

بررسی اثر تورم بر رشد اقتصادی: مطالعه کشورهای منتخب سازمان

کنفرانس اسلامی

خشایار سید شکری^۱

اکرم کارخانه^۲

دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۶ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۱

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی اثر تورم بر رشد اقتصادی در تعدادی از کشورهای منتخب سازمان کنفرانس اسلامی در دوره زمانی ۱۹۹۱-۲۰۰۹ می باشد. برای گنجاندن رابطه غیر خطی بین متغیرهای اصلی، مجذور تورم به عنوان متغیر توضیحی وارد مدل شده است که به محقق توان محاسبه نقطه آستانه بین تورم و رشد را می دهد. یافته های تحقیق نشانگر وجود رابطه منفی بین تورم و رشد هستند. همچنین نرخ آستانه تورم ۹/۵ درصد می باشد.

واژگان کلیدی: تورم، رشد، حد آستانه.

طبقه بندی JEL: C33, C51, E31, O40

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. عضو هیات علمی دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز (مستول).

Email:kha.seyed_shokri@iauctb.ac.ir

۲. کارشناس ارشد توسعه و برنامه ریزی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، A_Karkhanehu@Yahoo.Com

مقدمه

ارتباط بین تورم و رشد اقتصادی یکی از مهم ترین مسائل اقتصاد کلان می باشد. ارتباط مزبور بطور گسترده ای در ادبیات اقتصادی مورد بحث قرار گرفته و متناسب با شرایط روز تغییر کرده است. عده ای از محققین با توجه به این امر که افزایش تقاضا منجر به افزایش هم زمان تولید و قیمت ها می شود، تورم را دارای اثرات منفی بر رشد نمی دانستند. در چنین فضایی فیلیپس برای اولین بار بیان نمود که تورم بالا با کاهش دادن بیکاری رشد اقتصادی را تشویق می کند. با این حال هنگامی که در بسیاری از کشورهای دارای نرخ های بالا و بسیار بالای تورم در آمریکای لاتین نرخ های رشد کاهش یافتند، این دیدگاه بوجود آمد که تورم به جای اثر مثبت، اثر منفی بر روی رشد خواهد گذاشت. مطالعات تجربی متعددی که به نتایج متضادی در مورد اثرات تورم بر رشد رسیده بودند مباحثات مربوطه را به پاسخ قاطعی نرساندند. اما با مرور زمان این توافق بدست آمد که نرخ های پایین تورم برای رشد مفیدند. نتیجه گیری فوق این سوال را مطرح کرد که نرخ پایین تورم دقیقاً چه مقدار است؟ پاسخ سوال فوق به ماهیت و ساختار اقتصاد بر می گردد که بطور واضحی می تواند برای کشورها متفاوت باشد. در این مرحله کارشناسان اقتصاد کلان با استفاده از مدل های غیر خطیبا شکست ساختاری موفق به توصیف وضعیت هایی شدند که در آن تورم تا حد خصوصی می تواند بر رشد اثر مثبت داشته و بعد از آن اثر فوق معکوس می شود.^۱

هدف این مقاله بررسی اثر تورم بر رشد اقتصادی در تعدادی از کشورهای منتخب سازمان کنفرانس اسلامی در دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۱ می باشد. ساختار مقاله به شرح زیر است: ابتدا ادبیات نظری مرتبط با موضوع مورد بررسی قرار می گیرند. سپس مطالعات تجربی مربوطه معرفی می گردند. قسمت بعدی مقاله اختصاص به معرفی مدل و تخمین آن دارد. در انتها نتیجه گیری های مربوطه ارائه خواهد شد.

۱. برای مطالعه بیشتر در مورد سیر تحول نظرات اقتصادی در ارتباط با اثر تورم بر رشد به احمد (2010: S.Ahmed) و برنو و استرلی (1996: M.Bruno & W.Easterly) مراجعه شود.

مبانی نظری

تئوری های اقتصادی که به بررسی اثر تورم بر رشد اقتصادی پرداخته اند را می توان به ۴ دسته تقسیم کرد:

۱) تورم اثر مثبت بر رشد اقتصادی دارد. در این زمینه می توان به مطالعه توبین^۱ (۱۹۶۵) به عنوان آغاز کننده بحث ارتباط بین تورم و رشد اشاره کرد. او پول را بعنوان یک دارایی جانشین سرمایه وارد مدل سولو-سوان کرد. از آن جا که تورم هزینه فرصت نگهداری پول را افزایش می دهد، بنابراین با افزایش آن انباشت سرمایه و رشد اقتصادی افزایش میابد. از سوی دیگر مطابق منحنی فیلیپس چنان چه افزایش تقاضای کل منجر به افزایش تورم شود، تورم و رشد اقتصادی می توانند با هم همراه باشند. البته در چنین حالتی تورم مسبب رشد نیست. بلکه اگر افزایش تقاضای کل منجر به رشد اقتصادی شود، در چنین وضعیتی تورم به رشد صدمه نخواهد زد.

۲) تورم هیچ اثری بر رشد اقتصادی ندارد. به عنوان مثال سیدارسکی^۲ (۱۹۶۷) با وارد کردن پول در تابع مطلوبیت نتیجه گیری کرد که پول ابر خنثی^۳ است.

۳) استوکمن^۴ (۱۹۸۱) با ارائه مدلی که در آن پول مکمل سرمایه است، نتیجه گیری کرد که تورم اثر منفی بر رشد می گذارد. گومه^۵ (۱۹۹۳) و جونز و منوئلی^۶ (۱۹۹۵) با وارد کردن پول در محدودیت بودجه و با در نظر گیری انباشت سرمایه انسانی، نتیجه گیری کردند که افزایش نرخ تورم با کاهش سطح مصرف و عرضه نیروی کار^۷ منجر به نرخ های پایینتر رشد خواهد شد. دگرگوریو^۸ (۱۹۹۳) با ارائه مدلی که در آن پول بعنوان ابزاری برای کاهش هزینه های معامله توسط خانوارها و بنگاه ها استفاده می شود، نشان داد که افزایش تورم از آن جا که باعث می شود بنگاه ها ذخیره پول نگهداری شده خود را کاهش

1. Tobin
2. Sidrauski
3. Superneutral
4. Stockman
5. Gomme
6. Jones & Manuelli

۷. برای کسب اطلاع بیشتر در مورد اثر گذاری تورم بر عرضه نیروی کار به گیلمن و هریس (Gillman&Harris:200) مراجعه شود.

8. De Gregorio

دهند. منجر به افزایش هزینه های معاملاتی شده که اثرات منفی بر سرمایه گذاری و رشد اقتصادی خواهد داشت.

۴) در مدل های جدید، تورم به شرطی بر رشد اثر منفی دارد که از حد مشخصی بگذرد. در این مدل ها نرخ های بالای تورم با صدمه زدن به بازارهای مالی و سطح کارایی، رشد اقتصادی را کاهش می دهند. نظریه فوق پاسخ واضحی به اثرات تورم پایین بر رشد را ارائه نمی کند. بنظر بلانچارد و همکاران^۱ (۲۰۱۰) هنگامی که تورم یک رقمی است، تشخیص اثر آن بر رشد اقتصادی دشوار است. سوال بعدی که با پذیرش این نظریه مطرح گردید، این بود که مقدار آستانه ای تورم یا نرخی که در آن تورم به عاملی زیان بار تبدیل می شود چه قدر است؟^۲ بنظر احمد^۳ پاسخ این سوال بستگی به طبیعت و ساختار اقتصاد دارد. کریمر و همکاران^۴ (۲۰۱۱) در این زمینه اعتقاد دارند که مسیر های متعددی وجود دارد که از طریق آن ها تورم می تواند بر رشد اثر بگذارد، از آن جا که اثرات فوق می توانند با توجه به سطح تورم همدیگر را تضعیف یا تقویت کنند، بنابراین با یک رابطه خطی بین تورم و رشد روبرو نیستیم.

مطالعات تجربی

مطالعات تجربی مربوط به اثر تورم بر رشد اقتصادی سهم قابل توجهی در مطالعات اقتصاد کلان مخصوصاً در دهه ۹۰ میلادی را به خود اختصاص داده است. مطالعات فوق با تحقیق کورماندی و مگیوری^۵ (۱۹۸۵) آغاز و سپس توسط سایر محققین دنبال شد. کورماندی و

1. Blanchard et al

۲. عده ای از محققین مانند بوید و همکاران (Boyd et al., 2001) اعتقاد دارند که در عمل ۲ سطح آستانه در ارتباط بین تورم و رشد وجود دارد. برای نرخ آستانه اول، چنانچه تورم از آن بگذرد، بازارهای مالی لطمه می خورند، در حالی که پایینتر از آن تورم اثر معناداری بر بازارهای مالی ندارد. برای نرخ آستانه دوم، چنانچه تورم از آن بگذرد، از آن جا که تورم همه زیان های خود را وارد کرده است، دیگر ضرر بدتری برای بازارهای مالی را نخواهد داشت.

3. S.Ahmed

4. S.Kremer et al

5. Kormandi and Meguire

مگیوری با استفاده از داده های ۴۷ کشور در دوره زمانی ۱۹۷۷-۱۹۵۰ نتیجه گیری کردند که ۱ درصد افزایش در تورم رشد اقتصادی را به میزان ۰/۵۷ درصد کاهش می دهد. تحقیق فیشر^۱ (۱۹۹۳) یکی از اولین مطالعاتی بود که در آن با بکارگیری داده های تابلویی وجود رابطه غیرخطی بین تورم و رشد مورد آزمون قرار گرفت. او با استفاده از داده های کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به وجود یک رابطه غیر خطی منفی بین تورم و رشد رسید. بنظر ایبارا و تروپکین^۲ (۲۰۱۱) اشکال عمده تحقیق فوق تقسیم دلخواهانه داده های تحقیق برای رسیدن به حد آستانه تورم بود.

بولارد و کیتینگ^۳ (۱۹۹۵) با بکارگیری مدل های VAR ساختاری، واکنش تولید واقعی به شوک های دائمی تورم را محاسبه کردند. آن ها نتیجه گیری کردند که چنان چه سطح اولیه تورم پایین (بالا) باشد، افزایش در تورم در بلند مدت اثرات مثبت (منفی) بر رشد اقتصادی خواهد داشت.

خان و سنهداجی^۴ (۲۰۰۱) با داده های متوسط ۵ ساله نرخ آستانه تورم را برای گروهی از کشورها محاسبه کردند. آن ها نتیجه گیری کردند که نرخ آستانه تورم برای کشورهای صنعتی بین ۱ تا ۳ درصد و برای کشورهای در حال توسعه بین ۱۱ تا ۱۲ درصد است.

دروکر و همکاران^۵ (۲۰۰۵) با برطرف سازی محدودیت های مطالعه خان و سنهداجی (۲۰۰۱) و با بکارگیری مدل های اقتصادسنجی هانسن^۶ و گونزالو و پیتاراکیس^۷ مقادیر آستانه ای تورم را محاسبه کردند. دروکر و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از مدل اثرات ثابت داده های تابلویی غیر دینامیک به ۲ مقدار آستانه ای ۲/۶ درصد و ۱۲/۶ درصد برای کشورهای صنعتی و ۱۹/۲ درصد برای کشورهای در حال توسعه رسیدند.

1. Fisher
2. R.Ibarra&D.Trupkin
3. Bullard and Keating
4. Khan and Senhadji
5. Drukker et al
6. Hansen
7. Gonzalo and Pitarakis

کریمیر و همکاران^۱ (۲۰۰۹) با استفاده از مدل داده های تابلویی دینامیک که در آن اثرات آستانه ای در نظر گرفته شده بود، به نتایج مشابه مطالعات قبلی دست یافتند. اسپینوزا و همکاران^۲ (۲۰۱۰) با استفاده از مدل رگرسیون انتقالی هموار^۳ به بررسی سرعت انتقال تورم به رشد، هنگامی که تورم اثر منفی بر رشد دارد، پرداختند. تفسیر نتایج بدست آمده بدلیل عدم سازگاری مدل آن ها با مدل توسعه یافته رگرسیون انتقالی هموار گونزالس و همکاران^۴ که در آن سطح آستانه بطور درون زا تعیین می شد دشوار می باشد. ایبارا و تروپکین^۵ (۲۰۱۱) با در نظر گیری داده های ۱۲۰ کشور به بررسی ارتباط بین تورم و رشد پرداختند. آن ها نتیجه گیری کردند که نرخ آستانه تورم برای کشورهای پیشرفته ۴/۱ درصد و برای کشورهای در حال توسعه ۱۹/۱ درصد می باشد.

داده های تحقیق

کشورهای عضو کنفرانس اسلامی که بطور تصادفی برای این تحقیق در نظر گرفته شده اند عبارتند از: مصر، اندونزی، ایران، مالزی، نیجر، پاکستان، عربستان، تونس و یمن. جدول (۱) متوسط نرخ رشد اقتصادی و تورم را در دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۱ ارائه می کند.

جدول ۱- متوسط نرخ رشد اقتصادی و تورم

	متوسط نرخ رشد اقتصادی	متوسط تورم
۱۹۹۱-۹۵	۴/۶	۱۳/۶
۱۹۹۶-۲۰۰۰	۴/۱	۹/۲
۲۰۰۱-۲۰۰۵	۴/۴	۷/۷
۲۰۰۶-۲۰۰۹	۴/۴	۸/۴

منبع: محاسبات نویسندگان مقاله بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط شاخص های توسعه جهانی (WDI)

1. Kremer et al
2. Espinoza et al
3. smooth transition regression model
4. Gonzalez et al
5. R.Ibarra&D.Trupkin

مدل تحقیق

مدل بکار رفته به شرح زیر می باشد:

$$rGDP = \alpha + \beta_0 inf + \beta_1 inf^2 + \beta_2 X + U$$

که در آن rGDP نرخ رشد واقعی اقتصادی، inf تورم، inf^2 تورم بتوان دو و X متغیرهای کنترل (سایر متغیرهای اثر گذار بر رشد اقتصادی) می باشند. متغیرهای فوق عبارتند از: نرخ رشد نیروی کار k، نرخ رشد سرمایه gross، نسبت مخارج دولت به تولید داخلی Gov و نسبت نقدینگی به تولید داخلی M2.

وارد کردن مجذور تورم به عنوان متغیر توضیحی در مدل ما را قادر می سازد تا نقطه آستانه تورمییا نقطه ای که در آن تورم می تواند اثر منفی بر رشد بگذارد را شناسایی کنیم. نقطه آستانه یا برگشت از رابطه (۱) بدست می آید:

$$\text{نقطه آستانه} = \text{ضریب تورم} / (\text{ضریب مجذور تورم}) * ۱۰۰\% \quad (۱) \quad (\text{منبع: پولین و زو: ۲۰۰۵})$$

تخمین مدل

قبل از تخمین مدل لازم است که ایستایی (مانایی) متغیرهای بکار گرفته شده بررسی شود. برای اطمینان از ایستا بودن متغیرها، آزمون ریشه واحد برای متغیرها انجام می شود. در این مطالعه از سه آزمون ریشه واحد مختلف لوین، لین و چاو^۱ (LLC)، ایم، پسران و شنو^۲ (IPS) و آزمون دیکیفولر تعمیم یافته^۴ (ADF) برای بررسی مانایی متغیرها استفاده می شود. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده کلیه متغیرها به استثنای نسبت مخارج دولت به تولید داخلی و نسبت نقدینگی به تولید داخلی مانا هستند. دو متغیر نامانای نیز با یک بار تفاضل گیری مانا شدند و در مدل نیز تفاضل مرتبه اول آن ها وارد خواهد شد.

1. R.Pollin&A.Zhu
2. Levin,Lin&cho
3. Im,pesaran&shin
4. augmented dickey fuller test

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد

متغیر آزمون	GDPG	INFC	INFC2	GROSS	Lk	M2	d(M2)	GOV	d (GOV)
LLC	-۷/۴۳	-۴/۰۶	-۷/۹۹	-۷/۱۹	-۱۲/۰۷	۰/۰۵	-۵/۳۹	-۱/۷۹	-۸/۸۶
prob	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰
IPS	-۶/۹۷	-۳/۷۳	-۶/۱۳	-۵/۲۴	-۶/۹۴	-۰/۸۳	-۴/۹۱	-۱/۲۲	-۹/۶۳
prob	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۰۲	۰/۰۰۰	۰/۱۰۹	۰/۰۰
ADF	۷۷/۸۴	۴۴/۴۱	۶۹/۲۸	۸۸/۴۸	۵۷/۸۲	۲۷/۶۴	۵۵/۲۴	۲۴/۹۹	۱۰۹/۶۵
prob	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۱۲۵	۰/۰۰
	مانا	مانا	مانا	مانا	مانا	نامانا	مانا	نامانا	مانا

در مرحله بعد برای انتخاب بین روش داده های تابلویی و داده های تلفیقی از آماره اف لیمر استفاده می شود. در این آزمون فرضیه H_0 داده های تلفیقی (روش ترکیبی OLS) و فرضیه مقابل H_1 روش داده های تابلویی است.

میزان آماره F محاسباتی برابر با $۱۱/۸۴$ بدست آمده است. با توجه به این که F محاسباتی از F جدول بزرگتر است، پس فرضیه صفر (استفاده از روش حداقل مربعات معمولی) رد شده و رگرسیون مقید (روش حداقل مربعات معمولی) دارای اعتبار نیست و باید با عرض از مبدهای جداگانه (اثرات ثابت یا تصادفی) در مدل لحاظ شود.

آخرین گام برای رسیدن به شکل صحیح تخمین مدل، انتخاب بین روش اثرات ثابت یا تصادفی می باشد. آزمون هاسمن برای تعیین روش تخمین در روش داده های تابلویی بکار می رود. در این آزمون فرضیه H_0 روش اثرات تصادفی و فرضیه مقابل H_1 روش اثرات ثابت است.

نتایج آزمون هاسمن در جدول شماره ۳ خلاصه شده است. مطابق نتایج بدست آمده مدل به شیوه اثرات ثابت تخمین زده خواهد شد.

جدول ۳- نتایج آزمون هاسمن جهت تعیین روش مناسب

آماره χ^2	درجه آزادی χ^2	احتمال
۱۸/۰۸۷	۶	۰/۰۰۶۰

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون های مربوطه نتایج حاصل از تخمین معادله بصورت زیر است:

جدول ۴- نتایج تخمین الگو با استفاده از روش اثر ثابت

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	احتمال
c	-۳/۲۱۵	۰/۴۴۳۳	۰/۰۰۰
Inf	+۰/۰۴۴	۰/۰۳۰۱	۰/۱۴۶
^۲ Inf	-۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰
Lk	+۳۲/۰۵۶	۸/۶۴۸۳	۰/۰۰۰
Gross	+۰/۲۸۸	۰/۰۱۹۱	۰/۰۰۰
Gov(D)	-۰/۰۲۱	۰/۰۸۱۲	۰/۷۹۷
M2(D)	-۰/۱۵۷	۰/۰۱۸۶	۰/۰۰۰
نقطه آستانه	۹/۵	-	-

مطابق نتایج بدست آمده تورم اثر مثبت، اما بی معنی بر رشد دارد، در حالی که مجذور تورم اثر منفی معناداری دارد. مطابق رابطه (۱) نقطه آستانه تورمی برای کشورهای مورد بررسی ۹/۵ درصد می باشد. نرخ رشد نیروی کار و سرمایه اثرات مثبتی بر رشد اقتصادی دارند. در حالی که نسبت مخارج دولت به تولید داخلی اثرات معناداری بر رشد اقتصادی ندارد.

خلاصه و نتیجه گیری

در این مقاله ارتباط بین تورم و رشد در ۹ کشور منتخب عضو کنفرانس اسلامی در دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. در حال حاضر وجود یک رابطه غیر خطی بین تورم و رشد و وجود یک حد آستانه بین متغیرهای فوق مورد پذیرش عمومی قرار گرفته است. بنابراین مدل بکار گرفته شده در این مقاله با توجه به فروض فوق در نظر گرفته شده است. به این ترتیب که علاوه بر خود متغیر تورم و سایر متغیرهای کنترل، مجذور تورم نیز به عنوان متغیرهای توضیح دهنده رشد وارد مدل شده است. نتایج مدل نشان می دهد که نرخ آستانه تورم در کشورهای فوق ۹/۵ درصد می باشد. به عبارت دیگر سیاست های اقتصادی که باعث افزایش نرخ تورم از مقدار فوق شوند، نمی توانند رشد اقتصادی را تشویق

کنند. نرخ رشد نیروی کار و سرمایه فیزیکی نقش مهمی در افزایش رشد اقتصادی داشته اند. اما نسبت مخارج دولت به تولید داخلی اثر معناداری بر رشد نداشته که توجه بیشتر سیاست گذاران را در این زمینه می طلبد.



منابع

- Ahmed.S,2010, AN EMPIRICAL STUDY ON INFLATION AND ECONOMIC GROWTH IN BANGLADESH, OIDA International Journal of Sustainable Development 2: 3
- Blanchard, O., Dell'Ariccia, G. and Mauro, P,2010. Rethinking Macroeconomic Policy, IMF Staff Position Note SPN/10/03.
- Boyd, J.H, Levine, R., and Smith,B.D., 2001, "The Impact of Inflation on Financial Sector Performance," Journal of Monetary Economics 47
- Bruno.M,Easterly.W,1996,Inflation and Growth:In Search Of a Stable Relationship, FE D E R A L R E S E R V E B A N K O F S T. L O U I S,REVIEW,MAY/JUNE.
- Bullard, J., Keating, J. W., 1995, The long-run relationship between ination and output in postwar economies , Journal of Monetary Economics 36(3)
- Drukker, D., Gomis-Porqueras, P., Hernandez-Verme, P., 2005, Threshold Effects in the Relationship Between Ination and Growth: A New Panel-Data Approach, Working Paper.
- Fischer, S., 1993, The Role of Macroeconomic Factors in Growth, Journal of Monetary Economics 32(3)
- R.Ibarra,D.Trupkin,2011, The Relationship between Ination and Growth: A Panel Smooth Transition Regression Approach,BCU Documento de trabajo, ISSN 1688-7565.
- Khan, M., Senhadji, A., 2001, Threshold E_ects in the Relationship Between Ination and Growth, IMF Staff Papers 48(1)
- Kremer, S., Bick, A., Nautz, D., 2009, Ination and Growth: New Evidence from a Dynamic Panel threshold Analysis, SFB 649 Discussion Paper, Humboldt University, Berlin, Germany.
- Kormandi R.C. & Meguire P.G. ,1985, "Macroeconomic determinants of growth: croaacountry evidence", Journal of monetary Economics. 16(2) September
- Pollin.R&Zhu.A,2005,Inflation and economic growth:A Cross-Country Non-linear Analysis,Working Paper Series PERI,No 109
- Sidrauski, M., 1967, Rational Choice and Patterns of Growth in a Monetary Economy, American Economic Review 57(2)
- Tobin, J., 1965, Money and Economic Growth, Econometrica 33(4)
- Gomme,P,1993,Money and Growth Revisited,Journal Of Monetary Economics,32
- De Gregorio,j,1993,Inflation Taxation and Long Run Growth,Journal Of Monetary Economics,31

- Gillman,M&Harris,M,N,2009,The Effect Of Inflation On Growth:Evidence from a Panel of Transition Countries, INSTITUTE OF ECONOMICS, HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES,12.

