

## تحلیلی بر ساختار قطع بندی (Denomination) و فضا گذاری (Spacing) پول در ایران بر اساس روش D-METRIC

علی ارشادی<sup>۱</sup>

عضو هیئت علمی پژوهشکده پولی و بانکی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۶

### چکیده

وجود یک قطع بندی مناسب اسکناس و مسکوک برای هر پول رایجی از ضرورت‌های اولیه تسهیل در مبادلات است؛ چراکه در غیر این صورت هزینه‌های هنگفتی چه به صورت مستقیم و چه غیرمستقیم به بانک مرکزی و به‌طور کلی اقتصاد کشور تحمیل می‌گردد. در این میان به دلیل عوامل اقتصادی نظیر تورم، ساختار بهینه دارای یک ماهیت پویاست که هر از چند گاهی نیاز به تعریف قطع جدید را مطرح می‌کند. این پژوهش، ضمن بررسی مبانی نظری موضوع از حیث عملیاتی به بررسی ساختار قطع بندی اسکناس و مسکوک بر اساس روش D-Metric در ایران می‌پردازد. نتایج حاصل، حاکی از وجود اشکالاتی در ساختار موجود می‌باشد که اهم آن عبارت است از:

- دینامیک موجود در ساختار فعلی اقطاع با نرخ تورم همخوانی ندارد. این مسئله از یک سو منجر به از دور خارج کردن اقطاع پایین و فشار به اقطاع بزرگ‌تر را موجب می‌شود و از سوی دیگر هزینه‌های هنگفتی را بابت چاپ و نشر به بانک مرکزی تحمیل می‌نماید.
- در ساختار موجود مشکل فضا گذاری (Spacing) وجود دارد که این مسئله فشار به اقطاع ماقبل قطع مفقوده را موجب گردیده است.
- متوسط تعریف قطع جدید در شرایط فعلی در حدود ۱۰ سال است که این مدت‌زمان فاصله بسیار زیادی با مدت‌زمان استخراج شده از روش D-Metric برای ایران که در حدود سه سال است، دارد.

**واژه‌های کلیدی:** قطع بندی، فضا گذاری، اسکناس و مسکوک، بهینه یابی

**طبقه بندی GEL:** C22, C32, E41, E42, E51

## ۱- مقدمه

وجود یک قطع بندی مناسب اسکناس و مسکوک برای هر پول رایجی از ضرورت‌های اولیه تسهیل در مبادلات است. از طرف دیگر یکی از ویژگی‌های قطع بندی پول ماهیت پویای آن است. به بیان دیگر نمی‌توان یک دامنه بهینه را همواره ثابت در نظر گرفت<sup>۱</sup>. از طرفی علی‌رغم اهمیت تعیین دامنه بهینه، در این زمینه در داخل کشور مطالعات زیادی وجود ندارد. همچنین از آنجا که مطالعات خارجی صورت گرفته مبتنی بر نمونه کشورهای مورد مطالعه استوار است؛ لذا نتایج چندان قابل تعمیم به سایر کشورها نیست. مطالعه حاضر در پی آن است تا ضمن ارائه خلاصه‌ای از مبانی نظری و مطالعات صورت گرفته در این زمینه، با استفاده از روش D-metric شرایط قطع بندی پول را در کشور مورد بررسی قرار دهد و ضمن ارائه اشکالات موجود در این زمینه و اندازه گیری هزینه تحمیل شده به بانک مرکزی از ناحیه عدم مناسب بودن قطع بندی موجود، دامنه مناسب قطع‌های اسکناس و مسکوک را با در نظر گرفتن شرایط پویایی آن ارائه نماید. در ادامه ابتدا به ارائه مطالعات تجربی انجام شده در این زمینه پرداخته می‌شود سپس سیستم D-metric معرفی گردیده و در قسمت دوم این سیستم در مورد ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و نهایتاً در قسمت پایانی اهم نتایج ارائه گردیده است.

## ۲- تعریف مسئله

علی‌رغم توسعه ابزارهای پرداخت الکترونیکی پرداخت نظیر کارت‌های بدهی<sup>۲</sup> و کارت‌های اعتباری<sup>۳</sup> در سال‌های اخیر، هنوز استفاده از وجه نقد در پرداخت‌های خرد امری کاملاً رایج است. از طرف دیگر این تقاضا برای پول نقد بر اساس یک ساختار قطع بندی<sup>۴</sup> که شامل ارزش‌های اسمی مختلفی بوده و شامل سکه، سکه-اسکناس و اسکناس می‌باشد تأمین می‌گردد. بر اساس ساختار شکل گرفته، تبیین و شناسایی دامنه بهینه قطع‌های پولی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار

۱- این پویایی عمدتاً ناشی از وجود تورم در یک کشور است.

1- Debit Card

2- Credit Card

3- Denomination Structure

می‌گردد، چراکه این موضوع به صورت مستقیم بر هزینه‌های چاپ، ضرب و نیز بازیابی اسکناس و مسکوک تأثیرگذار خواهد بود. از سوی دیگر بایستی توجه نمود که بهینه بودن یا نبودن ساختار قطع بندی موجود در یک کشور با چگونگی به کارگیری اسکناس و مسکوک در پرداخت‌های روزانه قابل مشاهده است. لازم به ذکر است متغیرهایی نظیر تورم به‌طور مستمر بر بهینه بودن ساختار قطع بندی موجود تأثیرگذار است. برای مثال در شرایطی تورمی انتظار می‌رود از یک سو نیاز جامعه به اسکناس‌های درشت هر روز افزایش یافته و از سوی دیگر شاهد خروج انواع سکه و به‌طور کلی قطع‌های کوچک از پرداخت‌ها خواهیم بود. از این رو در واقع اگر دامنه تعیین شده برای پول در کشور مناسب تعریف نشود، رفتار مردم در پرداخت به دلیل داشتن درجه آزادی به تعداد قطع‌های موجود، عملاً با از چرخه خارج کردن تعدادی از قطع‌ها و نیز افزایش تقاضا بر پاره‌ای از قطع‌ها فشار بر ساختار موجود را به سمت ترکیب بهینه موجب می‌شود و در این شرایط هزینه‌های بانک مرکزی جهت تأمین قطع‌های مورد تقاضا نیز افزایش خواهد یافت.

در جدول شماره ۱ ساختار قطع بندی برای چند کشور نمونه نمایش داده شده است و همان‌گونه که از جدول مذکور برمی‌آید هر کشور ساختاری بین ده الی پانزده قطع را برای خود تعریف نموده است.

همان‌گونه که از جدول ۱ قابل مشاهده است ویژگی مشترک در میان کشورهای مختلف پیروی از یک ساختار قطع بندی اصطلاحاً سه وجهی ده - دهی<sup>۱</sup> (۱-۲-۵ و ۱۰-۲۰-۵۰) یا (۱-۲,۵-۵ و ۱۰-۲۵-۵۰) است. اکنون چند سؤال اساسی قابل طرح است نخست آن که کران بال و پایین چه اعدادی باید باشند، ثانیاً در فاصله دو کران مذکور چه تعداد اقطاع باید تعریف شود و ثالثاً اقطاعی که هم به شکل اسکناس و هم به شکل مسکوک انتشار می‌یابد کدامند. در ادامه مقاله حاضر در درجه نخست در پی پاسخگویی به سؤالات مذکور بوده و سپس کاربرد آن را برای ایران مورد بررسی قرار می‌دهد.

جدول ۱- تعداد اسکناس و مسکوک در گردش در تعدادی از کشورهای منتخب<sup>۱</sup>

کشور	سکه	تعداد	اسکناس	تعداد قطع اسکناس	تعداد کل قطع‌ها
کانادا	۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۱/۵ و ۲	۷	۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰	۵	۱۲
آمریکا	۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱	۶	۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰	۷	۱۲
انگلستان	۰/۱، ۰/۰۲، ۰/۰۵، ۰/۱، ۱/۵ و ۲	۷	۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰	۴	۱۱
منطقه یورو	۰/۱، ۰/۰۲، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۵، ۱ و ۲	۸	۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰	۷	۱۵
سوئد	۰/۵، ۱، ۲، ۵ و ۱۰	۵	۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰	۵	۱۰
نروژ	۰/۵، ۱، ۵، ۱۰ و ۲۰	۵	۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰	۵	۱۰
دانمارک	۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰	۷	۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰	۵	۱۲
ژاپن	۱، ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰	۶	۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰/۰۰۰	۴	۱۰
استرالیا	۰/۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۵، ۱ و ۲	۶	۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰	۵	۱۱
ایران	۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰	۵	۵۰۰۰، ۱۰/۰۰۰، ۲۰/۰۰۰، ۵۰/۰۰۰ و ۱۰/۰۰۰	۵	۱۰

Source: www.Banknotes.com

### ۳- مبانی نظری

به‌طور کلی در خصوص ساختار بهینه اسکناس و مسکوک دو نظر وجود دارد که یکی عبارت است از اصل حداقل کوشش<sup>۲</sup> که به معنی حداقل اسکناس و مسکوک استفاده شده در پرداخت‌های نقدی است و دیگری حداقل تعداد اقطاع مورد نیاز برای یک پول می‌باشد که به مسئله بچت<sup>۳</sup> معروف می‌باشد. در دیدگاه نخست که توسط هنسچ<sup>۴</sup> مطرح گردید این موضوع بیان می‌شود که چگالی بیشتر در اقطاع پولی منجر به به کارگیری تعداد کمتری از اقطاع رایج می‌گردد.

۱- لازم به ذکر است در بیشتر کشورهای جهان فضاگذاری (spacing) میان قطع‌های مختلف اسکناس و مسکوک از رابطه  $۱۰ \times ۱۰ - ۲ \times ۱۰ - ۵ \times ۱۰$  یا  $۱۰ \times ۱۰ - ۲/۵ \times ۱۰ - ۵ \times ۱۰$  پیروی می‌کند و این که ساختار ۵-۲-۱ مناسب‌تر است یا ۵-۲/۵-۱ هنوز به طور دقیق مشخص نمی‌باشد.

1- Principle of Least Effort

3 - Bachet's Problem

4 - Hentsch

این موضوع توسط اسکارپتیا و نیز سیمون سلی مورد آزمون قرار گرفت و آنها نیز تأیید نمودند تعداد اقطاع تعریف شده کاملاً بر دستیابی به بهینه از طریق اصل حداقل کوشش تأثیرگذار می‌باشد و همچنین در صورتی دستیابی به بهینه امکان‌پذیر خواهد بود که اقطاع بر اساس یک فاکتور مشترک و نیز یک قدر نسبت مناسب تعریف شوند. لازم به ذکر است این سیستم به سیستم پولی ماژول<sup>۱</sup> معروف می‌باشد. طبیعتاً هر چه مقدار فاکتور مشترک یا اصطلاحاً فاکتور فضا گذاری کوچک‌تر<sup>۲</sup> باشد انتظار می‌رود تعداد کمتری اسکناس و مسکوک در یک پرداخت معین مورد استفاده قرار گیرد<sup>۳</sup>.

دیدگاه دوم در بهینه یابی به وسیله تسلر<sup>۴</sup> مطرح گردید که بر اساس آن، بهینه در کوتاه‌ترین دامنه ممکن برای قطع‌های پولی تعریف می‌شود. لازم به ذکر است نتایج و پیامدهای این دو دیدگاه برای قطع بندی پول کاملاً می‌تواند با یکدیگر در تضاد باشند چرا که عملاً میان تعداد قطع مورد نیاز و انواع قطع یک رابطه معکوس و بده و بستان وجود خواهد داشت.

لازم به ذکر است در رابطه با تعریف بهینه در قطع بندی پول می‌توان به تلاش‌های صورت گرفته توسط کرامر<sup>۵</sup> نیز اشاره نمود. فرض اساسی کرامر این بود که رفتار مردم انعکاس دهنده کارایی در پرداخت است. در این رابطه وی پرداختی را کار می‌داند که برای یک مقدار معین، حداقل تعداد اسکناس یا مسکوک مورد نیاز باشد.

وی همچنین الگوریتمی را نیز ارائه می‌دهد که می‌تواند برای دامنه‌های مختلف قطع بندی اسکناس و مسکوک مورد استفاده قرار گیرد<sup>۶</sup>.

کرامر مسئله کارایی در پرداخت را به صورت ریاضی به این صورت بیان می‌کند که تصور

1 - Modul Currency System

2 - Spacing Factor

۳ - ستلر (۱۹۹۵) بیان می‌کند که در حالت معمول فاصله گذاری با فاکتور ۲ و در حالت اضافه پرداخت (over Payment) با فاکتور ۳ می‌تواند بهینه باشد.

4 - Tesler

۵ - بر اساس دیدگاه نخست تعداد بهینه می‌تواند مساوی با تعداد پرداخت‌ها باشد که طبیعتاً تعداد قطع مورد نیاز عدد بسیار بزرگی خواهد شد و در رابطه با دیدگاه دوم هر گاه برای مثال در نظر گرفته شود که تنها یک قطع یک واحدی وجود داشته باشد برای پرداخت بین ۱۰۰-۱ واحد به طور متوسط به ۵۰ قطع اسکناس یک واحدی نیاز خواهد بود.

6 - Cramen (1983)

کنید مقدار  $A$  رقمی است که بایستی پرداخت شود و  $n(A)$  ترکیب اسکناس‌های متفاوت و نیز سکه‌های استفاده شده متفاوتی است که به صورت  $d=1, \dots, D$  است. بنابراین یک مقدار مثبت  $n(A, d)$  اشاره خواهد داشت به تعداد قطع  $d$  در پرداخت و مقدار منفی  $n(A, d)$  اشاره به تعداد قطع  $d$  پس گرفته شده در حالت اضافه پرداخت.

در این صورت هر گاه ارزش هر اسمی هر قطع با  $V_d$  نمایش داده شود. مسئله بهینه یابی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$n(A) = \sum_d |n(A, d)|$$

$$\sum_d n(A, d)V_d = A$$

### ۳-۱- مدل سازی استخراج دامنه بهینه قطع بندی پول

در این قسمت، یک مدل ریاضی جهت بهینه‌سازی سکه و اسکناس ارائه می‌گردد. هدف این قسمت ارائه مدلی است که از دید مصرف کننده بهینه یابی ارائه شود. به هر ترتیب در صورتی که مقدار مشخص  $W_k$  باید پرداخت شود، این پرداخت می‌تواند با استفاده از مجموعه‌ای از اسکناس‌ها و مسکوک در اختیار یک فرد انجام شود. مسئله این است که کدام یک از این اقطاع برای پرداخت استفاده می‌شود و هدف در اینجا مدل سازی فرایند انتخاب است.

بیش از این بایستی چند فرض اولیه ارائه شود:

- احتمال انتخاب یک پرداخت وقتی که کمتر از  $W_k$  است برای صفر است.
- وقتی تنها یک انتخاب وجود داشته باشد، احتمال برابر یک است.
- مجموع احتمال همه پرداخت‌های ممکن برابر یک می‌باشد.
- احتمال انتخاب عناصری برای پرداخت که احتمال بازگشت داشته باشد برابر صفر است.

$y_k$ : مقدار پولی که پرداخت می‌شود به وسیله فرد  $k$

$B_k$ : مقدار بودجه  $k$  امین فرد

$p_k$ : مقدار پول بازگردانده شده به فرد  $k$

$m_{i,k}^{b.note}$ : تعداد اسکناس نوع  $i$  که در پرداخت فرد  $k$  استفاده گردیده است.

$m_{j,k}^{coin}$ : تعداد سکه نوع  $i$  که در پرداخت فرد  $k$  استفاده گردیده است.

$P_{j,k}^{b.note}$ : تعداد اسکناس نوع  $i$  بازگردانده شده به فرد  $k$

$P_{j,k}^{coin}$ : تعداد سکه نوع  $i$  بازگردانده شده به فرد  $k$

$Valuer^{b.note}$ : ارزش  $r$  امین اسکناس انتخاب شده

$Valuer^{coin}$ : ارزش  $c$  امین سکه انتخاب شده

$\left. \begin{matrix} \cdot \\ \cdot \end{matrix} \right\} rank_{i,r}^{b.note}$

$\left. \begin{matrix} \cdot \\ \cdot \end{matrix} \right\} rank_{j,c}^{coin}$

تعریف تابع هدف:

$$1) Min TC1 = \sum f_i^{b.note} \times u_i^{b.note} + \sum_j^{coin} + U_j^{coin}$$

$$2) Min TC2 = \sum \sum (m_{i,k}^{b.note} + P_{i,k}^{b.note}) + \sum \sum (m_{j,k}^{coin} + P_{j,k}^{coin})$$

$$3) Min TC3 = \sum_k \frac{z_k}{w_k}$$

به دلیل اینکه مسئله بهینه یابی اقطاع دارای جنبه‌های گوناگونی است، لذا در اینجا سه تابع هدف تعریف گردیده است. در تابع نخست در واقع هزینه تولید اسکناس و مسکوک را حداقل می‌گردد، تابع دوم تعداد اسکناس و مسکوک مورد استفاده در پرداخت را حداقل می‌شود و تابع سوم تعداد اقطاع را در بازپرداخت حداقل می‌کند.

محدودیت‌ها:

$$4) y_n \geq w_k \quad \forall_k$$

$$5) y_k \leq B_k \quad \forall_k$$

$$6) b_k - \sum n_{i,k}^{b.note} \times a_i^{b.note} \times u_i^{b.note} - \sum n_{i,k}^{b.note} \times a_j^{coin} \times u_j^{coin} = 0 \quad \forall_k$$

$$7) y_k - \sum n_{i,k}^{b.note} \times a_i^{b.note} - \sum m_{j,k}^{coin} \times a_j^{coin} = 0 \quad \forall_k$$

$$8) z_k - y_k + w_k = 0$$

$$9) z_k - \sum p_{i,k}^{b.note} \times a_i^{b.note} - \sum p_{j,k}^{coin} \times a_j^{coin} = 0$$

$$10) \sum_k rank_{i,r}^{b.note} - u_i^{b.note} = 0$$

$$11) \sum_c rank_{j,c}^{coin} - u_j^{coin} = 0 \quad \forall_j$$

- $$12) \sum_i rank_{i,r}^{b.note} \leq 1 \quad \forall r$$
- $$13) \sum_j rank_{j,c}^{coin} \leq 1 \quad \forall c$$
- $$14) P_{j,k}^{b.note} \leq U^L \times U_i^{b.note} \quad \forall i, k$$
- $$15) P_{j,k}^{coin} \leq U^L \times U_j^{coin} \quad \forall j, k$$
- $$16) value_r^{b.note} - \sum_i rank_{i,r}^{b.note} \times a_i^{b.note} = 0 \quad \forall r$$
- $$17) value_c^{coin} - \sum_j rank_{j,c}^{coin} \times a_j^{coin} = 0 \quad \forall c$$
- $$18) value_r^{b.note} \geq 2 \times value_{i-1}^{b.note} \quad \forall r$$
- $$19) value_c^{coin} \geq 2 \times value_{c-1}^{coin} \quad \forall c$$
- $$20) value_r^{b.note} - \sum_{\alpha=1}^{r-1} value_{\alpha}^{b.note} \geq 0 \quad \forall r$$
- $$21) value_c^{coin} - \sum_{\beta=1}^{c-1} value_{\beta}^{coin} \geq 0 \quad \forall c$$
- $$22) m_{i,k}^{b.note} \leq n_{i,k}^{b.note} \times u_j^{b.note} \quad \forall i, k$$
- $$23) m_{j,k}^{coin} \leq n_{j,k}^{coin} \times u_j^{coin} \quad \forall j, k$$
- $$24) u_j^{coin} + u_i^{b.note} \leq 1 \quad \forall j, i \text{ if } a_i^{b.note} = a_j^{coin}$$
- $$25) u_i^{b.note}, u_j^{coin}, rank_{i,r}^{b.note}, rank_{j,c}^{coin} \in \{0,1\}$$
- $$26) y_k, B_k, z_k, value_r^{b.note}, value_c^{coin} \geq 0$$
- $$27) m_{i,k}^{b.note}, m_{j,k}^{coin}, p_{i,k}^{b.note}, p_{j,k}^{coin} \text{ Integer}$$

لازم به ذکر است در مدل‌های که دارای چند تابع هدف است معمولاً از روش LP-METRIC برای حل استفاده می‌شود. بر اساس این روش مسئله بهینه‌یابی برای هر یک از توابع هدف به صورت جداگانه حل می‌شود و سپس یک تابع هدف که در واقع بیانگر کلید اهداف می‌باشد فرمول‌بندی شده که هدف آن حداقل کردن مجموع نرمالایز شده تفاوت میان هر یک از اهداف و مقدار بهینه به دست آمده در مرحله اول می‌باشد.

از آنجا که همواره این امکان وجود دارد که پاسخ یکسانی یافت نشود که همه اهداف را بهینه



نماید، بر اساس این روش پاسخی به دست می‌آید که نزدیک به همه جواب‌های بهینه می‌باشد. در مدل پیشنهادی در این مقاله سه تابع هدف  $TC_1, TC_2, TC_3$  وجود دارد و با در نظر گرفتن اینکه مقادیر بهینه هر یک از این توابع برابر با  $TC_1^3, TC_2^3, TC_3^3$  نمایش داده شود، در این صورت تابع جمعی قابل بهینه عبارت خواهد بود:

$$\text{Min } Z = \left[ w_1 \frac{TC_1 - TC_1^3}{TC_1^3} + w_2 \frac{TC_2 - TC_2^3}{TC_2^3} + w_3 \frac{TC_3 - TC_3^3}{TC_3^3} \right]$$

در اینجا  $w_1, w_2, w_3$  مقادیر اوزان هر یک از توابع هدف سه گانه می‌باشند که به صورت برون‌زا توسط محقق قابل تعیین خواهد بود.

## ۲- قطع بندی پول در عمل (معرفی سیستم D-metric)

یکی از روش‌های رایج در تبیین دامنه قطع‌های مورد نیاز اسکناس و مسکوک استفاده از سیستم D-metric می‌باشد که توسط پائینی و مورگان در سال ۱۹۸۱ بسط و گسترش یافت. این سیستم بر اساس در نظر گرفتن یک متغیر به عنوان شاخصی برای مخارج روزانه (D) در نسبت‌های خاصی تعریف و محاسبه می‌کند. پس از آن هر یک از این نسبت‌های تعریف شده بر مبنای سیستم ۱-۲-۵ و ۱-۲-۵-۵ گرد شده و ارزش اسمی سکه و یا اسکناس را برای هر شیار مشخص می‌سازد. در جدول ذیل دامنه ارزش اسمی مسکوک و اسکناس تعریف شده بر اساس نسبت‌های از D نمایش داده شده است.

دامنه مسکوک				سکه - اسکناس			دامنه اسکناس					
$\frac{D}{2000}$	$\frac{D}{1000}$	$\frac{D}{500}$	$\frac{D}{200}$	$\frac{D}{100}$	$\frac{D}{50}$	$\frac{D}{20}$	$\frac{D}{10}$	$\frac{D}{5}$	$\frac{D}{2}$	D	۲D	D5

بر اساس روش مذکور پایین‌ترین مقدار ارزش اسمی برای سکه عبارت است از  $D/2000$  و بالاترین مقدار برای اسکناس  $5D$  تعریف می‌شود و فاصله  $D/20$  تا  $D/50$  قطع‌های می‌باشند که

هم به شکل اسکناس و هم به شکل سکه منتشر می‌شوند<sup>۱</sup>. همچنان که ملاحظه می‌گردد سیستم D-metric به تعیین مقدار D کاملاً بستگی دارد. از کاربردهای مفید این سیستم آن است که می‌توان زمان ورود یک قطع جدید را و همچنین خروج یک قطع را تعیین نمود<sup>۲</sup>. لازم به ذکر است در این روش توجهی به عادت‌های مردم در پرداخت و نیز هزینه‌های انتشار اسکناس و مسکوک صورت نمی‌گیرد.

## ۲- مروری بر مطالعات تجربی

پیش از پرداختن به مطالعات تجربی صورت گرفته در خصوص دامنه بهینه اسکناس و مسکوک لازم است این نکته اشاره گردد که در این زمینه مطالعات محدودی صورت گرفته است و نتایج بدست آمده نیز اختصاص به نمونه‌های همان کشورهای مورد مطالعه دارد و نمی‌تواند به صورت کلی برای سایر کشورها به کار برده شود. همچنین در مورد ایران هیچ گونه مطالعه به جز مطالعه حاضر وجود ندارد.

Caianiello (1982) با پیروی از اصل حداقل کوشش برای تعیین دامنه بهینه نشان می‌دهد که هرگاه قطع‌های اسکناس مسکوک از طریق یک پارامتر ثابت مانند ۲ فضاگذاری شوند؛ در این صورت می‌توان انتظار داشت که به دامنه بهینه دست پیدا خواهیم کرد و به منظور رعایت سیستم دسیمال، می‌توان از فضاگذاری b10a پیروی نمود. وی در ادامه مطالعه خود نتیجه گیری می‌کند که سیستم ۵-۲-۱ در دوره لیر ایتالیا به صورت بهینه تعریف شده است.

Cramer (1993) در مطالعه خود اشاره می‌کند که فاکتور لازم در فاصله گذاری میان قطع‌های مختلف بایستی برابر با ۳ باشد. وی بیان می‌کند که در این حالت شرایط اضافه پرداخت نیز ملاحظه گردیده است. در مطالعه دیگری که توسط همووهیندلز در سال ۱۹۹۶ صورت گرفته است. نتایج سامر مورد تردید قرار گرفته و نشان می‌دهد که استفاده از فاصله گذاری قطع‌ها با فاکتور ۲ بسیار بهتر از زمانی است که از فاکتور سه استفاده می‌شود.

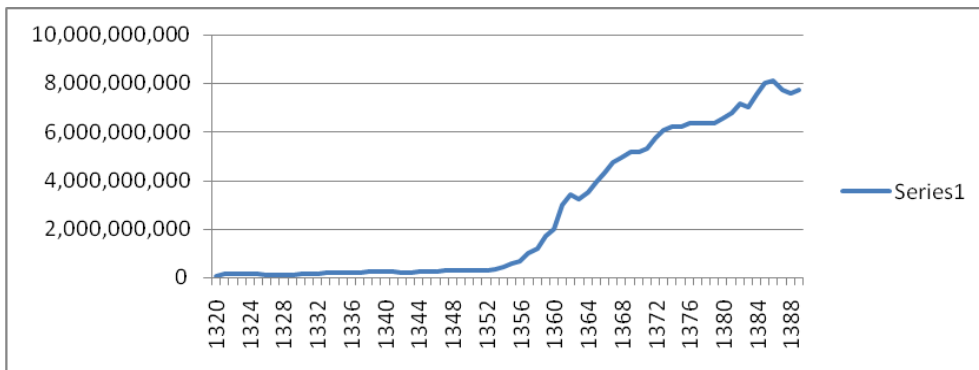
۱- بایستی به این نکته ضرورتاً توجه نمود که سیزده قطع تعریف شده براساس سیستم D-metric به این معنی نیست که عدد سیزده برای قطع اسکناس و مسکوک برای یک پول به معنی دستیابی به شرایط کارایی می‌باشد.  
۲- لازم به ذکر است در شرایط تورمی در دامنه قطع پایین شاهد خروج سکه‌ها از گردش پولی کشور می‌باشیم.

Tesler (1995) مسئله دامنه بهینه را در یافتن حداقل تعداد قطع مورد نیاز جستجو و تعریف می کند. بر این اساس تسلر در می یابد که پاسخ در فاصله گذاری قطع های اسکناس و مسکوک با فاکتور ۲ می باشد و در شرایط اضافه پرداخت فاکتور ۳ مناسب است. وی در پایان نتیجه گیری می کند بهترین دامنه موجود برای فاصله گذاری فاکتور ۳ می باشد که .....-۲۷-۹-۳-۱.

Hove, L.V (2010) در مطالعه خود به این موضوع اشاره دارد که یافتن دامنه بهینه اسکناس و مسکوک یک مسئله بهینه یابی چند وجهی می باشد. به بیان دیگر در یافتن وزن مناسب هر قطع حتماً بایستی تعداد قطع ها محدود در نظر گرفته شود وی در پایان اشاره می کند که سیستم ۵-۲-۱ می تواند دارای کارایی لازم است.

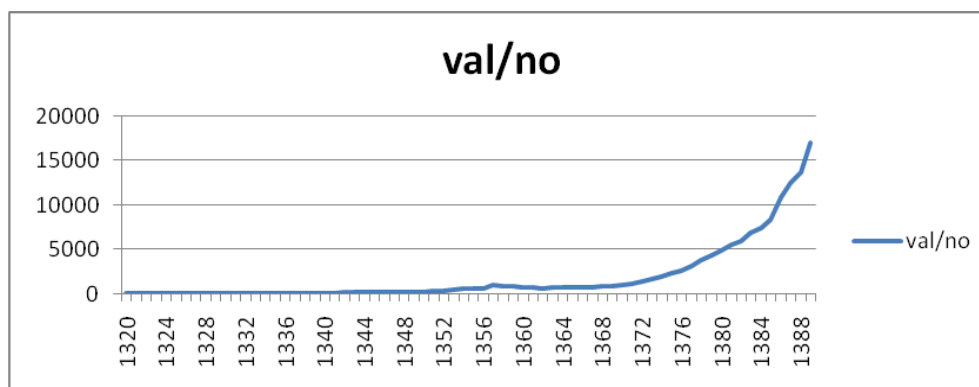
### ۳- مروری بر روند قطع اسکناس و مسکوک در ایران

پیش از هر چیز لازم است به چند آمار در زمینه چاپ و ضرب اسکناس و مسکوک توجه شود. در نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب آمار تعداد و نیز شاخص ارزش اسمی به تعداد نمایش داده شده است. از سال ۱۳۵۶ تعداد قطع شروع به افزایش می نماید؛ در حالی که نسبت ارزش به تعداد از سال ۱۳۷۶ شروع به افزایش نموده است. این موضوع می تواند به این شکل توضیح داده شود که در فاصله ۱۳۷۲-۱۳۵۶ چاپ و یا ضرب قطع های کوچک در دستور کار بانک مرکزی قرار داشته است ولی پس از ۱۳۷۲ چاپ اسکناس های درشت تر به دلیل روند رو به افزایش حجم پول جایگزین سیاست قبلی گردیده است.



نمودار ۱: تعداد قطع اسکناس و مسکوک چاپ و ضرب شده

ماخذ: بانک مرکزی ج.ا.ا.



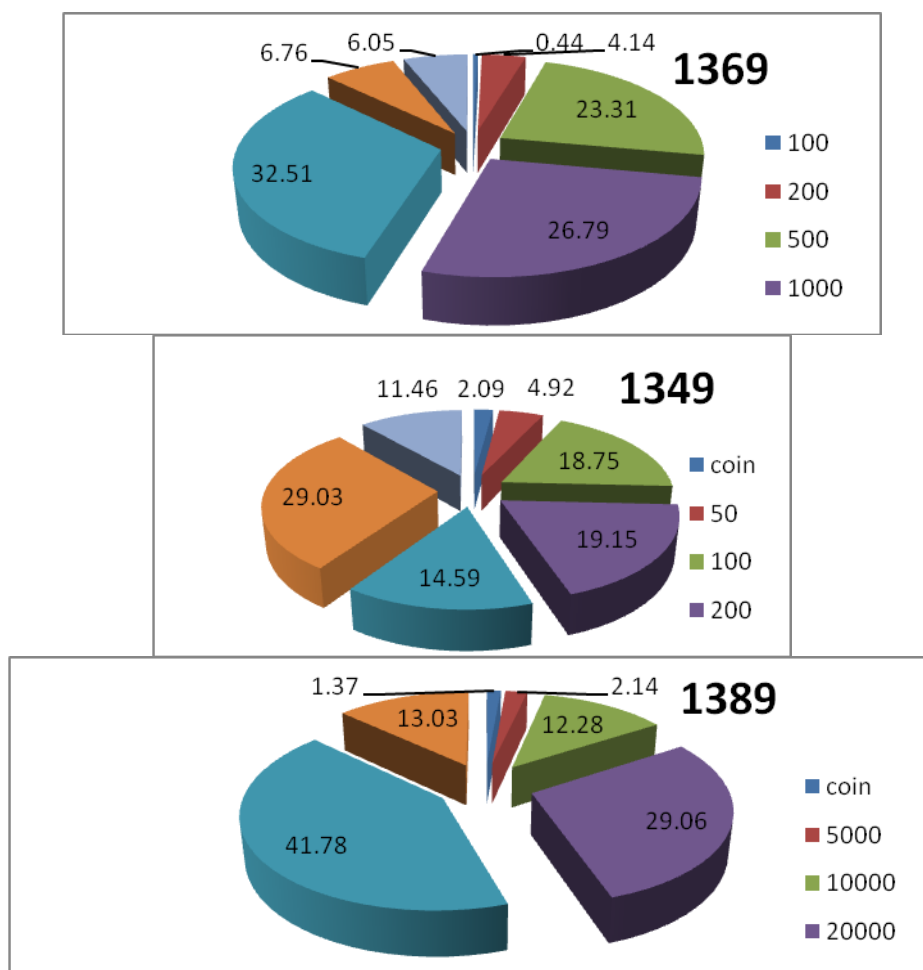
نمودار ۲: نسبت ارزش اسمی اسکناس و مسکوک به تعداد

در نمودار شماره ۳ سهم قطع‌های مختلف اسکناس و مسکوک در سه مقطع ۱۳۴۹، ۱۳۶۹ و ۱۳۸۹ به نمایش گذاشته شده است.

همچنان که از نمودارهای مذکور بر می‌آید هر چه زمان افزایش می‌یابد از سهم مسکوک کاسته و به سهم اسکناس افزوده می‌شود. از دیگر نکات قابل ذکر آن است که بر اساس اطلاعات سال ۱۳۸۹ اسکناس ۵۰۰۰۰ ریالی با سهمی معادل ۴۱/۸۷ درصد دارای بیشترین سهم می‌باشد. پس از آن اسکناس ۲۰۰۰۰ ریالی با سهمی ۲۹/۰۶ درصد در جایگاه دوم قرار دارد. به این ترتیب نتیجه‌گیری می‌شود که دو قطع اسکناس ۵۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ ریالی در مجموع سهمی در حدود ۷۱ درصد را به خود اختصاص داده‌اند که سهم قابل توجهی می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد در سیستمی که در حال حاضر پنج قطع اسکناس و پنج نوع سکه تعریف شده است، وجود سهم بالای این دو قطع، عدم و در واقع توزیع نامتعادل بار معاملات بر سکه و اسکناس‌های تعریف شده، دلیلی بر نا کارآمدی دامنه موجود است.

نکته دیگری که لازم است در خصوص سهم سایر در نمودارها به آن اشاره شود این است که از سال ۱۳۵۴ سکه ۵ ریالی به صورت رسمی از گردش پولی کشور خارج می‌شود و از سال ۱۳۶۴ به بعد این روند با خارج شدن ۱۰، ۲۰ و ۵۰ ریالی این کامل می‌شود. در واقع به دلیل تورم مزمن همچنان که پیش از این گفته شد، به صورت پویا رفتار مردم در پرداخت به گونه‌ای شکل می‌گیرد که قطع‌های پایین که به شکل سکه ارائه می‌شود خود به خود از گردش و استفاده در مبادلات خارج می‌شود و در مقابل فشار بر روی قطع‌های بالاتر افزایش می‌یابد. در شرایط حاضر یکی از

ویژگی های قطع اسکناس و مسکوک در ایران عدم استفاده از سکه است.



نمودار شماره ۳- سهم قطع های اسکناس و مسکوک در سه مقطع ۱۳۶۹-۱۳۸۹-۱۳۴۹  
 ماخذ: بانک مرکزی ج.ا.ا.

در جدول شماره ۲ جدولی از قطع های اسکناس و مسکوک در سال های مختلف نشان داده شده است. بر اساس جدول مذکور مشاهده می گردد که در ساختار قطع های به کار گرفته شده در این سال ها چند اشکال قابل مشاهده است:

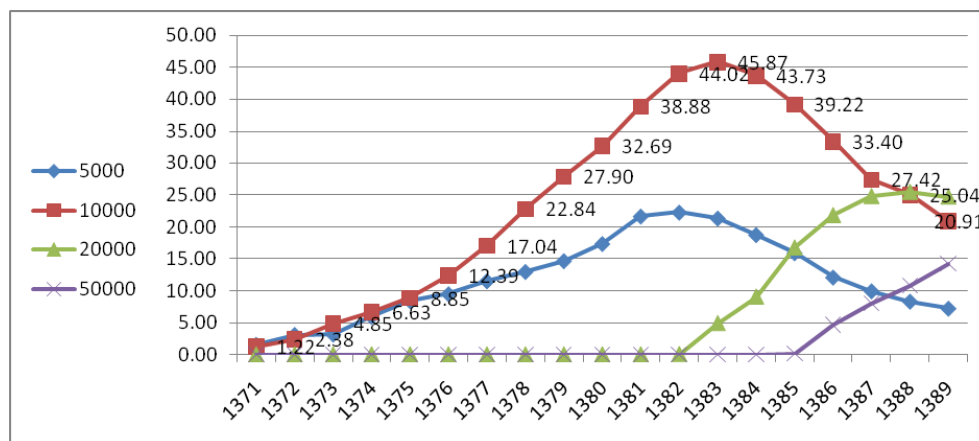
جدول ۲-۱ اهم تغییرات در ساختار قطع بندی اسکناس و مسکوک

قطع / سال	۵	۱	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰
۱۳۲۰	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۳۰	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۴۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۴۲	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۴۷	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۶۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۶۶	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۸۲	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۸۵	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳۸۹	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1394	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

منبع: بانک مرکزی ج.ا.ا.

- در حالی که در سال ۱۳۲۰، اسکناس‌های ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ریالی وجود داشته است، در بین اقطاع ۱۰۰ و ۵۰۰ فضای بسیار بازی وجود دارد که عملاً نیاز به ۲۰۰ ریالی وجود داشته است که تعریف نشده است. این مسئله در سال ۱۳۲۰ با حذف قطع‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ریالی از چرخه به نوعی اصلاح می‌شود.
- در سال ۱۳۴۱ مجدداً اشتباه مشابهی صورت می‌گیرد و درحالی‌که اسکناس ۱۰۰ و ۵۰۰ ریالی وجود دارد مجدداً اسکناس ۲۰۰ ریالی تعریف نمی‌شود. البته عمر این اشتباه چندان به درازا نمی‌کشد و در سال ۱۳۴۲، اسکناس ۲۰۰ ریالی معرفی می‌گردد.
- در فاصله ۶۱-۱۳۴۷ درحالی‌که قطع‌های جدید ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ریالی تعریف می‌شوند، مجدداً اشتباه سال‌های گذشته در سطح دیگری تکرار می‌شود و قطع ۲۰۰۰ ریالی تعریف نمی‌شود. این اشکال در سال ۱۳۶۷ اصلاح می‌شود.
- در نمودار شماره ۴ روند تاریخی چهار قطع اسکناس ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰، ۲۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ ریالی نشان داده شده است. همچنان که از نمودار مذکور قابل مشاهده است در سال ۱۳۸۲ به محض معرفی قطع جدید ۲۰۰۰۰ ریالی قطع‌های پیش از آن روند نزولی در پیش می‌گیرند و به دلیل وجود نرخ تورم و نیز بالا بودن سطح قیمت می‌توان انتظار داشت که این روند برای قطع‌های جدید و درشت‌تر اسکناس صعودی و برای روندهای کوچک‌تر در دامنه اسکناس نزولی خواهد بود.

نکته‌ای که در اینجا حائز اهمیت می‌باشد شناسایی زمان ورود مناسب و معرفی یک قطع جدید می‌باشد و این مسئله‌ای که در قسمت بعد به آن پاسخ داده می‌شود.



نمودار ۴- سهم چهار قطع اسکناس از کل اسکناس و مسکوک در گردش

#### ۴- تحلیل قطع بندی پول در ایران با استفاده از روش D-metric

همان‌گونه که پیشتر نیز به آن اشاره شد استفاده از روش D-metric مستلزم تعیین مقدار D یا معیاری برای پرداخت‌های روزانه است. برای تعیین D می‌توان از معیارهای متفاوتی به عنوان یک حدس استفاده نمود. برای مثال درآمد سرانه قابل تصرف، متوسط دریافتی روزانه کارگران و درآمد خالص پولی خانوار.

در این پژوهش از درآمد خالص پولی خانوار که از طریق جداول بودجه خانوار هر ساله انتشار می‌یابد استفاده گردید. پس از استخراج این مبلغ، متوسط روزانه مورد محاسبه قرار می‌گیرد. در جدول شماره ۳ متوسط درآمد روزانه نشان داده شده است<sup>۱</sup>. پس از محاسبه مقدار موردنظر D

۱- از آنجا که آمار بودجه خانوار تا سال ۱۳۸۷ موجود می‌باشد برای سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ اقدام به پیش‌بینی از طریق یک مدل ساده Polynomial گردیده است.

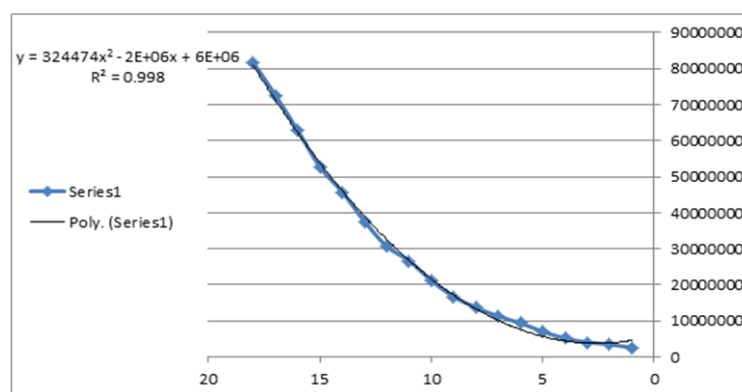
اکنون مقدار مقتضی برای هر شیار<sup>۱</sup> تعیین می گردد، سپس مقدار به دست آمده به نزدیک ترین مقدار خود بر اساس سیستم ۵-۲-۱ یا ۵-۲/۵-۱ گرد می شود. برای نمونه جدول شماره ۳ ارائه گردیده است.

همچنین بر اساس جدول مذکور می توان تصویری از ساختار مناسب قطع اسکناس و مسکوک و نیز پویایی های مرتبط با آن ارائه نمود. برای مثال در نمودار شماره ۳ زمان ورود واقعی اسکناس ۲۰۰۰۰ ریالی و ۵۰۰۰۰ به چرخه اقتصادی (۱۳۸۱) همراه با زمان بدست آمده توسط سیستم D-metric (۱۳۷۱) نمایش داده شده است.

از دیگر کاربردهای جدول شماره ۳ آن است که می توان ساختار پویایی جابجایی هر قطع اسکناس و مسکوک را در میان شیارهای مختلف و در طول زمان بدست آورد. برای این منظور در نمودار شماره ۶ برای سه شیار D2000، D1000 و D500 چگونگی تغییرات ارزش اسمی مسکوکات تعریف شده بر اساس سیستم D-metric ارائه گردیده است.

به منظور به تصویر کشیدن ساختار پویای قطع بندی سیستم D-METRIC برای ایران، نمودار شماره ۷

تهیه شده است. این نمودار برای سه مقطع ۱۳۸۳-۱۳۷۵-۱۳۷۱ مقدار ارزش اسمی هر قطع را به نمایش گذارده است. همچنانکه مشاهده می شود ارزش اسمی کلیه قطع های اسکناس و مسکوک در سه مقطع مذکور در حال تغییر است. به بیان دیگر هر چه بر زمان افزوده می شود، مقدار اسمی هر



2- Slipe



شیار به مقدار بیشتری ارتقا می‌یابد. این رویداد به معنی خارج شدن تدریجی و جابجایی در ارزش اسمی هر شیار برای قطع های اسکناس و مسکوک است و این همان نمایش ساختار پویای قطع بندی تلقی می‌شود.

بر اساس جدول شماره ۳ می‌توان فاصله میان ارزش اسمی هر قطع اسکناس و مسکوک را با آنچه که بایستی باشد (بر اساس خروجی سیستم D-metric) مقایسه نمود. در نمودار شماره ۸ و ۹ تغییرات ارزش اسمی شیار ۲D برای دوره ۹۰-۱۳۷۱ به نمایش گذاشته شده است.<sup>۱</sup>

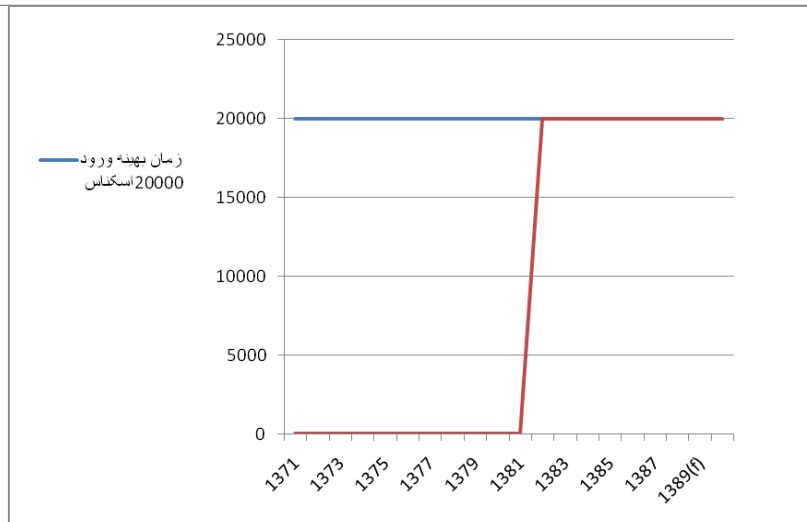
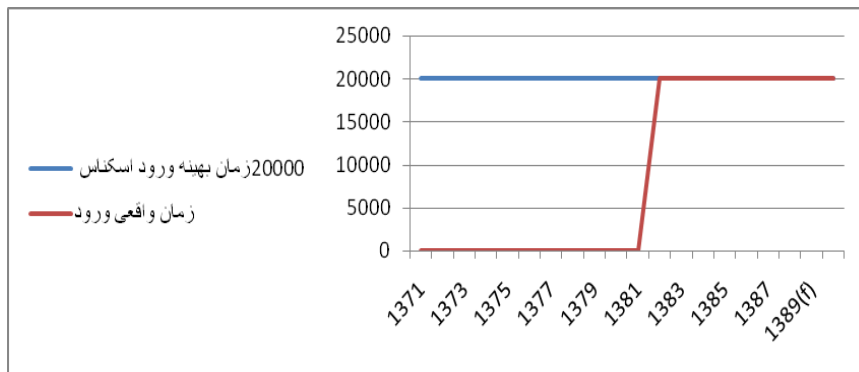
جدول ۳- مقدار متوسط مخارج روزانه (d..) به همراه ارزش اسمی هر شیار (deno..) بر اساس روش

d-metric از سال ۱۳۷۲

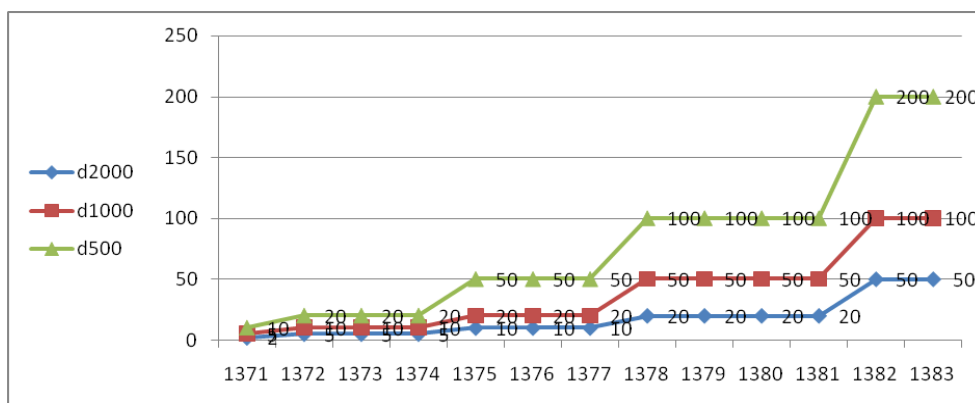
d500	deno500	d200	deno200	d100	deno100
۱۴,۲۷۵۴۷	۱۰	۳۵,۶۸۸۶۸	۲۰	۷۱,۳۷۷۳۷	۵۰
۱۹,۰۸۵۲۴	۲۰	۴۷,۷۱۳۱۱	۵۰	۹۵,۴۲۶۲۲	۱۰۰
۲۲,۴۰۶۶۷	۲۰	۵۶,۰۱۶۶۷	۵۰	۱۱۲,۰۳۳۳	۱۰۰
۲۸,۶۰۲۳۳	۲۰	۷۱,۵۰۵۸۴	۵۰	۱۴۲,۰۱۱۷	۱۰۰
۳۸,۵۴۱۲۵	۵۰	۹۶,۳۵۳۱۲	۱۰۰	۱۹۲,۷۰۶۲	۲۰۰
۵۱,۶۲۸۶۶	۵۰	۱۲۹,۰۹۶۶	۱۰۰	۲۵۸,۱۹۲۳	۲۰۰
۶۱,۸۱۵۳۱	۵۰	۱۵۴,۵۲۸۳	۱۰۰	۳۰۹,۰۷۶۵	۲۰۰
۷۵,۴۴۸۵۳	۵۰	۱۸۸,۶۲۱۳	۲۰۰	۳۷۷,۲۴۲۶	۲۰۰
۹۱,۵۷۶۴۲	۱۰۰	۲۲۸,۹۴۱	۲۰۰	۴۵۷,۸۸۲۱	۵۰۰
۱۱۵,۹۷۹۵	۱۰۰	۲۸۹,۹۴۸۸	۲۰۰	۵۷۹,۸۹۷۷	۵۰۰
۱۴۶,۰۸۲۴	۱۰۰	۳۶۵,۲۰۵۹	۲۰۰	۷۳۰,۴۱۱۹	۵۰۰
۱۶۸,۱۰۶۹	۲۰۰	۴۲۰,۲۶۷۳	۵۰۰	۸۴۰,۵۳۴۵	۱۰۰۰
۲۰۵,۷۵۹۳	۲۰۰	۵۱۴,۳۹۸۲	۵۰۰	۱۰۲۸,۷۹۶	۱۰۰۰
۲۵۰,۶۹۱۶	۲۰۰	۶۲۶,۷۳۹	۵۰۰	۱۲۵۳,۴۵۸	۱۰۰۰
۲۸۸,۵۰۰۸	۲۰۰	۷۲۱,۲۵۲۱	۵۰۰	۱۴۴۲,۵۰۴	۱۰۰۰
۳۴۴,۰۹۱۳	۲۰۰	۸۶۰,۲۲۸۲	۵۰۰	۱۷۲۰,۴۵۶	۱۰۰۰
۳۹۷,۲۳۱۴	۲۰۰	۹۹۳,۳۲۸۶	۱۰۰۰	۱۹۸۶,۶۵۷	۲۰۰۰
۴۴۷,۶۲۸	۵۰۰	۱۱۱۹,۰۷	۱۰۰۰	۲۲۳۸,۱۴	۲۰۰۰
۵۴۸,۷۹۱۹	۵۰۰	۱۳۷۱,۹۸	۱۰۰۰	۲۷۴۳,۹۶	۲۰۰۰
۶۷۲,۸۱۸۹	۵۰۰	۱۶۸۲,۰۴۷	۱۰۰۰	۳۳۶۴,۰۹۴	۲۰۰۰

ماخذ: محاسبات محقق

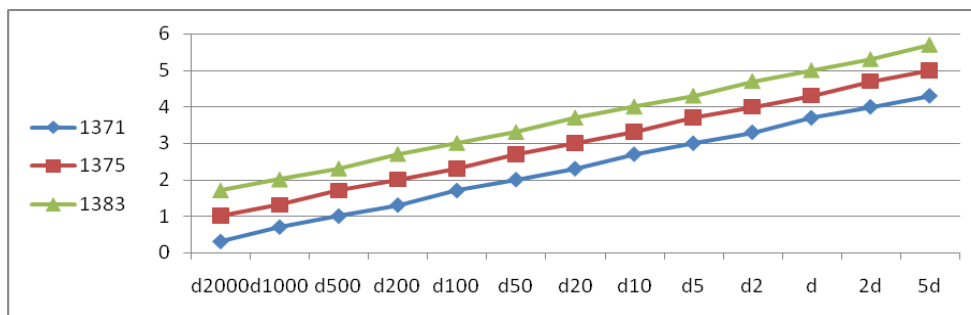
۱- به دلیل اختلاف زیاد میان حد پایین و بالای این شیار مجبور به استفاده از تبدیل لگاریتمی آن شدیم.



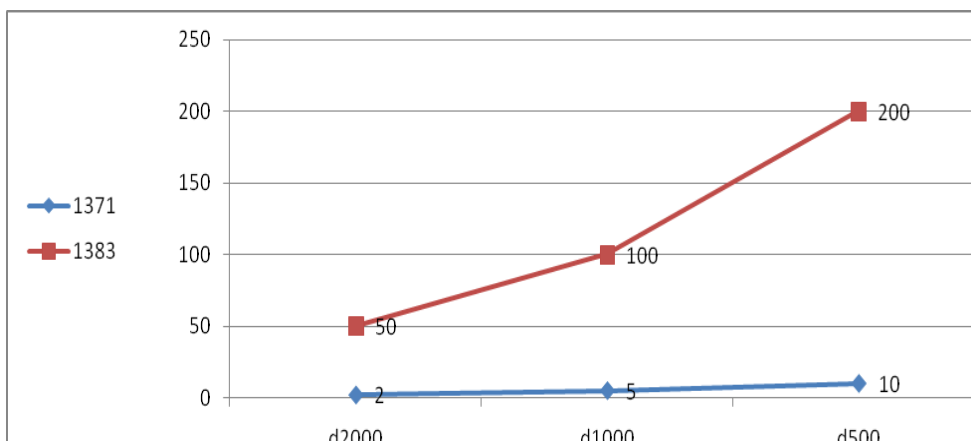
نمودار ۵- مقایسه زمان ورود اسکناس های ۲۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ با نتایج سیستم D-metric



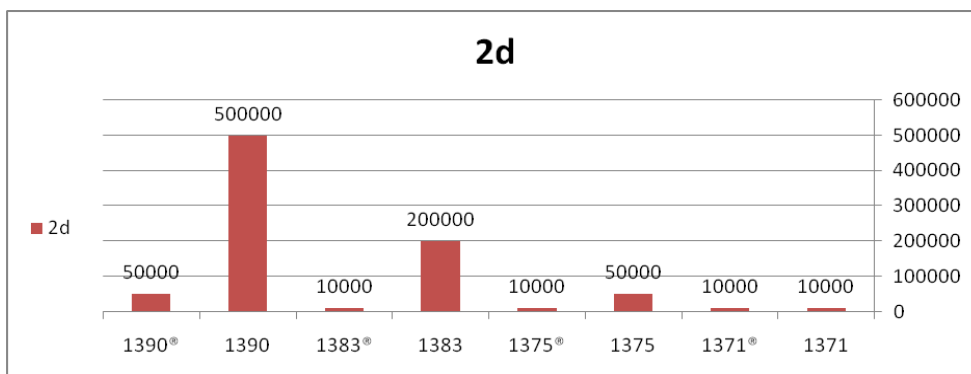
نمودار ۶- ساختار پویایی تغییر در شیارهای اقطاع بالا بر اساس سیستم D-metric



نمودار ۷- نمایش چگونگی جابجایی در قطع های اسکناس و مسکوک در میان شیارها



نمودار ۸- نمایش تغییر ارزش اسمی سه شیار منتخب



نمودار ۹-

همچنان که قابل مشاهده است مقدار این شیار در طی دوره ۸۱-۱۳۷۱ ثابت بوده است در حالی که بر اساس روش D-metric بین هر ۳ الی ۴ سال بایستی مقدار آن افزایش می یافته است.

در جدول شماره ۷ چگونگی تغییرات ارزش اسمی شیاریها برای سالهایی که تغییر در آن روی می دهد به نمایش گذاشته شده است. برای مثال در سال ۱۳۷۲ قطع پنج هزار ریالی از شیاری D به شیاری D/2 تغییر مکان می دهد.

جدول ۷- جدول تغییر ارزش های اسمی پنج قطع اسکناس در میان شیاریها

سال / قطع	D/۲	D	2D	5D
۱۳۷۱	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
۱۳۷۲	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
۱۳۷۵	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
۱۳۷۹	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰
۱۳۸۳	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰
۱۳۸۷	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰
1394	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰

ماخذ: محاسبات محقق

به هر ترتیب بر اساس روش D-metric می توان مدت زمان ماندگاری هر قطع اسکناس و مسکوک را در هر شیاری محاسبه نمود. در جدول شماره ۴ ساختار قطع های تا D5 و چگونگی جابجایی در آن ها به نمایش گذاشته است. برای مثال مشاهده می گردد که قطع اسکناس ۲۰۰۰۰ ریالی در سال ۱۳۷۱ در شیاری D5 قرار می گیرد و پس از آن در فاصله ۷۵-۱۳۷۲ در شیاری 2D، سپس در دوره ۷۸-۱۳۷۶ در شیاری D و در نهایت در فاصله ۹۰-۱۳۷۸ در شیاری D/2 جای می گیرد. در جدول تهیه شده شماره ۵ میزان ماندگاری ارزشهای اسمی مختلف در هر شیاری برحسب سال نمایش داده شده است برای مثال اسکناس ۱۰۰۰۰ ریالی تنها یک سال در شیاری D5 باقی می ماند و پس از ۱۶ سال به شیاری D/20 منتقل می شود. لازم به ذکر است هرچه سرعت جابجایی ارزشهای اسمی هر یک از شیاریها بیشتر باشد، می توان نتیجه گیری نمود که نیاز به معرفی قطع جدید ضرورت بیشتری می یابد.

همچنین همان گونه که پیشتر اشاره شد عدم به کارگیری یک دامنه مطلوب برای قطع بندی اسکناس و مسکوک می تواند به طور مستقیم هزینه های بانک مرکزی را افزایش دهد. به منظور نمایش این موضوع و با توجه به زمان ورود مناسب اسکناسهای ۲۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰ ریالی که بر اساس سیستم D-METRIC به دست آمده است مقدار هزینه کل تولید با فرض X ریالی هزینه برای هر قطع اسکناس در دو وضعیت موجود و مطلوب (فرض ورود اسکناس ۲۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ ریالی در

زمان مناسب ۱۳۷۲ و ۱۳۸۱) نمودار شماره ۸ تهیه شده است. همچنانکه از این نمودار برمی آید در صورتی که قطع های موجود در زمان بندی من است به چاپ می رسید، هزینه های بانک مرکزی از این حیث به شدت کاهش می یافت. در این تصویر نمودار \*TOTAL بیانگر هزینه های موجود و TOTAL بیانگر هزینه در صورت معرفی قطع های موجود در زمان مناسب است.

جدول ۴- میزان ماندگاری هر اسکناس در هر شیار بر حسب سال

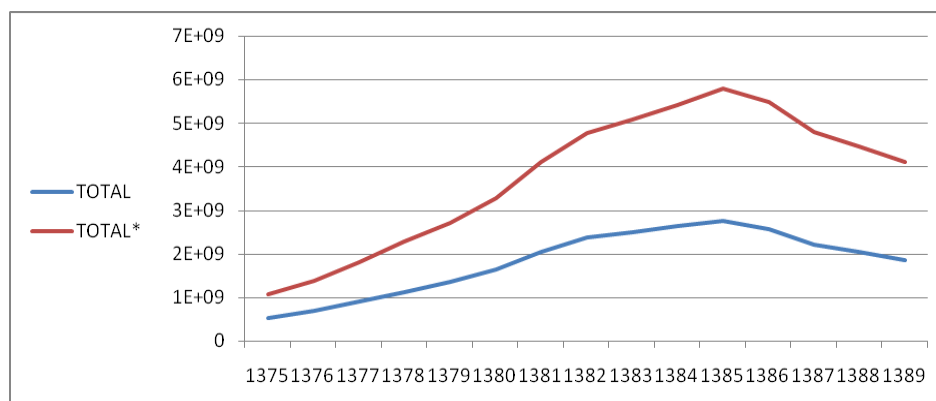
d/20	d/10	d/5	d/2	D	2d	5d	ارزش اسمی
۵	۳	۴	۳	۱	-	-	۵۰۰۰
۴	۵	۴	۳	۳	۱	-	۱۰۰۰۰
۴	۵	۵	۴	۴	۴	۱	۲۰۰۰۰
-	-	۳	۵	۴	۳	۳	۵۰۰۰۰
-	-	۴	۴	۴	۴	۳	۱۰۰۰۰۰
-	-	-	-	۴	۵	۴	۲۰۰۰۰۰
-	-	-	-	-	۳	۵	۵۰۰۰۰۰
-	-	-	-	-	-	۴	۱۰۰۰۰۰

ماخذ: محاسبات محقق

## ۵- نتیجه گیری

- هدف از این مقاله ارزیابی قطع بندی اسکناس و مسکوک در ایران بود. بر این اساس روشی مورد استفاده قرار گرفت که به روش D-METRIC مشهور است. این روش هر چند از پشوانه نظری خاصی برخوردار نیست و دارای نقاط ضعفی است، ولی به عنوان یک روش ساده و کاربردی عموماً مورد استفاده قرار می گیرد. در خصوص ایران نتایج بررسی ساختار قطع بندی موجود و نیز به کارگیری روش مذکور حاکی از وجود اشکالاتی به شرح ذیل است:
- یکی از اشکالت ساختار قطع بندی که چندین بار تکرار شده و در حال حاضر نیز وجود دارد عدم توجه به فضا گذاری مناسب است. این مسئله منجر به فشار به قطع پایین و نیز قطع بالای قطع مفقوده می گردد.
  - در ایران به دلیل تورم مزمن نیاز به تعریف قطع های اسکناس درشت تر همواره ضروری است. این مسئله با بررسی سرعت تغییر ارزش اسمی شیارها به خوبی نشان داده شد.
  - ورود قطع های مورد نیاز با تأخیر بسیار زیادی صورت می گیرد. این مسئله عملاً هزینه های

قابل توجهی را متوجه بانک مرکزی نموده است. در این مقاله نشان داده شد معرفی قطع مورد نیاز در زمان مناسب تا چه میزان می تواند از هزینه های بانک مرکزی بکاهد. یافته های روش D-METRIC گویای آن است که نیاز به قطع های بالاتر از ۱۰۰۰۰۰۰ ریال کاملاً ضروری است. این مسئله از طریق رواج یافتن چک های مسافرتی به جای پول در مبادلات تأیید می گردد. همچنین در حال حاضر بین شیار ۵۰۰۰۰۰ ریالی و ۱۰۰۰۰۰۰ ریالی یک شیار خالی وجود دارد که نیاز به قطع ۲۰۰۰۰۰۰ ریالی را ضروری می نماید.



## Refrencs

- [1] Anderson, P. S. (1977). 'Currency in use and in hoards', New England Economic Review 8, 21-30.
- [2] Barry, J. (1994). 'Currency trends and developments', Reserve Bank Bulletin 57, 350-355.
- [3] Bolt, W. (2003). Retail payments in the Netherlands: Some facts and some theory, Research Memorandum WO 722, De Nederland Bank.
- [4] Bos, J. W. D. (1994). De vraag in Nederland, Research memorandum WO 399, De Nederland Bank.
- [5] Caianiello, E. R., G. Scarpetta and G. Simoncelli (1982). 'A systemic study of monetary systems', International Journal of General Systems 8, 81-92.
- [6] Chen, C. (1976). 'Currency Denominations and the price level', Journal of Political Economy 84, 179-183.
- [7] Cramer, J. S. (1983). 'Currency by denomination', Economics Letters 12, 299-303.
- [8] Crusher, D. and T. Stark (2002). Forecasting coin demand, Technical Report 02.

- [9] Fase, M. M. G. (1981 a). 'forecasting the demand for banknotes: Some empirical results for the Netherlands', *European Journal of Operations Research* 6, 269-278.
- [10] Fase, M. M. G. and M. Van Nieuwkerk (1977). the demand for banknotes in four countries, *Quarterly Statistics* 1, De Nederland Bank.
- [11] Goldin, E. (1985). 'Statistical analysis of coins lost in circulation', *Journal of Business and Economic Statistics* 3, 36
- [12] Hove, L.V. (1996). 'On the optimal spacing of currency denomination' *European journal of operational research*, 90, 547-552.
- [13] Payne, L.C. and H.M. Morgan. (1981). UK currency needs in the 1980s, the banker, pp. 45-53
- [14] Summers (1993). optimal denominations for coins and currency, *economics letters*, 35, 458-483
- [15] Tesler, L.G. (1995). optimal denomination for coin and currency economic letter, 49, 425-427

### منابع فرسی

- [۱۶] گزارش‌های آماری بودجه خانوار
- [۱۷] گزارش‌های بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران