ₁₀	۰/۱۷	۰/۰۴۳	۰/۰۱	۰/۰۴۲
A ₁₁	۰/۲	۰/۰۶	۰/۰۱۸	۰/۰۶
A ₁₂	۰/۲	۰/۰۵۸	۰/۰۱۷	۰/۰۶
A ₁₃	۰/۱۷	۰/۰۴۹	۰/۰۱۴	۰/۰۵
A ₁₄	۰/۲۱	۰/۰۵۵	۰/۰۱۶۴	۰/۰۵۸
A ₁₅	۰/۱۷	۰/۰۵۰	۰/۰۱۴	۰/۰۴۹
A ₁₆	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۱۵	۰/۰۵
A ₁₇	۰/۱۶	۰/۰۴۵	۰/۰۱۳	۰/۰۴۵
A ₁₈	۰/۱۷	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۴۶
A ₁₉	۰/۱۵۸	۰/۰۴۴	۰/۰۱۳	۰/۰۴۴
A ₂₀	۰/۱۵۵	۰/۰۴۸	۰/۰۱۶	۰/۰۵

جدول ۵-۴۱- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_3

وزن غیر فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			گزینه
۰/۰۵۸	۰/۰۱۸	۰/۰۵۴	۰/۲	A ₁
۰/۰۴۷	۰/۰۱۵	۰/۰۵	۰/۱۳	A ₂
۰/۰۵۸	۰/۰۲۱	۰/۰۵۹	۰/۱۵	A ₃
۰/۰۴۷	۰/۰۱۴	۰/۰۴۴	۰/۱۶	A ₄
۰/۰۵۸	۰/۰۲۲	۰/۰۵۶	۰/۱۶	A ₅
۰/۰۵۲	۰/۰۱۷	۰/۰۵۲	۰/۱۵۴	A ₆
۰/۰۵۴	۰/۰۱۸	۰/۰۵۵	۰/۱۵۳	A ₇
۰/۰۵۷	۰/۰۲۰	۰/۰۵۷	۰/۱۵۷	A ₈
۰/۰۴۶	۰/۰۱۴	۰/۰۴۸	۰/۱۴	A ₉
۰/۰۵۳	۰/۰۱۸	۰/۰۵۱	۰/۱۵۸	A ₁₀
۰/۰۵۸	۰/۰۱۹	۰/۰۵۹	۰/۱۷	A ₁₁
۰/۰۴۹	۰/۰۱۵	۰/۰۵۲	۰/۱۵	A ₁₂
۰/۰۵۵	۰/۰۱۹	۰/۰۵۴	۰/۱۶	A ₁₃
۰/۰۴۳	۰/۰۱۳	۰/۰۴۳	۰/۱۳۸	A ₁₄
۰/۰۳۸	۰/۰۱۲	۰/۰۳۹	۰/۱۱۵	A ₁₅
۰/۰۴۹	۰/۰۱۴	۰/۰۴۹	۰/۱۷۳	A ₁₆
۰/۰۴۳	۰/۰۱۴	۰/۰۴۵	۰/۱۳۳	A ₁₇
۰/۰۴۱	۰/۰۱۳	۰/۰۴۲	۰/۱۳۱	A ₁₈
۰/۰۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۳	۰/۱۸	A ₁₉
۰/۰۴۴	۰/۰۱۵	۰/۰۴۴	۰/۱۳	A ₂₀

جدول ۵-۴۲- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_4

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۱۶۵	۰/۰۵۲	۰/۰۱۷	۰/۰۵۲
A ₂	۰/۱۵۸	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۴۴
A ₃	۰/۱۷۷	۰/۰۴۸	۰/۰۱	۰/۰۴۵
A ₄	۰/۱۶	۰/۰۴۴	۰/۰۱۲	۰/۰۴۳
A ₅	۰/۱۸۶	۰/۰۵۷	۰/۰۱۸	۰/۰۵۸
A ₆	۰/۱۸۱	۰/۰۵۳	۰/۰۱۵	۰/۰۵۳
A ₇	۰/۱۸	۰/۰۵۶	۰/۰۱۹	۰/۰۵۸
A ₈	۰/۱۹	۰/۰۵۴	۰/۰۱۶	۰/۰۵۵
A ₉	۰/۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵
A ₁₀	۰/۱۵۸	۰/۰۴۷	۰/۰۱۵	۰/۰۴۸
A ₁₁	۰/۱۹۹	۰/۰۵۹	۰/۰۱۸	۰/۰۵۹
A ₁₂	۰/۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵
A ₁₃	۰/۲	۰/۰۵۵	۰/۰۱۶	۰/۰۵۶
A ₁₄	۰/۲۱۹	۰/۰۵۴	۰/۰۱۲	۰/۰۵۳
A ₁₅	۰/۱۸	۰/۰۵۳	۰/۰۱۸	۰/۰۵۵
A ₁₆	۰/۱۸۱	۰/۰۴۹	۰/۰۱۳	۰/۰۵
A ₁₇	۰/۱۵۶	۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۲
A ₁₈	۰/۱۵۲	۰/۰۴۲	۰/۰۱۱	۰/۰۴۲
A ₁₉	۰/۱۵۶	۰/۰۴۶	۰/۰۱۴	۰/۰۴۷
A ₂₀	۰/۱۷۱	۰/۰۴۴	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵

جدول ۵-۴۳- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_5

وزن غیر فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			گزینه
۰/۰۴۸	۰/۰۱۱	۰/۰۴۸	۰/۲۰۴	A ₁
۰/۰۵۲۰	۰/۰۱۳	۰/۰۵۱	۰/۲۱۸	A ₂
۰/۰۵۹	۰/۰۱۴	۰/۰۵۷	۰/۲۵۱	A ₃
۰/۰۵۱	۰/۰۱	۰/۰۴۸	۰/۰۲۷۷	A ₄
۰/۰۶۳	۰/۰۱۶	۰/۰۵۹	۰/۰۲۶۴	A ₅
۰/۰۴۸	۰/۰۱	۰/۰۴۶	۰/۲۳۴	A ₆
۰/۰۴۲	۰/۰۰۸	۰/۰۴۵	۰/۱۹۸	A ₇
۰/۰۴۳	۰/۰۰۹	۰/۰۴۶	۰/۲۰۴	A ₈
۰/۰۴	۰/۰۰۸۶۰	۰/۰۴۲	۰/۱۷۷	A ₉
۰/۰۵۲	۰/۰۱	۰/۰۵۲	۰/۲۶۲	A ₁₀
۰/۰۵۶	۰/۰۱	۰/۰۶۱	۰/۲۷	A ₁₁
۰/۰۵۷	۰/۰۱	۰/۰۵۷	۰/۳۰۸	A ₁₂
۰/۰۵۴	۰/۰۱۱	۰/۰۵۱	۰/۲۴۶	A ₁₃
۰/۰۵۰	۰/۰۱	۰/۰۵۲	۰/۲۴۱	A ₁₄
۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۳	۰/۱۶۴	A ₁₅
۰/۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۰۴۱	۰/۱۸۱	A ₁₆
۰/۰۵۳	۰/۰۱۵	۰/۰۵۲	۰/۱۹۱	A ₁₇
۰/۰۵۲	۰/۰۱۱	۰/۰۵۳	۰/۲۴۱	A ₁₈
۰/۰۴۹	۰/۰۱	۰/۰۵۲	۰/۲۲۵	A ₁₉
۰/۰۳۷	۰/۰۰۹	۰/۰۳۹	۰/۱۵۵	A ₂₀

جدول ۵-۴۴- وزن فازی و غیر فازی گزینه‌ها برحسب معیار C_6

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۱۷۷	۰/۰۵۵	۰/۰۱۷	۰/۰۵۵
A ₂	۰/۱۹۵	۰/۰۵۱	۰/۰۱۴	۰/۰۵۱
A ₃	۰/۱۹۵	۰/۰۵۶	۰/۰۱۶	۰/۰۵۷
A ₄	۰/۱۷۸	۰/۰۴۶	۰/۰۱۱	۰/۰۴۵
A ₅	۰/۱۷۹	۰/۰۵۲	۰/۰۱۳	۰/۰۵
A ₆	۰/۱۸۱	۰/۰۵	۰/۰۱۱	۰/۰۴۶
A ₇	۰/۱۸۶	۰/۰۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۴۸
A ₈	۰/۱۷۷	۰/۰۲۸	۰/۰۱	۰/۰۳۸
A ₉	۰/۱۷۱	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۴۶
A ₁₀	۰/۲۲۴	۰/۰۵۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵۳
A ₁₁	۰/۱۹۲	۰/۰۵۷	۰/۰۱۵	۰/۰۵۵
A ₁₂	۰/۲۱۸	۰/۰۵۸	۰/۰۱۶	۰/۰۵۹
A ₁₃	۰/۱۷۶	۰/۰۵۵	۰/۰۱۸	۰/۰۵۶
A ₁₄	۰/۱۸۵	۰/۰۵۱	۰/۰۱۴	۰/۰۵
A ₁₅	۰/۱۹۱	۰/۰۵۳	۰/۰۱۴	۰/۰۵۲
A ₁₆	۰/۱۶۵	۰/۰۴۷	۰/۰۱۳	۰/۰۴۶
A ₁₇	۰/۱۲۶	۰/۰۳۶	۰/۰۱	۰/۰۳۶
A ₁₈	۰/۱۸۷	۰/۰۵۴	۰/۰۱۵	۰/۰۵۳
A ₁₉	۰/۱۸۷	۰/۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۵۱
A ₂₀	۰/۱۷۴	۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۴

جدول ۵-۴۵- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_7

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۱۹۸	۰/۰۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۴۹
A ₂	۰/۱۷۹	۰/۰۴۷	۰/۰۱۱	۰/۰۴۵
A ₃	۰/۲۰۹	۰/۰۵۲	۰/۰۱۱	۰/۰۵
A ₄	۰/۲۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵
A ₅	۰/۲۵۲	۰/۰۴۹	۰/۰۱	۰/۰۵
A ₆	۰/۲۰۲	۰/۰۴۶	۰/۰۰۹	۰/۰۴۵
A ₇	۰/۱۹۶	۰/۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۴۵
A ₈	۰/۲۶۴	۰/۰۵۹	۰/۰۱۲	۰/۰۵۸
A ₉	۰/۲۰۵	۰/۰۵	۰/۰۱۱	۰/۰۴۸
A ₁₀	۰/۲۴۵	۰/۰۵۲	۰/۰۱	۰/۰۵۱
A ₁₁	۰/۲۶۴	۰/۰۶۸	۰/۰۲	۰/۰۷۱
A ₁₂	۰/۲۷۶	۰/۰۶	۰/۰۱۳	۰/۰۶۰
A ₁₃	۰/۲۳۰	۰/۰۴۶	۰/۰۱	۰/۰۴۸
A ₁₄	۰/۲۱۷	۰/۰۴۷	۰/۰۰۹	۰/۰۴۵
A ₁₅	۰/۲۲۱	۰/۰۵۱	۰/۰۱۲	۰/۰۵۱
A ₁₆	۰/۲۰۴	۰/۰۴۴	۰/۰۰۹	۰/۰۴۵
A ₁₇	۰/۱۵۶	۰/۰۳۶	۰/۰۰۸	۰/۰۳۷
A ₁₈	۰/۲۴	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۴۹
A ₁₉	۰/۱۹۷	۰/۰۴۳	۰/۰۰۹	۰/۰۴۳
A ₂₀	۰/۲۱۳	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۵

جدول ۵-۴۶- وزن فازی و غیر فازی گزینه‌ها برحسب معیار C_8

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۲۰۱	۰/۰۵۲	۰/۰۱۲۷	۰/۰۵۸
A ₂	۰/۲۲۱	۰/۰۶۳	۰/۰۲	۰/۰۵۷
A ₃	۰/۱۸۳	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴	۰/۰۵۱
A ₄	۰/۲۰۷	۰/۰۵۱۰	۰/۰۱۳	۰/۰۵۳
A ₅	۰/۲۱۲	۰/۰۵۷	۰/۰۱۴	۰/۰۵۲
A ₆	۰/۱۷۱	۰/۰۴۸	۰/۰۱۵	۰/۰۵
A ₇	۰/۱۸۱	۰/۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۴۹
A ₈	۰/۱۹	۰/۰۵۲	۰/۰۱۲	۰/۰۵۲
A ₉	۰/۲۱۱	۰/۰۵۵	۰/۰۱۵	۰/۰۴۸
A ₁₀	۰/۱۵۵	۰/۰۴۵	۰/۰۱۱	۰/۰۵
A ₁₁	۰/۲۱۸	۰/۰۶	۰/۰۱۶	۰/۰۵۴
A ₁₂	۰/۲۰۱	۰/۰۵۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۹
A ₁₃	۰/۱۷۶	۰/۰۴۳	۰/۰۱۶	۰/۰۴۷
A ₁₄	۰/۱۷۶	۰/۰۴۸	۰/۰۱۲	۰/۰۴
A ₁₅	۰/۱۱۸	۰/۰۳۴	۰/۰۱	۰/۰۴۱
A ₁₆	۰/۱۹۴	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵۱
A ₁₇	۰/۱۷۶	۰/۰۵۲	۰/۰۱۶	۰/۰۴۸
A ₁₈	۰/۱۷۰	۰/۰۴۵	۰/۰۱۱	۰/۰۴۲
A ₁₉	۰/۱۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۱	۰/۰۴۴
A ₂₀	۰/۱۷۲	۰/۰۴۷	۰/۰۱۴	۰/۰۴۹

جدول ۵-۴۷- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C

وزن غیر فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			گزینه
۰/۰۴۶	۰/۰۱۳	۰/۰۴۶	۰/۱۷۱	A ₁
۰/۰۵۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۶	۰/۲۳۶	A ₂
۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۰/۱۹۹	A ₃
۰/۰۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	۰/۱۹۳	A ₄
۰/۰۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۴۶	۰/۱۹۷	A ₅
۰/۰۴۱	۰/۰۱۲	۰/۰۴۲	۰/۱۳۸	A ₆
۰/۰۵۲	۰/۰۱۵	۰/۰۵۱	۰/۱۸	A ₇
۰/۰۴۹	۰/۰۱۳	۰/۰۴۹	۰/۱۸۵	A ₈
۰/۰۶۲	۰/۰۱۸	۰/۰۶۱	۰/۲۱۲	A ₉
۰/۰۰۶	۰/۰۱۹	۰/۰۵۸	۰/۲	A ₁₀
۰/۰۵۳	۰/۰۱۴	۰/۰۵۳	۰/۱۹۹	A ₁₁
۰/۰۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۵۹	۰/۲۱	A ₁₂
۰/۰۴۶	۰/۰۱۴	۰/۰۴۵	۰/۱۵۳	A ₁₃
۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۱۵۲	A ₁₄
۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۵۲۲	۰/۱۸۹	A ₁₅
۰/۰۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	۰/۱۹۲	A ₁₆
۰/۰۴۳	۰/۰۰۱	۰/۰۴۶	۰/۱۶۶	A ₁₇
۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۲	۰/۱۵۸	A ₁₈
۰/۰۳۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۹	۰/۱۳۴	A ₁₉
۰/۰۴۶	۰/۰۱۱	۰/۰۴۹	۰/۱۷۴	A ₂₀

جدول ۵-۴۸- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_{10}

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۱۷	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۴۶
A ₂	۰/۲۸۱	۰/۰۵۵	۰/۰۱۱	۰/۰۵۶
A ₃	۰/۱۹۲	۰/۰۴۷	۰/۰۱۱	۰/۰۴۶
A ₄	۰/۲۲	۰/۰۵۸	۰/۰۱۴	۰/۰۵۶
A ₅	۰/۱۹۵	۰/۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۵۱
A ₆	۰/۲۰۶	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵
A ₇	۰/۲۵۱	۰/۰۵۳	۰/۰۱	۰/۰۴۹
A ₈	۰/۱۹۱	۰/۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۴۵
A ₉	۰/۲۲۵	۰/۰۴۹	۰/۰۱۱	۰/۰۵۰
A ₁₀	۰/۲۰۹	۰/۰۵۲	۰/۰۱۳	۰/۰۵۲
A ₁₁	۰/۲۳۴	۰/۰۵۶	۰/۰۱۴	۰/۰۵۷
A ₁₂	۰/۱۹۴	۰/۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۴۶
A ₁₃	۰/۱۷۵	۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۴
A ₁₄	۰/۲۱۲	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵
A ₁₅	۰/۱۹۲	۰/۰۴۸	۰/۰۱۲	۰/۰۴۸
A ₁₆	۰/۱۷	۰/۰۴۳	۰/۰۰۹	۰/۰۴۱
A ₁₇	۰/۱۹۵	۰/۰۴۳	۰/۰۱	۰/۰۴۴
A ₁₈	۰/۲۱۹	۰/۰۴۸	۰/۰۱	۰/۰۴۸
A ₁₉	۰/۲۵۷	۰/۰۶۲	۰/۰۱۶	۰/۰۶۴
A ₂₀	۰/۲۳۷	۰/۰۴۹	۰/۰۰۹	۰/۰۴۷

جدول ۵-۴۹- وزن فازی و غیر فازی گزینه‌ها برحسب معیار C_{11}

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۱۷۷	۰/۰۵۴	۰/۰۱۲	۰/۰۴۹
A ₂	۰/۱۸۹	۰/۰۵۵	۰/۰۲۲	۰/۰۶۱
A ₃	۰/۱۹۲	۰/۰۵۶	۰/۰۱۷	۰/۰۵۷
A ₄	۰/۲۰۲	۰/۰۵۱	۰/۰۱۲	۰/۰۵
A ₅	۰/۲۰۶	۰/۰۵۹	۰/۰۱۳	۰/۰۵۴
A ₆	۰/۱۸۵	۰/۰۵۱	۰/۰۱۳	۰/۰۵
A ₇	۰/۱۹۸	۰/۰۵۶	۰/۰۱۹	۰/۰۶
A ₈	۰/۲۱۸	۰/۰۵۲	۰/۰۱۱	۰/۰۵
A ₉	۰/۱۷۶	۰/۰۴۸	۰/۰۱۴	۰/۰۴۹
A ₁₀	۰/۱۶۰	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱	۰/۰۴۳
A ₁₁	۰/۱۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۹	۰/۰۴۳
A ₁₂	۰/۱۹۴	۰/۰۵۵	۰/۰۱۴	۰/۰۵۳
A ₁₃	۰/۱۶۶	۰/۰۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵
A ₁₄	۰/۱۶۵	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱	۰/۰۴۴
A ₁₅	۰/۱۸۲	۰/۰۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۴۸
A ₁₆	۰/۱۵۸	۰/۰۳۸	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸
A ₁₇	۰/۲۰۳	۰/۰۵۴	۰/۰۱۸	۰/۰۵۸
A ₁₈	۰/۱۸۵	۰/۰۴۲	۰/۰۱۱	۰/۰۴۴
A ₁₉	۰/۱۸۳	۰/۰۴۸	۰/۰۱۲	۰/۰۴۸
A ₂₀	۰/۱۵۶	۰/۰۴۵	۰/۰۱۴	۰/۰۴۷

جدول ۵-۵- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_{12}

گزینه	وزن فازی گزینه‌ها			وزن غیر فازی گزینه‌ها
A ₁	۰/۱۷	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱	۰/۰۴۴
A ₂	۰/۲۲۱	۰/۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۴۸
A ₃	۰/۲۲۹	۰/۰۵۹	۰/۰۱۷	۰/۰۶۲
A ₄	۰/۲	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۰/۰۴۹
A ₅	۰/۲۷۵	۰/۰۵۲	۰/۰۱۱	۰/۰۵۵
A ₆	۰/۲۰۳	۰/۰۴۸	۰/۰۱۱	۰/۰۴۷
A ₇	۰/۲۵۸	۰/۰۵۸	۰/۰۱۱	۰/۰۵۵
A ₈	۰/۲۲۳	۰/۰۵۵	۰/۰۱۳	۰/۰۵۶
A ₉	۰/۱۹۶	۰/۰۴۸	۰/۰۱	۰/۰۴۶
A ₁₀	۰/۱۷۷	۰/۰۴۳	۰/۰۱	۰/۰۴۳
A ₁₁	۰/۲۴۲	۰/۰۵۳	۰/۰۰۸	۰/۰۴۸
A ₁₂	۰/۲۷۶	۰/۰۶۵	۰/۰۱۷	۰/۰۶۸
A ₁₃	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۵۱
A ₁₄	۰/۲۵۸	۰/۰۶۵	۰/۰۱۵	۰/۰۶۳
A ₁₅	۰/۱۹۳	۰/۰۴۲	۰/۰۰۹۶	۰/۰۴۳
A ₁₆	۰/۱۷۶	۰/۰۴	۰/۰۰۹۴	۰/۰۴
A ₁₇	۰/۱۵۰	۰/۰۳۸	۰/۰۱۰	۰/۰۳۹
A ₁₈	۰/۱۹۰	۰/۰۴۳	۰/۰۰۸۴	۰/۰۴
A ₁₉	۰/۱۸	۰/۰۴۵	۰/۰۱۱	۰/۰۴۵
A ₂₀	۰/۲۱۷	۰/۰۴۹	۰/۰۱۱	۰/۰۴۹

وزن معیارها و گزینه‌ها نسبت به معیارها به دست آمده است، اکنون وزن هر گزینه محاسبه می‌شود. در جدول ۵-۵ وزن معیارها و در جدول ۵-۵ وزن گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها درج شده است.

جدول ۵-۵- وزن نهایی معیارها

معیار	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
وزن	۰/۲۸۰	۰/۱۲۶	۰/۰۹۵	۰/۰۴۸	۰/۰۳۶	۰/۰۵۷
معیار	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
وزن	۰/۰۳۴	۰/۰۸۱	۰/۰۷۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵۹	۰/۰۲۷

جدول ۵-۵۲- وزن نهایی هر گزینه نسبت به هر معیار

	C ₁₂	C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	معیار گزینه
	۰/۰۴۴	۰/۰۴۹	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۵۸	۰/۰۴۹	۰/۰۵۵	۰/۰۴۸	۰/۰۵۲	۰/۰۵۸	۰/۰۵۴	۰/۰۴۸	A ₁
	۰/۰۴۸	۰/۰۶۱	۰/۰۵۶	۰/۰۵۸	۰/۰۵۷	۰/۰۴۶	۰/۰۵۱	۰/۰۵۲	۰/۰۴۴	۰/۰۴۷	۰/۰۴۲	۰/۰۵۵	A ₂
	۰/۰۶۲	۰/۰۵۷	۰/۰۴۶	۰/۰۶	۰/۰۵۱	۰/۰۴۹	۰/۰۵۶	۰/۰۵۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	A ₃
	۰/۰۴۹	۰/۰۵۰	۰/۰۵۶	۰/۰۵۰	۰/۰۵۴	۰/۰۵	۰/۰۴۵	۰/۰۵۱	۰/۰۴۳	۰/۰۴۷	۰/۰۵۰	۰/۰۵۴	A ₄
	۰/۰۵۵	۰/۰۵۴	۰/۰۵۱	۰/۰۴۶	۰/۰۵۲	۰/۰۵	۰/۰۵۰	۰/۰۶۴	۰/۰۵۸	۰/۰۵۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴	A ₅
	۰/۰۴۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴۱	۰/۰۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۷	۰/۰۴۸	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲	۰/۰۵۱	۰/۰۳۹	A ₆
	۰/۰۵۵	۰/۰۵۹	۰/۰۵۰	۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	۰/۰۴۵	۰/۰۴۸	۰/۰۴۲	۰/۰۵۸	۰/۰۵۳	۰/۰۵۴	۰/۰۵۲	A ₇
	۰/۰۵۵	۰/۰۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۹	۰/۰۵۲	۰/۰۵۸	۰/۰۳۸	۰/۰۴۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵۷	۰/۰۴۵	۰/۰۵۳	A ₈
	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۵	۰/۰۶۲	۰/۰۴۹	۰/۰۴۸	۰/۰۴۶	۰/۰۴۰	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۸	۰/۰۵۶	A ₉
	۰/۰۴۳	۰/۰۴۳	۰/۰۵۲	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲	۰/۰۴۸	۰/۰۵۳۱	۰/۰۴۲	۰/۰۵۶	A ₁₀
	۰/۰۴۸	۰/۰۴۳	۰/۰۵۶	۰/۰۵۳	۰/۰۵۴	۰/۰۷۱	۰/۰۵۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۹	۰/۰۵۸	۰/۰۶۰	۰/۰۵۹	A ₁₁
	۰/۰۶۸	۰/۰۵۳	۰/۰۴۶	۰/۰۵۸	۰/۰۴۹	۰/۰۶۰	۰/۰۵۹	۰/۰۵۷	۰/۰۴۵	۰/۰۴۹	۰/۰۶۰	۰/۰۶۱	A ₁₂
	۰/۰۵۱	۰/۰۴۵	۰/۰۴۴	۰/۰۴۶	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴	۰/۰۵۶	۰/۰۵۵	۰/۰۴۹	۰/۰۵۴	A ₁₃
	۰/۰۶۲	۰/۰۴۴	۰/۰۵	۰/۰۴۰۵	۰/۰۴۰	۰/۰۴۵	۰/۰۵۰	۰/۰۵	۰/۰۵۳	۰/۰۴۳	۰/۰۵۸	۰/۰۴	A ₁₄
	۰/۰۴۳	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۵	۰/۰۴۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۲	۰/۰۴۲	۰/۰۵۵	۰/۰۳۷	۰/۰۴۹	۰/۰۵	A ₁₅
	۰/۰۴۰	۰/۰۳۸	۰/۰۴۲	۰/۰۴۹	۰/۰۵۱	۰/۰۴۴	۰/۰۴۶	۰/۰۴۱	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۵	۰/۰۴۲	A ₁₆
	۰/۰۳۹	۰/۰۵۸	۰/۰۴۴	۰/۰۴۳	۰/۰۴۸	۰/۰۳۷	۰/۰۳۶	۰/۰۵۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۴	۰/۰۴۵	۰/۰۴۹	A ₁₇
	۴۰/۰	۰/۰۴۴	۰/۰۴۷	۰/۰۴۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۱	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	A ₁₈
	۰/۰۴۶	۰/۰۴۸	۰/۰۶۴	۰/۰۳۹	۰/۰۴۴	۰/۰۴۴	۰/۰۵۱	۰/۰۴۹	۰/۰۴۶	۰/۰۴۵	۰/۰۴۴	۰/۰۴۵	A ₁₉
	۰/۰۴۹	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۵	۰/۰۴۳	۰/۰۳۷	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۹	۰/۰۴۳	A ₂₀

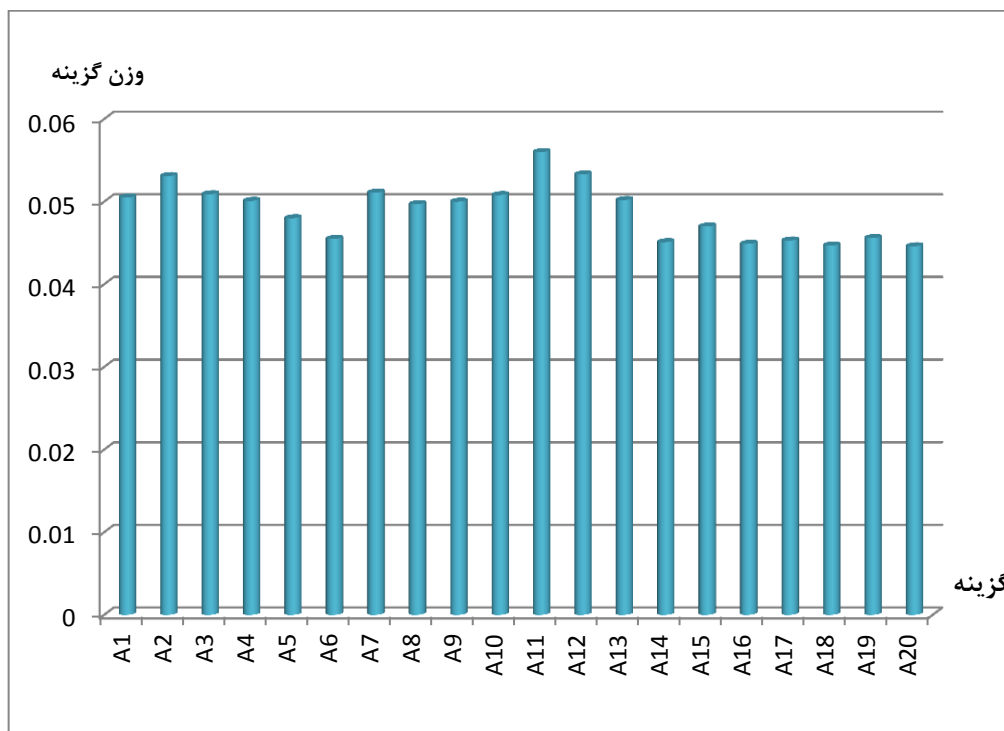
وزن نهایی هر گزینه در جدول ۵-۵۳ نشان داده شده است.

جدول ۵-۵۳- وزن نهایی گزینه‌ها

A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	گزینه
۰/۰۴۸۰	۰/۰۵۰۱	۰/۰۵۰۹	۰/۰۵۳۱	۰/۰۵۰۵	وزن
A ₁₀	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	گزینه
۰/۰۵۰۸	۰/۰۵۰۰	۰/۰۴۹۷	۰/۰۵۱۱	۰/۰۴۵۵	وزن
A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₂	A ₁₁	گزینه
۰/۰۴۷۰	۰/۰۴۵۱	۰/۰۵۰۲	۰/۰۵۵۳	۰/۰۵۶۰	وزن
A ₂₀	A ₁₉	A ₁₈	A ₁₇	A ₁₆	گزینه
۰/۰۴۴۶	۰/۰۴۵۶	۰/۰۴۴۷	۰/۰۴۵۳	۰/۰۴۴۹	وزن

با توجه به وزن‌های به دست آمده، رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها، به ترتیب، به صورت زیر خواهد بود و در شکل ۳-۵ نیز برتری گزینه‌ها نسبت به یکدیگر نشان داده شده است.

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ✓ ۱۱-گزینه A_8 | ✓ ۱-گزینه A_{11} |
| ✓ ۱۲-گزینه A_5 | ✓ ۲-گزینه A_{12} |
| ✓ ۱۳-گزینه A_{15} | ✓ ۳-گزینه A_2 |
| ✓ ۱۴-گزینه A_{19} | ✓ ۴-گزینه A_7 |
| ✓ ۱۵-گزینه A_6 | ✓ ۵-گزینه A_3 |
| ✓ ۱۶-گزینه A_{17} | ✓ ۶-گزینه A_{10} |
| ✓ ۱۷-گزینه A_{14} | ✓ ۷-گزینه A_1 |
| ✓ ۱۸-گزینه A_{16} | ✓ ۸-گزینه A_{13} |
| ✓ ۱۹-گزینه A_{18} | ✓ ۹-گزینه A_4 |
| ✓ ۲۰-گزینه A_{20} | ✓ ۱۰-گزینه A_9 |



شکل ۳-۵- برتری گزینه‌ها نسبت به یکدیگر

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که وزن نهایی گزینه‌ها به یکدیگر بسیار نزدیک است، به همین سبب برای پنج گزینه‌ی اول، هزینه به ازای واحد طول را برای هر یک از این گزینه‌ها بایستی مد نظر

قرار داد تا گزینه‌ی مناسب به دست آید. در جدول ۵-۵۴ هزینه به ازای واحد طول برای سرمتها درج شده است.

جدول ۵-۵۴- هزینه به ازای واحد طول سرمتها

نوع سرمته	L111	R1	S3SJ	GT20	F2
هزینه واحد طول (دلار)	۲۲۹	۲۷۲	۴۰۷	۳۰۲	۳۵۱

امتیاز به دست آمده برای سرمتها یک کمیت مثبت است اما هزینه به ازای واحد طول یک کمیت منفی در انتخاب سرمتها است، پس برای این که بین این دو پارامتر ارتباط برقرار شود بایستی هر دو از یک جنس (هر دو مثبت یا هر دو منفی) باشند به همین دلیل مقدار معکوس هزینه واحد طول برای سرمتها در جدول ۵-۵۵ نشان داده شده است.

جدول ۵-۵۵- معکوس هزینه واحد طول برای سرمتها

نوع سرمته	L111	R1	S3SJ	GT20	F2
معکوس هزینه واحد طول ($\frac{1}{\text{دلار}}$)	۰/۰۰۴۳۶	۰/۰۰۳۶۷	۰/۰۰۲۴۵	۰/۰۰۳۳۱	۰/۰۰۲۸۵

در پایان از ضرب وزنی که در مرحله قبل به دست آمده در معکوس هزینه واحد طول، سرمته مناسب به دست می‌آید. در جدول ۵-۵۶ وزن نهایی سرمتها نشان داده شده است.

جدول ۵-۵۶- وزن نهایی سرمتها

نوع سرمته	L111	R1	S3SJ	GT20	F2
وزن نهایی	۰/۰۲۴۴۱	۰/۰۲۰۲۹	۰/۰۱۳۰۰	۰/۰۱۶۱۹	۰/۰۱۴۵۰

با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه اقتصادی، رتبه‌بندی نهایی سرمتها به ترتیب زیر خواهد بود: L111، R1، GT20، F2 و S3SJ.

۵-۱۲- جمع‌بندی

در این فصل پس از معرفی معیارها و گزینه‌های مسأله، با استفاده از روش فازی دلفی حل مسأله شروع شد. با توجه به دو پرسش‌نامه‌ای که در اختیار کارشناسان قرار داده شده بود و کارشناسان این پرسش‌نامه‌ها را تکمیل کردند، ابتدا با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی بین معیارها و استفاده از روابطی که در فصل چهارم بیان شده بود، وزن معیارها محاسبه شد. در ادامه ماتریس مقایسه زوجی بین گزینه‌ها با توجه به هرکدام از معیارها تشکیل شد و وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها محاسبه شد. در انتهای فصل وزن نهایی هر گزینه محاسبه شد. پس از محاسبه وزن گزینه‌ها به دلیل نزدیک بودن امتیازات به یکدیگر، با در نظر گرفتن هزینه به ازای واحد طول در هر سرمته، سرمته‌های کاجی L111، R1 و GT20 بیشترین امتیاز را به دست آورده و به عنوان گزینه‌های پیشنهادی برای حفاری در میدان نفتی مارون مطرح شدند.

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه‌گیری

سرمرته مهم‌ترین قسمت در یک سیستم حفاری است که در تماس مستقیم با سنگ قرار داشته و عمل حفاری را انجام می‌دهد. حدود ۵ تا ۷ درصد از هزینه‌های حفاری مربوط به تعمیر و تعویض سرمرته است، پس اگر بتوان سرمرته‌ای برای یک محیط انتخاب کرد که کمترین تعداد تعویض و تعمیر را داشته باشد، هزینه حفاری به مقدار زیادی کاهش پیدا می‌کند.

در انتخاب سرمرته برای یک سازند پارامترهای بسیاری تأثیر گذار هستند و چون در نظر گرفتن تمامی این پارامترها، حل مسأله را دشوار می‌سازد این پارامترها را دسته‌بندی کرده و در این تحقیق پارامترهای ژئومکانیکی مبنای کار قرار گرفته است. در انتخاب سرمرته درجه اهمیت این پارامترها با یکدیگر متفاوت است و از طرفی نظر افراد مختلف در ارتباط با یک مسأله با یکدیگر فرق دارد، پس مسأله انتخاب سرمرته را بایستی به کمک روش تصمیم‌گیری فازی دلفی حل کرد و در این تحقیق نیز با استفاده از روش فازی دلفی انتخاب سرمرته مناسب برای میدان نفتی مارون انجام شده است.

در فصل‌های قبل به معرفی سرمرته‌ها، سازندها و روش‌های تصمیم‌گیری پرداخته، و پس از آن، بررسی موضوع اصلی پایان‌نامه، یعنی انتخاب سرمرته مناسب برای حفاری میدان نفتی مارون با استفاده از روش تصمیم‌گیری فازی دلفی انجام شد. در راستای انجام تحقیق، با تهیه دو پرسش‌نامه و

ارائه آن به متخصصان، نظرات آن‌ها در دو مرحله مورد استفاده قرار گرفت. برای سی و شش کارشناس پرسش‌نامه‌ها ارسال شد و نه نفر از آن‌ها پرسش‌نامه‌ها را تکمیل کردند. تیم کارشناسی شامل مهندسين پژوهشکده صنعت نفت، دانشگاه صنعت نفت آبادان و امير کبير تهران و... می‌باشد. در یکی از پرسش‌نامه‌ها اهمیت پارامترهای حفاری نسبت به یکدیگر سنجیده شد و در پرسش‌نامه دوم، امتیاز هر یک از گزینه‌ها نسبت به هر کدام از پارامترهای حفاری مشخص شد.

پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها، تحلیل و بررسی آن‌ها با استفاده از روش FDAHP آغاز شد. با تحلیل نظرات متخصصان مشخص شد که اهمیت پارامترهای حفاری، در حفاری میدان نفتی مارون به ترتیب زیر است:

۱- مقاومت فشاری تک محوره (۲۸ درصد) ۲- کانی‌های ساینده (۱۲/۶ درصد) ۳- بافت و ابعاد دانه‌ها (۹/۵۲ درصد) ۴- خاصیت الاستیسیته (۸/۱۱ درصد) ۵- تخلخل و تراوایی سنگ (۷/۷۸ درصد) ۶- سختی (۵/۹۴ درصد) ۷- گسل (۵/۷۳ درصد) ۸- چسبندگی سازند (۵/۶۹ درصد) ۹- عمق لایه (۴/۷۹ درصد) ۱۰- وجود آب (۳/۶۳ درصد) ۱۱- وضعیت تنش‌ها (۳/۴۴ درصد) ۱۲- بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها (۲/۶۹ درصد).

در مرحله دوم، به بررسی اهمیت گزینه‌ها نسبت به پارامترهای حفاری پرداخته شد، تا امتیاز هر کدام از گزینه‌ها با توجه به هر کدام از پارامترهای حفاری به دست آید. پس از این که، این مرحله به پایان رسید، آخرین قسمت کار و در واقع مهم‌ترین قسمت تحقیق، یعنی مشخص کردن سرتمه مناسب و رتبه‌بندی سرتمه‌ها انجام شد.

در پایان مشخص شد که بهترین گزینه ممکن برای حفاری میدان نفتی مارون، گزینه A_{11} یعنی سرتمه L111، با ۵/۶ درصد امتیاز می‌باشد. این سرتمه از نوع سرتمه‌های کاجی و ساخت شرکت هیوز است و برای بهینه‌سازی فرایند حفاری در این میدان نفتی، اگر مهندسان از این نوع سرتمه استفاده کنند به نتایج بهتری دست خواهند یافت. بعد از این سرتمه، سرتمه‌های کاجی R1، GT20، F2، MX03، S3SJ، HA517 و سرتمه سایشی STR445XL در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

۶-۲- پیشنهادات

در این تحقیق پارامترهای تأثیر گذار در فرایند حفاری تقسیم‌بندی شد و مبنای کار، انتخاب سرمرته بر اساس شرایط ژئومکانیکی سازند قرار گرفت. در حفاری یک سازند علاوه بر پارامترهای سازندی، عوامل دیگری نیز تأثیر گذار هستند که از جمله‌ی این عوامل می‌توان به پارامترهای ماشین حفاری مانند: سرعت چرخش سرمرته، انرژی ویژه و ... اشاره کرد. به سبب این که انتخاب سرمرته با در نظر گرفتن تمام این پارامترها، حل مسأله را بسیار دشوار می‌کند پیشنهاد می‌شود:

- برای میدان نفتی مارون با توجه به پارامترهای ماشین حفاری نیز، انتخاب سرمرته مناسب انجام گرفته و با مقایسه نتایج آن تحقیق با نتایج به دست آمده از این پژوهش و ترکیب نتایج حاصل از این دو پژوهش، سرمرته‌ی مناسبی که پارامترهای سازند و پارامترهای شرایط ماشین را می‌تواند پوشش داده و عملیات حفاری را بهینه سازد، به عنوان سرمرته مناسب این میدان نفتی انتخاب شود.

- با استفاده از روش‌های دیگری مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، یک مدل با توجه به شرایط سازند برای انتخاب سرمرته مناسب در میدان نفتی مارون ساخته شود و نتایج به دست آمده با یکدیگر مقایسه شود.

- برای سایر میادین نفتی ایران که شرایطی مشابه میدان نفتی مارون دارند، نتایج به دست آمده از این تحقیق مورد استفاده قرار گیرد و میزان تغییر هزینه‌ها و بازدهی عملیات محاسبه شود.

منابع

منابع و مراجع

- جعفری مقدم علی رضا، ۱۳۸۸ "انتخاب ماشین حفاری مناسب تونل‌زنی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- حیدری عبدالمجید، ۱۳۸۵ "مهندسی مته‌های حفاری"، اداره مهندسی اداره کل حفاری.
- صفری محسن، ۱۳۸۸ "انتخاب مکان برای کارخانه فراوری معدن سنگان خواف"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- عادل زاده محمد رضا، ۱۳۸۸، انواع مته‌های حفاری در صنایع نفت و گاز. "نشریه فنی تخصصی اکتشاف و تولید شرکت ملی نفت ایران".
- عاشوری حسن، مهرکی محسن و قاسم العسگری محمد کمال، ۱۳۸۹، "بهینه سازی پارامترهای حفاری برای انتخاب بهترین مته در یکی از مخازن نفتی با استفاده از شبکه‌های عصبی" نخستین همایش ملی فناوری های نوین در صنایع نفت و گاز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه، اسفند ماه.
- عطایی محمد، ۱۳۹۴، "تصمیم‌گیری چند معیاره فازی"، انتشارات دانشگاه شاهرود، فروردین ماه.
- گاهنامه علمی، پژوهشی و تحلیلی صیانت، نشریه تخصصی صنعت حفاری نفت و گاز، پژوهشکده صنعت نفت ایران
- محمد مهدی فجرک، بهرام علیزاده و هرمز فلاوند، ۱۳۸۶، "مطالعه مخزن نفت بنگستان میدان نفتی مارون با استفاده از روش کروماتوگرافی"، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.
- معماریان حسین، معمری حامد و نجفی عبدالله، ۱۳۸۲، "انتخاب سرمته‌های الماسه مغزه‌گیر برای حفاری‌های ژئوتکنیکی ایران"، ششمین کنفرانس تونل، دانشگاه علم و صنعت تهران، بهمن ماه.
- معماریان حسین و همکاران، ۱۳۷۸، روش بهینه انتخاب مته برای حفاری‌های نفت و گاز ایران، "نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران"، شهریور ماه
- عبدالهی رحمان، ۱۳۹۱، "کتاب الکترونیکی مهندسی نفت".

نوری بهروز، میقاتی نژاد علی رضا، ۱۳۹۲، پژوهشکده صنعت نفت ماهنامه علمی-ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۰۷، آذر ماه.

Bahari , M, 2008, "Determining Bourgoyne and Young Model Coefficients Using Genetic Algorithm to Predict Drilling Rate", Journal Of Applied Sciences 8(17): 3050-3054.

Basarir, L and Tutluoglu, C, 2014 "Penetration rate prediction for diamond bit drilling by adaptive neuro-fuzzy inference system and multiple regressions", Engineering Geology 1-9.

Drilling Bits Book, 2013, Rock More International, AE Amsterdam: 400-402

Jim And Apos, 2000, " Design Index: A Systematic Method of PDC Drill Bit Selection, Publisher: Society of Petroleum Engineers.

Martin, 2006, " Improved Optimisation of Bit Selection Using Mathematically Modelled Bit Performance Indices", Publisher: Society of Petroleum Engineers.

Ning, Honghai, Yinghu , Shuguo, Haijun, 2011, " Monitoring method of drilling bit working status with mechanical specific energy theory", Journal of Chongqing University of Science and Technology.

Rabia, 1985, " Specific Energy as a Criterion for Bit Selection", Society of Petroleum Engineers.

Serkan, Demircioglu and Akin, 2002, Application of artificial "neural networks to optimum bit Selection", Petroleum and Natural Gas Engineering Department, Middle East Technical University, Inonu Bulvari 06531, Ankara, Turkey.

Sonny, Irawan, Rahman and Qadir Tunio, 2012, "Optimization of Weight on Bit During Drilling Operation Based on Rate of Penetration Model", Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 4(12): 1690-1695.

Tang, 2013, "Bit Selection of Carbonate Formation Based on Fuzzy Clustering Method", Advanced Materials Research, Vols. 756-759, pp. 4520-4524, Sep.

Tiwari, 1994, " Dull bit grading and rock strength analysis key to bit selection", Oil and Gas Journal; (United States); Journal Volume: 92:49.

Uboldi, 1999, " Rock Strength Measurements on Cuttings as Input Data for Optimizing Drill Bit Selection", Society of Petroleum Engineers Inc.

Varel mining catalog, 2011.

Wei Chen, Shyong Tseng and Pei Hong, 2011, "An efficient bit-based feature selection method", Journal of Chongqing University of Science and Technology.

Wilsonville, 2013, Bit Selection Handbook, judendurg Austria: 40-45.

www.Prozhe.com// date: 2015.5.20

سایت تخصصی دانشجویان ایران

پیوست

در این قسمت، پرسش‌نامه‌هایی که برای نظرسنجی در اختیار کارشناسان قرار داده شده است، به همراه توضیحات جدول‌ها آورده شده است.

متن پرسش‌نامه به صورت زیر است:

موضوع: انتخاب بهترین نوع سرمه برای حفاری چاه‌های نفت با توجه به نوع سازند (مطالعه موردی: میدان نفتی مارون)

نظردهنده:..... سمت:..... تحصیلات:..... میزان سابقه:.....

در جدول شماره ۲، از شما تقاضا مندم امتیاز مربوط به هر معیار را با توجه به هر گزینه (نوع سرمه) در سطر مربوط به آن معیار و در ستون گزینه مورد نظر وارد کنید. به طور مثال اگر اهمیت معیار مقاومت فشاری برای سرمه مدل F2 خیلی زیاد است در سطر و ستون مربوطه عدد ۹ را وارد کنید. دامنه امتیازات از عدد ۱ (کمترین اهمیت یا اهمیت یکسان) تا عدد ۹ (بیشترین اهمیت ممکن یا اهمیت مطلق) است.

در جدول شماره ۳، اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شود. یعنی اگر به نظر شما اهمیت بافت و ابعاد دانه‌ها چهار برابر عمق لایه حفاری است در سطر مربوط به ابعاد دانه و ستون مربوط به عمق لایه عدد ۴ را وارد کنید. توجه داشته باشید که اگر به طور مثال اهمیت معیار A سه برابر اهمیت معیار B است، در این صورت اهمیت معیار B برابر $\frac{1}{3}$ معیار A خواهد بود. لذا از شما تقاضا مندم فقط عناصر بالای قطر ماتریس را پر کنید و به آدرس الکترونیکی که در ذیل آمده است ارسال کنید.

جدول پیوست ۱- اعداد تعیین شده برای امتیاز دهی

مقایسه نسبی شاخص‌ها (قضاوت شفاهی)	اهمیت خیلی زیاد	اهمیت زیاد	اهمیت متوسط	اهمیت کم	اهمیت یکسان	ترجیحات بین فواصل
امتیاز عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۸,۶,۴,۲

جدول پیوست ۲- امتیاز و اهمیت گزینه‌ها با توجه به معیارها

ردیف	گزینه معیار	مخروطی (کاجی)												PDC								
		HA517	S3SJ	F2	SDS	ATI22	GT20	OSC3A	SVH	MX03	L111	R1	STR445XL	DS47HS	M36PX	M62P	BW461	FM2841	G445XL	HC606		
۱	مقاومت فشاری																					
۲	کانبهای ساینده																					
۳	بافت و ابعاد دانه‌ها																					
۴	عمق لایه																					
۵	وجود آب																					
۶	گسل																					
۷	وضعیت تنش‌ها																					
۸	خاصیت الاستیسیته																					
۹	تخلخل و تراوایی سنگ																					
۱۰	چسبندگی سازند																					
۱۱	سختی																					
۱۲	بازشدگی و پرشدگی درزه‌ها																					

جدول پیوست ۳- مقایسه زوجی معیارها نسبت به یکدیگر

مقاومت فشاری	کانیهای ساینده	بافت و ابعاد دانه ها	عمق لایه	وجود آب	گسل	وضعیت تنش ها	خاصیت الاستیسیته	تخلخل و تراوایی سنگ	چسبندگی سازند	سختی	بازشدگی و پرشدگی درزه ها
مقاومت فشاری	۱										
کانیهای ساینده		۱									
بافت و ابعاد دانه ها			۱								
عمق لایه				۱							
وجود آب					۱						
گسل						۱					
وضعیت تنش ها							۱				
خاصیت الاستیسیته								۱			
تخلخل و تراوایی سنگ									۱		
چسبندگی سازند										۱	
سختی											۱
بازشدگی و پرشدگی درزه ها											

Abstract

Bit part of a drilling system that has been in direct contact with the rock, the energy generated by the system is transmitted to the rock drilling and shattered rock. The aim of this thesis, choosing the right bit for drilling in the Maron petroleum field. To achieve this, the method of decision making, Fuzzy Delphi Analytic Hierarchy Process was chosen as the basis for work. Not only, there is differences ideas about the options and drilling creteriaes, but also, periority of options and creteriaes relative to each other is not absolute and does not follow the binary rules. That's why the Fuzzy Delphi Analytic Hierarchy Process (FDAHP), method is selected. The parameters used in this study include: uniaxial compressive strength, abrasive minerals, grain size and texture, depth layer drilling, water, fault, the tension, elasticity, porosity and permeability of the rock, adhesion rock, hard rock and the opening and filling joints. Options include the two main groups of Roller Cone Bit and Polycrystalline Diamond Compact (PDC) drill bit with a subset of this is. To solve this problem the importance of drilling parameters relative to each other to come to this area to help engineers to critical parameters in Maron petroleum field drilling process known and in respect of which do a more complete studies. In the next step, the scores of each bit toward each parameter obtained. at the final step overall priority of all options and ranking options obtained.

Keywords:

Bit, Fuzzy Delphi Analytic Hierarchy Process, Maron petroleum field drilling, Formation



Shahrood University of Technology

Faculty of Mining Engineering, Petroleum and Geophysics

the best bit selection for petroleum wells drilling

(case study: petroleum field maron)

Ebrahim Salari

Supervisors:

Dr. Mohammad Ataei

Dr. Reza Khalokakaie

Advisor:

Dr. Hamid Soltanian

Feb 2016