



طرح تحقیق پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد

– مشخصات دانشجو و اساتید:

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: ابوالفضل مهدی نیا شماره دانشجویی: ۴۰۳۱۴۲۹۸۰۱۲ رشته تحصیلی: مهندسی شیمی

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: دکتر عباس محمدی

مرتبه دانشگاهی: استادیار

۲. اطلاعات مربوط به پایان نامه:

عنوان پایان نامه

فارسی:	تحلیل فنی- اقتصادی، انرژی و زیست محیطی هم گازسازی پلاسمایی زیست توده و ضایعات پلاستیکی
انگلیسی:	Techno-economic, Energy and Environmental Analysis of Plasma Co-gasification of Biomass and Plastic Wastes
واژگان کلیدی (۵ تا ۷ کلمه):	
فارسی:	گازسازی پلاسمایی، هم گازسازی، زیست توده، پسماند پلاستیکی، گاز سنتز، هیدروژن، ارزیابی چرخه عمر
انگلیسی:	Plasma Gasification, Co-Gasification, Biomass, Plastic Waste, Syngas, Hydrogen, Life Cycle Assessment
تعداد واحد پایان نامه: ☐ ۴ واحد ☒ ۶ واحد	
نوع تحقیق:	☐ بنیادی ☒ کاربردی ☐ توسعه ای

آیا موضوع پارسا در راستای ماموریت‌های سه‌گانه دانشگاه قم و یا نقشه جامع علمی کشور می‌باشد؟ (اگر بله مورد ذکر شود)

بله ☒ خیر ☐

تغییر اقلیم و محیط زیست (تبدیل پسماندهای جامد به محصولاتی با ارزش افزوده)

آیا پایان‌نامه جز یکی از موارد نیاز محور، تقاضا محور یا فناورانه می‌باشد؟ (اگر بله با ارائه مستندات)

بله ☐ خیر ☒

۳ بیان مسأله و ضرورت انجام تحقیق:

۳-۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر، رشد سریع جمعیت، توسعه صنعتی و افزایش مصرف منابع، منجر به تولید بی‌سابقه پسماندهای جامد به‌ویژه ضایعات پلاستیکی و زیست‌توده‌های پسماندی شده است. ضایعات پلاستیکی به دلیل ساختار پایدار شیمیایی، نرخ تجزیه بسیار پایین و حجم تولید بالا، یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی عصر حاضر محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، زیست‌توده‌ها علی‌رغم ماهیت تجدیدپذیر، به دلیل چگالی انرژی پایین، رطوبت بالا و پراکندگی جغرافیایی، بهره‌برداری مؤثر و اقتصادی را با محدودیت‌هایی مواجه کرده‌اند.

در پاسخ به این چالش‌ها، فناوری‌های تبدیل پسماند به انرژی (Waste-to-Energy) به عنوان راهکارهایی پایدار برای مدیریت هم‌زمان پسماند و تأمین انرژی مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این میان، گازسازی پلاسمایی به‌عنوان یکی از پیشرفته‌ترین روش‌های ترموشیمیایی، با بهره‌گیری از دماهای بسیار بالا، امکان تجزیه کامل خوراک‌های ناهمگن، کاهش تولید قیر و آلاینده‌های ثانویه و تولید گاز سنتز با کیفیت بالا را فراهم می‌سازد.

علاوه بر این، مفهوم هم‌گازسازی زیست‌توده و ضایعات پلاستیکی به دلیل ایجاد اثرات هم‌افزایی، می‌تواند منجر به بهبود ترکیب گاز سنتز، افزایش تولید هیدروژن و ارتقای بازده انرژی فرآیند شود. هم‌افزایی ناشی از برهم‌کنش رادیکال‌های حاصل از تجزیه پلاستیک و ساختار متخلخل ذغال زیست‌توده، نقش مهمی در بهبود عملکرد واکنش‌های گازسازی ایفا می‌کند. از این رو، بررسی هم‌گازسازی پلاسمایی این دو خوراک، از منظر فنی، انرژی، اقتصادی و زیست‌محیطی، از اهمیت علمی و کاربردی بالایی برخوردار است که در تحقیق حاضر به آن پرداخته خواهد شد.

۳-۲- تعریف (بیان) مسئله

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در حوزه گازسازی پسماند، مدیریت مستقل زیست‌توده و ضایعات پلاستیکی همچنان با چالش‌های فنی و اقتصادی متعددی روبه‌رو است. زیست‌توده‌ها به دلیل ارزش حرارتی پایین و پلاستیک‌ها به علت تولید آلاینده‌ها و قیر در فرآیندهای متداول، به‌تنهایی گزینه‌ای ایده‌آل برای گازسازی محسوب نمی‌شوند. در این شرایط، هم‌گازسازی به‌عنوان راهکاری نوین، امکان بهره‌برداری هم‌زمان از مزایای هر دو خوراک را فراهم می‌سازد.

اگرچه مطالعات متعددی در زمینه گازسازی زیست‌توده، پلاستیک یا پسماند شهری انجام شده است، اما بیشتر این پژوهش‌ها بر گازسازی غیرپلاسمایی و یا تنها بررسی پارامترهای فنی متمرکز بوده‌اند. از سوی دیگر، فناوری گازسازی پلاسمایی علی‌رغم مزایای فنی و

زیست‌محیطی قابل توجه، به دلیل مصرف بالای انرژی الکتریکی، هزینه سرمایه‌گذاری زیاد و پیچیدگی فرآیند، نیازمند ارزیابی جامع امکان‌سنجی است.

در حال حاضر، خلأ قابل توجهی در تحلیل یکپارچه به تحلیل فنی، انرژی، اقتصادی و زیست‌محیطی هم‌گازسازی پلاسمایی زیست‌توده و ضایعات پلاستیکی، وجود دارد. به‌ویژه بررسی اثر نسبت اختلاط خوراک بر تولید هیدروژن، بازده انرژی کل سیستم، هزینه تولید گاز سنتز و پیامدهای زیست‌محیطی در چارچوب ارزیابی چرخه عمر (LCA)، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، مسئله اصلی این پژوهش آن خواهد بود که آیا هم‌گازسازی پلاسمایی زیست‌توده و ضایعات پلاستیکی می‌تواند با ایجاد اثرات هم‌افزایی، ضمن بهبود کیفیت و بازده گاز سنتز، از نظر انرژی، اقتصادی و زیست‌محیطی نیز توجیه‌پذیر باشد یا خیر؟ پاسخ به این مسئله می‌تواند نقش مهمی در توسعه فناوری‌های پایدار تبدیل پسماند به انرژی و تصمیم‌گیری‌های صنعتی و سیاست‌گذاری ایفا کند.

۳-۳- ضرورت انجام تحقیق

افزایش تولید زیست‌توده‌های پسماندی و ضایعات پلاستیکی، همراه با محدودیت منابع فسیلی و تشدید مقررات زیست‌محیطی، ضرورت توسعه فناوری‌های کارآمد و پایدار تبدیل پسماند به انرژی را دوچندان کرده است. روش‌های متداول مدیریت پسماند، از جمله دفن و سوزاندن، با مشکلاتی نظیر اتلاف منابع، انتشار آلاینده‌ها و بهره‌وری پایین انرژی مواجه‌اند. در این میان، گازسازی پلاسمایی به دلیل توانایی فرآوری خوراک‌های ناهمگن، کاهش چشمگیر آلاینده‌ها و تولید گاز سنتز با کیفیت بالا، به‌عنوان گزینه‌ای پیشرفته و امیدبخش مطرح شده است؛ با این حال، مصرف بالای انرژی الکتریکی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری، نیازمند ارزیابی جامع امکان‌سنجی این فناوری است.

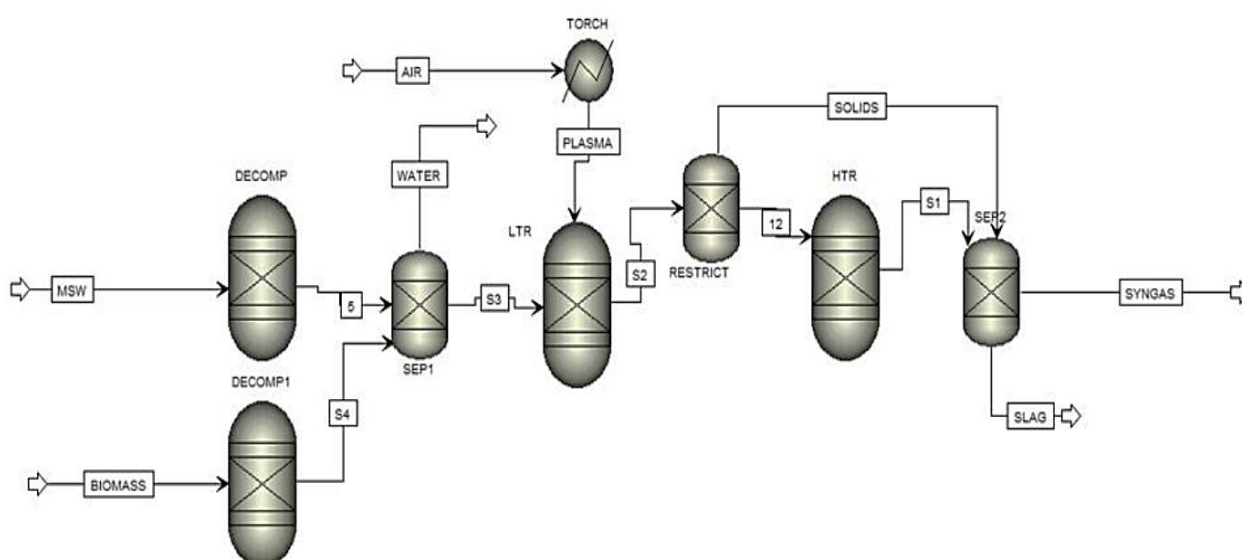
از سوی دیگر، هم‌گازسازی زیست‌توده و ضایعات پلاستیکی به واسطه ایجاد اثرات احتمالی هم‌افزایی در واکنش‌های ترموشیمیایی، می‌تواند محدودیت‌های هر یک از خوراک‌ها را به‌طور هم‌زمان جبران کند. با وجود شواهد پراکنده از بهبود بازده انرژی و کیفیت گاز سنتز، بررسی نظام‌مند این رویکرد در بستر یک فرایند گازسازی پلاسمایی، به‌ویژه از منظر فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی، همچنان با خلأ پژوهشی مواجه است. انجام این تحقیق با هدف رفع این خلأ و ارائه چارچوبی علمی برای تصمیم‌گیری‌های صنعتی و سیاست‌گذاری انرژی، از اهمیت اساسی برخوردار است. در این راستا، تلاش خواهد شد تا به بررسی موارد ذیل پرداخته شود:

- پاسخ هم‌زمان به چالش‌های مدیریت پسماند و تأمین انرژی پاک
- بررسی امکان افزایش بازده هیدروژن و کیفیت گاز سنتز تولیدی
- ارزیابی توجیه‌پذیری فنی، انرژی و اقتصادی گازسازی پلاسمایی
- شرایط بهینه عملیاتی و بهترین ترکیب خوراک قابل استفاده

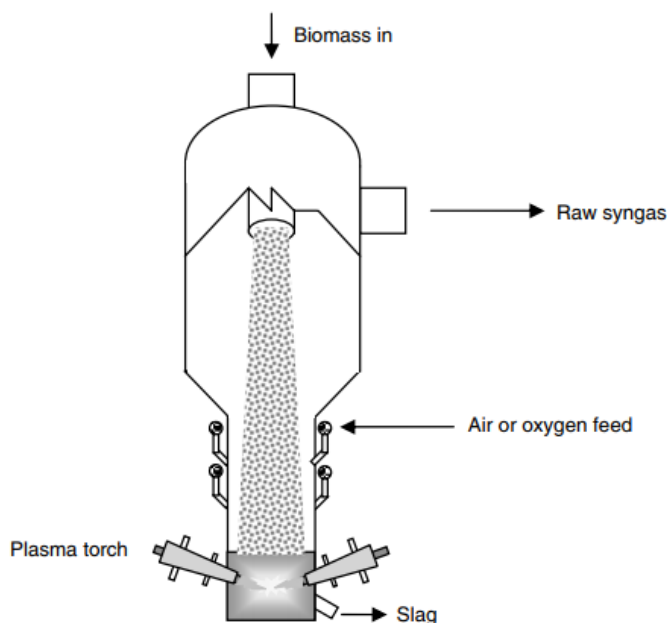
هم‌گازسازی زیست‌توده و ضایعات پلاستیکی یکی از راهکارهای پیشرفته و پایدار در تبدیل ترموشیمیایی پسماند به انرژی است که در سال‌های اخیر توجه زیادی به آن شده است. مطالعات تجربی نشان داده‌اند که ترکیب زیست‌توده و پلاستیک در فرآیند گازسازی، موجب ایجاد اثرات هم‌افزا (synergistic effects) در تولید گاز سنتز می‌شود. این اثرات شامل افزایش نسبت H_2/CO ، کاهش تولید قیر، و بهبود بازده تبدیل کربن است [۱]–[۳]. نسبت اختلاط خوراک، شرایط عملیاتی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد

اولیه، تأثیر قبل توجیهی بر ترکیب و کیفیت گاز سنتز دارند و با تنظیم صحیح این پارامترها، می‌توان بازده انرژی کل فرآیند را به حداکثر رساند [۴]، [۵].

بررسی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی فناوری گازسازی پلاسمایی، به‌ویژه در قالب تحلیل چرخه عمر و ارزیابی اقتصادی، نشان داده است که با وجود سرمایه‌گذاری اولیه بالاتر، بهره‌برداری بهینه می‌تواند سودآوری و پایداری زیست‌محیطی فرآیند را تضمین کند [۸] - [۱۰]. همچنین، استفاده از تکنیک‌های پاک‌سازی گاز سنتز و بهینه‌سازی پارامترهای عملیاتی، قابلیت تولید گاز با کیفیت صنعتی و کاهش انتشار آلاینده‌ها را بهبود می‌بخشد [۱۰]، [۱۵].



شکل ۱- نمودار جریان فرآیند شبیه‌سازی گازی‌سازی پلاسمای، در اسپین پلاس. [۱۵]



شکل ۲- نمایش شماتیک پیکربندی راکتور گازی سازی پلاسمایی. [۱۶]

پرسش‌ها و فرضیات تحقیق:

۵

۱. اثرات هم‌افزایی خوراک‌های پسماند مورد استفاده و تعیین ترکیب بهینه خوراک در یک فرآیند پلاسمایی

آیا ترکیب زیست توده و پلاستیک در گازسازی پلاسمایی باعث ایجاد اثرات هم‌افزا در تولید گاز سنتز خواهد شد و به عبارت دیگر، آیا نسبت H_2/CO در گاز سنتز یک خوراک ترکیبی، بالاتر از گازسازی هر یک از خوراکیها به صورت مستقل خواهد بود؟ [۵-۱]

۲. بهبود بازده انرژی و تولید هیدروژن

آیا استفاده از پلاسمای به دلیل شرایط ویژه واکنشی و رخداد واکنش‌های کامل‌تر، بازده انرژی و تولید هیدروژن را افزایش می‌دهد؟ تاثیر نسبت پلاستیک به زیست توده در این خصوص، چیست؟ [۱۰-۶]

۳. کاهش آلاینده‌ها و قیر (Tar)

آیا استفاده از فناوریهای گازسازی پلاسمایی منجر به کاهش تولید قیر و آلاینده‌های زیست محیطی نسبت به گازسازی معمولی می‌شود؟ [۱۰-۶]

۴. تاثیر پارامترهای عملیاتی

تاثیر شرایط عملیاتی فرایند نظیر نسبت خوراک، دمای پلاسمای، نرخ بخار به خوراک و زمان ماندگاری بر ترکیب گاز سنتز، بازده انرژی و انتشار آلاینده‌ها چه خواهد بود؟ در این خصوص، شرایط بهینه کدام است؟ [۱۱-۱۳]

۵. توجیه اقتصادی و پایداری زیست محیطی

آیا گازسازی پلاسمایی هم‌گازسازی زیست توده و پلاستیک، از نظر اقتصادی و زیست محیطی توجیه پذیر است و مقادیر انتشار CO_2 و مصرف انرژی این فرآیند در شرایط بهینه، چه مقدار است؟ [۸-۱۰]، [۱۴]، [۱۵].

۱. ترکیب دوفناوری پیشرفته

اکثر پژوهش‌ها یا بر هم‌گازسازی زیست‌توده و پلاستیک به روش معمولی تمرکز داشته‌اند یا بر گازسازی پلاسمایی تک‌خوراک. نواوری این تحقیق در آن است که دو رویکرد را به صورت یکپارچه ترکیب و به استفاده هم‌زمان از پلازما و هم‌گازسازی برای بهبود کیفیت و بازده گاز سنتز تولیدی، خواهد پرداخت.

۲. تحلیل هم‌افزایی و بهینه‌سازی نسبت خوراک‌ها

این تحقیق اثرات هم‌افزایی احتمالی میان زیست‌توده و پلاستیک در محیط پلازما را بررسی می‌کند و با شبیه‌سازی و تحلیل پارامترهای عملیاتی، نسبت به مطالعات پیشین، بهینه‌سازی تولید هیدروژن و کاهش آلاینده‌ها را هدف قرار می‌دهد.

۳. رویکرد جامع فنی، انرژی و زیست‌محیطی

نواوری دیگر این تحقیق، ترکیب تحلیل فنی، بازده انرژی و ارزیابی زیست‌محیطی فرآیند گازسازی پلاسمایی است. این موضوع باعث می‌شود نه تنها عملکرد فرآیند از نظر تولید گاز بررسی شود، بلکه پایداری زیست‌محیطی و توجیه اقتصادی آن نیز مشخص گردد.

۴. تمرکز بر تولید هیدروژن و محصولات ارزشمند

این تحقیق علاوه بر تولید انرژی، تمرکز ویژه بر تولید هیدروژن و کاهش آلاینده‌ها دارد، که آن را از گازسازی معمولی و بسیاری از مطالعات پیشین متمایز می‌کند.

۱. شبیه‌سازی فرآیند

✓ استفاده از نرم‌افزار Aspen Plus برای مدل‌سازی عملیاتی فرایند در حالت پایا

✓ تعریف واکنش‌ها بر اساس مدل تعادلی/غیرتعادلی

✓ اعتبارسنجی نتایج با داده‌های تجربی مقالات معتبر

۲. تحلیل انرژی

✓ محاسبه تراز انرژی کل سیستم

✓ تعیین راندمان انرژی و مصرف ویژه انرژی پلازما

۳. تحلیل اقتصادی

✓ برآورد CAPEX و OPEX

✓ محاسبه هزینه تولید گاز سنتز

✓ تحلیل حساسیت نسبت به قیمت برق و خوراک

۴. ارزیابی زیست‌محیطی

✓ مقایسه سناریوهای مختلف اختلاط خوراک و اثرات زیست‌محیطی ناشی از تغییر ترکیب درصد خوراک

- [۱] Smith, J., et al. *Study on Co-gasification of Biomass and Plastics*, Energy Procedia, ۲۰۱۸.
- [۲] Zhang, Y., et al. *Synergistic Effects in Biomass-Plastic Co-Gasification*, Renewable Energy, ۲۰۱۹.
- [۳] Chen, Z., et al. *Effect of Feedstock Ratios on Syngas Composition*, Bioresource Technology, ۲۰۱۹.
- [۴] Zhao, X., et al. *Hydrogen Production from Co-Gasification of Biomass and Plastics*, Renewable Energy, ۲۰۲۰.
- [۵] Li, H., et al. *Modeling Co-gasification Processes in Aspen Plus*, Energy Conversion and Management, ۲۰۲۱.
- [۶] Kaushal, P., et al. *Thermal Plasma Applications in Waste Gasification*, Journal of Cleaner Production, ۲۰۲۰.
- [۷] Saha, B., et al. *Plasma Gasification of Municipal Solid Waste*, Waste Management, ۲۰۲۱.
- [۸] Panwar, N. L., Lanjekar, P. R., Soni, K. *Plasma gasification of municipal solid waste: Life cycle perspective*, Discover Sustainability, ۲۰۲۵.
- [۹] Kumar, A., et al. *Environmental and Economic Analysis of Plasma Gasification*, Journal of Environmental Management, ۲۰۲۲.
- [۱۰] Chen, Y., et al. *Syngas Cleaning Techniques for Plasma Gasification*, Journal of Environmental Chemical Engineering, ۲۰۱۹.
- [۱۱] Okati, A., Khani, M. R., Shokri, B. *Numerical Simulation of Municipal Solid Waste and Biomass Plasma Co-Gasification Process*, Iranian Chemical Engineering Journal, ۲۰۲۳.
- [۱۲] Shokri, B., et al. *Computational Fluid Dynamics in Co-Gasification*, Chemical Engineering Research and Design, ۲۰۲۲.
- [۱۳] Khani, M. R., et al. *Hydrogen Production Optimization via Plasma Co-Gasification*, Iranian Chemical Engineering Journal, ۲۰۲۳.
- [۱۴] Lanjekar, P. R., et al. *Techno-Economic Assessment of Plasma Gasification*, Discover Sustainability, ۲۰۲۵.
- [۱۵] Okati, A., et al. *Syngas Yield and Quality in Plasma Co-Gasification*, Iranian Chemical Engineering Journal, ۲۰۲۳.
- [۱۶] Basu, P. *Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory*, Academic Press (Elsevier), Burlington, MA, (۲۰۱۰).

ماموریت‌های دانشگاه قم: حکمرانی علوم انسانی و اسلامی، گردشگری، تغییر اقلیم و محیط زیست

سامانه نان: سامانه نظام‌نامه‌ها و نیازها (نان) مستقر در مؤسسه استنادی علوم و پایش علم و فناوری (ISC) است.

پارسا: پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد و رساله دانشجویی دکتری می‌باشد.

پارسای نیازمحور: رساله‌ی دکتری یا پایان‌نامه کارشناسی ارشدی است که بر اساس یک نیاز پژوهشی، فناوری، مورد درخواست از سوی بخش‌های خارج از مؤسسه و یا ثبت شده در سامانه نظام ایده‌ها و نیازها (نان)، در پایگاه آی‌اس‌سی تعریف و اجرا می‌شود.

پارسای تقاضامحور: رساله‌ی دکتری یا پایان‌نامه کارشناسی ارشدی است که به صورت مستقیم از حمایت مالی نهادهای، صنایع و مراکز خارج از مؤسسه اعتبار دریافت می‌کنند.

پارسای فناورمحور: رساله‌ی دکتری یا پایان‌نامه کارشناسی ارشدی است که از نوع پژوهش توسعه‌ای بوده و با اطلاعات علمی موجود در آن، منجر به خلق یکی از فناوری‌های نرم، سخت و تولید محصول دانش‌بنیان تجاری شده باشد و منجر به خلق ثروت و خدمت شود.

صورتجلسه گروه ☐ کمیته تخصصی ☐

(با حداقل سه نفر از اعضا)

موضوع تحقیق پایان نامه خانم/ آقای:

دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد در جلسه

مورخ / / ۱۴ کمیته تخصصی گروه آموزشی دانشکده مطرح شد و به اتفاق آراء ☐ یا با تعداد رأی

از رأی مورد تصویب اعضا به شرح زیر قرار گرفت ☐ قرار نگرفت ☐.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت و تخصص	نوع رأی	امضاء
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				

صورت جلسه شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده

موضوع تحقیق پایان نامه خانم/ آقای:

دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد در جلسه

مورخ / / ۱۳..... شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مطرح شد و به اتفاق آراء ☐ یا با تعداد..... رأی

از..... رأی مورد تصویب اعضا به شرح زیر قرار گرفت ☐ قرار نگرفت ☐.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت و تخصص	نوع رأی	امضاء
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
۹				
۱۰				