

بررسی خاصیت ضدانعقادی ترکیبات گلیکوز آمینوگلیکانی استخراج شده از غضروف کوسه چانه سفید *Carcharhinus dussumieri*

شهلا همتی¹، صابر خدابنده^{2*}، سحر شعبانی پنبه چوله¹، مریم حامدی¹

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

2- دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

* نور، صندوق پستی 46414-356

skhoda@modares.ac.ir

چکیده- کوسه ماهیان از جانوران بزرگ دریایی هستند که دارای اسکلت غضروفی وسیع می‌باشند. غضروف کوسه به عنوان یک منبع غنی از مولکول‌های زیست فعال، شامل: کلاژن و چند نوع گلیکوز آمینوگلیکان می‌باشند. در تحقیق حاضر به منظور جداسازی و بررسی خاصیت ضدانعقادی ترکیبات گلیکوز آمینوگلیکانی موجود در غضروف کوسه، استخراج از 2/5 گرم وزن خشک غضروف کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*) با استفاده از نمک کاتیونی ستیل پیریدینیوم کلراید انجام شد. از طیف FTIR نیز برای شناسایی و مقایسه ساختاری گلیکوز آمینوگلیکان‌های استخراجی با هپارین استفاده گردید. در نهایت فعالیت ضدانعقادی گلیکوز آمینوگلیکان‌های استخراج شده با روش سنجش ضدانعقادی زمان ترومبوپلاستین نسبی فعال شده (APTT) در سه غلظت 410، 1250 و 763 میکروگرم بر میلی‌لیتر و زمان پروترومبین (PT) در یک غلظت 1250 میکروگرم بر میلی‌لیتر بر روی پلاسمای خون انسان انجام شد. مقدار کل گلیکوز آمینوگلیکان استخراج شده 42/8 میلی‌گرم بر گرم بافت خشک بود. نتایج طیف FTIR نیز حضور ترکیبات شبه هپارینی را اثبات کرد. بررسی خاصیت ضد انعقادی نشان داد که زمان انعقاد پلاسمای انسان 43، 50 و 85 ثانیه به ترتیب در غلظت-های 410، 763 و 1250 میکروگرم بر میلی‌گرم می‌باشد که به ترتیب زمان انعقاد را 1/3، 1/5 و 2/5 برابر شاهد-که 33 ثانیه بود- طولانی کرد.

کلیدواژگان: هپارین، GAGs، غضروف.

1- مقدمه

متنوع بین موجودات، تفاوت در تنش‌ها و شرایط اکوسیستم‌های¹ دریایی نسبت به محیط‌های خشکی، باعث تشکیل منابع نامحدود و منحصر به فردی از مواد

دریا به عنوان مادر و منشا حیات، به عنوان منبع عظیم ترکیبات طبیعی با خواص مختلف غذایی، دارویی و صنعتی شناخته می‌شود. تنوع زیستی بالا، روابط شیمیایی

1. Ecosystem

زیست فعال¹ در اقیانوس‌ها و دریاها شده است که خواص شیمیایی و ساختاری بسیاری از آن‌ها در محیط خشکی یافت نمی‌شود. امروزه روش زیست فناوری با بهره گرفتن از روش‌های مختلف علمی به دنبال استفاده صنعتی از موجودات زنده مختلف است. از جمله این ترکیبات طبیعی استخراجی مهم، داروهایی هستند که توانسته‌اند جان میلیون‌ها نفر را نجات دهند [1].

در حال حاضر ترمبوز به عنوان یکی از عوامل مهم مرگ‌ومیر در بیماری‌های قلبی - عروقی است [2]. بیش از 50 سال است که از هپارین به عنوان داروی ضدانقباض قوی استفاده می‌شود [3]. که به دلیل عوارض مختلف این گلیکوزآمینوگلیکان سولفات استخراج شده از روده خوک و یا ریه گاو، تحقیق در مورد منابع جایگزین اجتناب ناپذیر است. آبزیان از منابع در دسترس برای استخراج این ترکیبات‌اند [4]. کوسه‌ها دارای اسکلت غضروفی فراوان هستند. فواید کلینیکی متعددی برای غضروف کوسه مطرح شده است. از جمله برای درمان سرطان‌های مختلف استفاده گسترده دارد [5]. همچنین اثر چشمگیری در درمان استئوآرتریت، آرتریت روماتوئید، اسکروز سیستمیک پیشرونده و گلوکوم عصبی دارد [6، 7]. غضروف نوعی بافت همبند است که از کلاژن، پروتئین‌های دیگر و گلیکوزآمینوگلیکان‌ها تشکیل شده است [6]. اگرچه بیشتر خواص ذکر شده برای غضروف کوسه می‌تواند مربوط به ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی موجود در آن باشد، ولی مطالعات جامع و غیر آنزیمی در خصوص میزان وجود در این ترکیبات و به‌خصوص خاصیت ضد انقباضی آنها یافت نشد.

گلیکوزآمینوگلیکان‌ها پلی‌ساکاریدهای آنیونی با زنجیرهای مستقیم واحدهای دی‌ساکاریدی تکرارشونده هگزوزآمین (گلوکوزآمین یا گالاکتوزآمین) و یورونیک اسید (گلوکورونیک اسید یا ایدورونیک اسید) می‌باشند [8]. اصلی ترین گلیکوزآمینوگلیکان‌ها کندرویتین سولفات،

درماتان سولفات، هیالورونیک اسید، هپاران سولفات و هپارین هستند [9]. هپارین گلیکوزآمینوگلیکانی فعال، به شدت سولفات و دارای خاصیت ضد انقباض طبیعی می‌باشد [10]. به دلیل فعالیت ضد انقباضی بالا به صورت گسترده‌ای به عنوان دارو استفاده می‌شود [11، 12].

اما از آنجا که تولید هپارین تجاری متکی بر روده و ریه گاو و خوک، به‌عنوان ماده خام می‌باشد و با توجه به ظهور بیماری جنون گاوی و ارتباط آن با بیماری پریونی کورتزفلدت جاکوب در انسان، وجود اعتقادات مذهبی - فرهنگی و عدم وجود منابع غیر جانوری هپارین، مانند تولید با روش شیمیایی، آنزیمی یا هپارین‌های نو ترکیب برای اهداف دارویی، انگیزه قوی برای شناسایی ترکیبات جایگزین شبه هپارین یا هپارینی از منابع دریایی را ایجاد می‌کند [4]. علی‌رغم استفاده‌های وسیع صنعتی از غضروف کوسه ماهیان در دنیا، در ایران توجه زیادی به این منبع مهم، نه در تحقیقات و نه در صنعت، نشده است. در گزارش‌های ارائه شده جهانی نیز اگرچه روی خواص ضد سرطانی و ضد آرتروزی غضروف کوسه بحث شده ولی توجه خاصی به استخراج ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی و خاصیت ضد انقباضی آن نشده است. لذا با توجه به وجود ذخایر فراوان غضروف کوسه چانه سفید در ایران، تحقیق حاضر با هدف استخراج این ترکیبات انجام گرفت.

2- مواد و روش‌ها

2-1- آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های غضروف کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*) (شکل 1) از مرکز عمل‌آوری ماهیان در دیر (استان بوشهر) خریداری شده و بعد از فریز شدن به آزمایشگاه زیست‌شناسی دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس انتقال داده شدند.



شکل 1 کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*)

پس از جدا کردن گوشت‌های اضافی، غضروف در فریزدرایر به مدت 48 ساعت خشک و از 2/5 گرم وزن خشک برای استخراج استفاد شد.

2-2- استخراج ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی

در ابتدا 2/5 گرم وزن خشک غضروف با 50 میلی‌لیتر سدیم سولفات 0/4 مولار به مدت 1 ساعت در دمای 55 درجه سانتی‌گراد انکوبه شد و سپس pH محلول با استفاده از سدیم هیدروکسید 20 درصد به 11/5 رسانده شد. بعد از انکوباسیون در دمای اتاق به مدت 30 دقیقه، آلومینیوم سولفات 100 درصد برای کاهش pH به 7/7، اضافه شد و در دمای 95 درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت به هم زده شد. سپس نمونه از طریق یک مش پارچه‌ای فیلتر شد و در معرض ستیل پیریدینیوم کلراید¹ (Sigma-Aldrich) قرار گرفت [14,13].

2-3- تیمار با ستیل پیریدینیوم کلراید (CPC)

در این مرحله، به فیلترای جمع‌آوری شده از نمونه‌ها، 10 میلی‌لیتر ستیل پیریدینیوم کلراید، تا زمانی که ذرات معلق سفید رنگ در محلول‌ها مشاهده شوند، اضافه گردید. سوسپانسیون‌ها در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به مدت 18 ساعت انکوبه شده و در نهایت در دور 7000 rpm (3000g)، به مدت 30 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ² شدند. رسوب به‌دست آمده در معرض 30

میلی‌لیتر محلول سدیم کلراید 2 مولار (از قبل حرارت داده شده، 40 درجه سانتی‌گراد) حل شد. ترکیب از طریق کاغذ فیلتر شماره 41 واتمن فیلتر، فیلتر شده و سپس به فیلتر، 3 برابر حجم سدیم کلراید 2 مولار اضافه شده در مرحله قبل، اتانول 95 درصد برای رسوب دادن پلی ساکاریدهای سولفاته خام افزوده شد. به این ترتیب، کمپلکس گلیکوزآمینوگلیکانی با سانتریفیوژ در دور 6000 rpm در دمای 4 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه جمع‌آوری شد. رسوب دو بار با متانول 99/9 درصد شسته و سانتریفیوژ (دور 6000 rpm در دمای 4 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه) و در فریزدرایر به مدت 2 ساعت خشک شد. گلیکوزآمینوگلیکان به‌دست آمده وزن شده و برای بررسی‌های بیشتر در دسیکاتور نگهداری شدند [14,13].

2-4- طیف‌سنجی FT-IR

ساختار مواد و شناسایی گروه‌های عاملی روی ترکیبات استخراج شده از طریق طیف‌سنج مادون قرمز (Shimadzo, FTIR 8400S spectrophotometer, Japan) در محدوده طول موج 400 تا 4000cm^{-1} صورت گرفت. به این منظور مقدار مشخصی از ماده به‌طور کامل، به صورت قرص با KBr با نسبت وزنی 1:100 مخلوط شد [4].

2-5- سنجش خواص ضدانعقادی گلیکوزآمینوگلیکان-

های استخراج شده

2-5-1- آماده کردن پلاسما سیترا ته خون انسان

سنجش ضدانعقادی در آزمایشگاه با پلاسما سیترا ته ضعیف پلاکت (PPP³) انجام شد. در این روش خون انسان از اهدا کنندگان سالم گرفته شده و فوری با تری سدیم سیترات 3/2 درصد به نسبت حجمی 9 به 1

1. Cetyl pyridinium chloride (CPC)

2. (Z 36 HK HERMLE, German)

3. Citrated human platelet poor plasma

مخلوط (9 سی سی خون انسان و 1 سی سی سدیم سیتрат) و چندین بار لوله فالكون محتوی خون و ضد انعقاد تری سدیم سیترات به آرامی سروته شد و بلافاصله با دور 5000rpm به مدت 5 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد و سپس با سمپلر، پلاسمای خون جدا شد و برای سنجش ضد انعقادی در تمامی مراحل و روش ها مورد استفاده قرار گرفت.

2-5-2- سنجش ضدانعقادی با استفاده از معرف

ابتدا از نمونه های گلیکوزآمینوگلیکان استخراج شده از غضروف کوسه، غلظت 2/5 میلی گرم در 1000 میکرولیتر به عنوان استوک ساخته شد. سپس به منظور تهیه غلظت های 410 و 763 میکروگرم بر میلی لیتر به طور جداگانه مقدار 100، 200 میکرولیتر از استوک اولیه با 500 میکرولیتر پلازما سیترا ته مخلوط شد و به منظور تهیه غلظت 1250 میکروگرم بر میلی لیتر، 300 میکرولیتر از استوک اولیه با 300 میکرولیتر پلازما سیترا ته مخلوط گردید و به این ترتیب سه استوک از گلیکوزآمینوگلیکان غضروف کوسه برای استفاده در دو سیستم سنجش ضدانعقادی آماده شدند. برای نمونه شاهد نیز مقدار 100 و 200 میکرولیتر آب با 500 میکرولیتر پلازما سیترا ته مخلوط شده، استوک شاهد برای غلظت های 410 و 7630 تهیه گردید [4].

2-3-5-2 سنجش ضدانعقادی با معرف زمان

ترومبوپلاستین نسبی (APTT¹)

در ابتدا محلول کلسیم کلرید 0/025 نرمال ساخته و در دمای 37 درجه سانتی گراد تا زمان استفاده نگه داری شد. سپس به صورت جداگانه مقدار 100 میکرولیتر از استوک های ساخته شده با غلظت های 410، 763 و 1250 میکروگرم بر میلی لیتر را در اپندورف ریخته، مقدار 100

میکرولیتر از محلول ترومبوپلاستین نسبی که حاوی مواد فعال کننده است، اضافه شد. پس از 2 دقیقه انکوبه شدن در 37 درجه سانتی گراد، مقدار 100 میکرولیتر محلول کلسیم کلرید به هر یک از لوله ها اضافه و بلافاصله زمان گرفته شد. با مشاهده تشکیل لخته زمان ثبت شد و برای نمونه شاهد نیز همین کار تکرار گردید [15،16].

2-5-4- سنجش ضدانعقادی با استفاده از معرف زمان

پروترومبین (PT²)

200 میلی لیتر از معرف پروترومبین را درون سه لوله اپندورف ریخته و اپندورف ها در داخل انکوباتور در دمای 37 درجه سانتی گراد به مدت 2 دقیقه نگه داشته و سپس 100 میکرولیتر از استوک های با غلظت 410، 763 و 1250 را جداگانه به هر لوله آزمایش حاوی معرف PT افزوده شده و بلافاصله زمان گرفته شده و لحظه انعقاد ثبت شد [15،17].

3- یافته ها

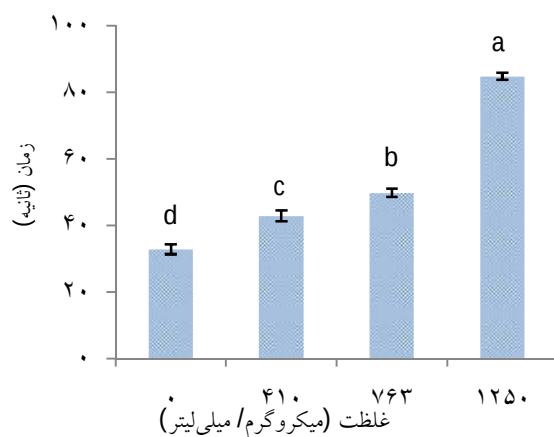
3-1- استخراج گلیکوزآمینوگلیکان ها و بازده استخراج

محصول نهایی گلیکوزآمینوگلیکان های خام استخراج شده از 2/5 گرم وزن خشک غضروف کوسه 107 میلی گرم بود که برابر با 42/8 میلی گرم برگرم بافت خشک می باشد.

3-2- شناسایی با طیف FT-IR

پیک های ایجاد شده در گلیکوزآمینوگلیکان های استخراج شده خام غضروف کوسه که نشان دهنده حضور ترکیبات هپارینی و شبه هپارینی می باشد در شکل 2- الف و همچنین طیف FT-IR هپارین استاندارد در شکل 2- ب آورده شده است.

مقادیر طبیعی (نمونه کنترل) APTT و PT برای پلاسمای انسان سالم به ترتیب 33 و 13 ثانیه ثبت شد. مقایسه میانگین داده‌های غلظت‌های مختلف ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی استخراج شده از غضروف کوسه در تست APTT اختلاف معنی‌داری را بین غلظت‌های مختلف با یکدیگر و نمونه کنترل نشان داد ($p < 0.05$) (شکل 3). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها در تست PT با نمونه کنترل اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < 0.05$).

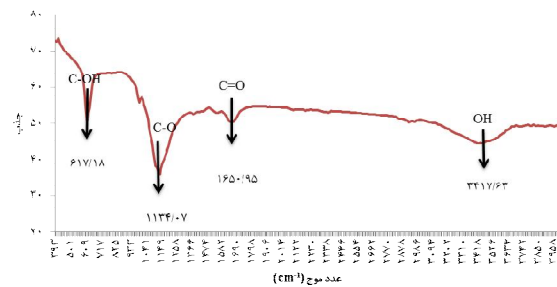


شکل 3 زمان آزمایش APTT بین غلظت مختلف

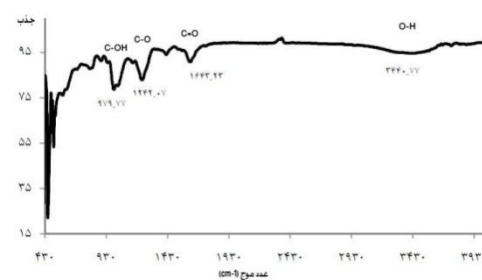
گلیکوزآمینوگلیکان‌های استخراج شده از غضروف کوسه

4- بحث

با وجود تحقیقات صورت گرفته در زمینه استخراج ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی از غضروف کوسه، در بیشتر مطالعات صورت گرفته استخراج این ترکیبات با استفاده از آنزیم‌های پروتئولیتیک می‌باشد. در تحقیق حاضر از روش شیمیایی برای استخراج این ترکیبات استفاده شد که نسبت به روش آنزیمی سریع‌تر، آسان‌تر و کم هزینه‌تر می‌باشد. همانطوری که در بخش نتایج آورده شد، گلیکوزآمینوگلیکان‌های خام استخراج شده از غضروف کوسه در این تحقیق 42/8 میلی گرم بر گرم بافت خشک بود. میزان گلیکوزآمینوگلیکان‌های استخراج شده در تحقیق حاضر نشان دهنده کمپلکسی از ترکیبات



شکل 2- الف طیف FT-IR گلیکوزآمینوگلیکان‌های استخراج شده خام غضروف کوسه



شکل 2- ب طیف FTIR مربوط به هپارین استاندارد

نمونه گلیکوزآمینوگلیکان غضروف یک پیک اصلی در محدوده $1650/95\text{cm}^{-1}$ نشان دادند که مسئول گروه‌های گلیکوزآمینوگلیکانی می‌باشند.

3-3- سنجش ضدانعقادی بر روی خون انسان با

استفاده از دو معرف APTT و PT

نتایج سنجش خواص ضد انعقادی گلیکوزآمینوگلیکان استخراج شده در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1 زمان انعقاد در دو تست APTT و PT

منبع	غلظت ($\mu\text{g/ml}$)	زمان انعقاد APTT تست (ثانیه)	زمان انعقاد PT تست (ثانیه)
GAG استخراجی از غضروف کوسه	410	57	-
	763	50	-
	1250	18	17
هپارین	20	900	-

گلیکوزآمینوگلیکانی مختلف موجود در غضروف کوسه است. پژوهش‌های زیادی مربوط به استخراج این ترکیبات از سایر آبزیان انجام گرفته است. که در بیشتر این تحقیقات استخراج این ترکیبات با استفاده از آنزیم‌های پروتئولیتیک بوده است. مقدار کندروتین سولفات استخراج شده توسط Krylov و همکاران در سال 2011 از غضروف 5 گونه ماهی *Somniosus microcephalus*, *salmo salar*, *Amblyraja*, *Deania calcea*, *galeus melastomus* *hyperborean* به ترتیب برابر با 7/53، 13/96، 10/31، 6/66، 15/51 گرم در صد گرم وزن خشک بود که بیشترین میزان ماده استخراج شده مربوط به غضروف کوسه (15/51) بود [18].

Uchisawa و همکاران در سال 2001 از 100 گرم وزن تر غضروف ماهی آزاد مقدار 2/8 گرم کندروتین سولفات استخراج کردند و ساختار آن را تعیین کردند [19]. همچنین Krishna و همکاران (2008) از 100 گرم وزن خشک صدف داخلی ماهی مرکب 2 گرم گلیکوزآمینوگلیکان استخراج کردند [4].

نتایج طیف‌سنجی مادون قرمز نمونه شبه هیپارینی استخراج شده از غضروف کوسه و هیپارین استاندارد در شکل 2 نشان داده شده است. پیک‌های بین گستره 3640 cm^{-1} - 3160 cm^{-1} مربوط به باند کششی گروه هیدروکسیل‌های آزاد می‌باشد که در نمونه هیپارین استاندارد و ترکیبات شبه هیپارینی استخراج شده از غضروف کوسه قوی و قابل تشخیص بوده و در هر دو نمونه برابر با $3441/63\text{ cm}^{-1}$ است. باند ظاهر شده بین 1500 cm^{-1} و 1750 cm^{-1} مربوط به باند کششی گروه‌های $\text{C}=\text{O}$ (گروه آمید) می‌باشد که در طیف نمونه استاندارد هیپارین با شدت 1643 cm^{-1} در مقایسه با نمونه شبه هیپارین $1650/95\text{ cm}^{-1}$ می‌باشد. علاوه بر این دو باند دیگر در $1242/07$ و $979/77$ مشاهده می‌شود که مربوط به گروه‌های کششی C-O و خمشی C-OH در نمونه هیپارین استاندارد

می‌باشد. باند ظاهر شده بین 1000 و 1200 cm^{-1} مربوط به باند خمشی C-O گروه کربونیلی می‌باشد که در نمونه شبه هیپارینی غضروف کوسه با شدت $1134/07\text{ cm}^{-1}$ می‌باشد که خیلی قوی‌تر از هیپارین استاندارد و مشخص‌ترین باند است. همچنین باند قوی در نمونه شبه هیپارینی با شدت $617/18\text{ cm}^{-1}$ مربوط به گروه C-OH می‌باشد که در هیپارین استاندارد کمتر قابل تشخیص می‌باشد [20].

مقایسه طیف FT-IR گلیکوزآمینوگلیکان‌های غضروف کوسه با هیپارین استاندارد نشان داد که نمونه گلیکوزآمینوگلیکان غضروف کوسه دارای یک پیک اصلی در محدوده $1650/95\text{ cm}^{-1}$ بوده که مسئول همان گروه‌های گلیکوزآمینوگلیکانی می‌باشد. مشخص‌ترین ویژگی طیف مربوط به حضور پلی‌ساکاریدهای سولفات در محدوده $1100-1200\text{ cm}^{-1}$ می‌باشد که ارتعاشات نامتقارن پیوند بین S=O را نشان می‌دهد و در نمونه غضروف کوسه با شدت $134/07\text{ cm}^{-1}$ دیده شد.

نتایج بررسی طیف FT-IR نشان داد که مواد استخراج شده از غضروف کوسه دارای گروه‌ها و باندهای مشابهی با طیف FTIR هیپارین استاندارد (شکل 2-ب) بوده و ترکیبات شبه هیپارین متعددی را شامل می‌شود که با نتایج Manjusha، 2001 و Kim و همکاران، 2012 مطابقت داشت [21، 12].

در این تحقیق فعالیت ضدانعقادی گلیکوزآمینوگلیکان‌های استخراج شده با روش سنجش ضدانعقادی زمان ترومبوپلاستین نسبی فعال شده (APTT) در سه غلظت 410، 1250 و 763 میکروگرم بر میلی‌لیتر و زمان پرترومبین (PT) در یک غلظت 1250 میکروگرم بر میلی‌لیتر بر روی پلاسمای خون انسان نشان داد که این ترکیبات به ترتیب انعقاد را $1/3$ ، $1/5$ و $2/5$ برابر شاهد - که 33 ثانیه بود - طولانی کردند. همچنین در تحقیق Krylov و همکاران 2011 نشان داده شد که در بین 5 گونه ماهی، بیشترین اثر ضد انعقادی مربوط به کندروتین

با سپاس فراوان از سرکار خانم مهدیه طهماسبی که در انجام مراحل این تحقیق ما را یاری نمودند.

6- منابع

- [1] Aneiros, A., Garateix, A. (2004) Bioactive peptides from marine sources: pharmacological properties and isolation procedures. *Journal of Chromatography B*, 803(1): 41-53.
- [2] Fareed, J., Hoppensteadt, D. A., Bick, R. L. (2000) An update on heparins at the beginning of the new millennium. *In Seminars in thrombosis and hemostasis*, 26: 005-022.
- [3] Mauro, G. Pavao. (2002) Structure and anticoagulant properties of sulfated glycosaminoglycans from primitive Chordates. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 74 (1): 105-112.
- [4] Krishnaa, C., 2008. Extraction of sulfated polysaccharides from cuttlefish (*Sepia sp.*) bone. PhD thesis. Department of biotechnology. SRM University. 108 p.
- [5] Akbulut, M. D., Akgul, E. (2014) Shark Cartilage and Liver Oil Using Possibilities Against to the Cancer Formation. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7 (1): 42-45.
- [6] Fqntenele, J. B., Araujo, G. B., de Alencar, J. W. (1997) The Analgesic and Anti-inflammatory Effects of Shark Cartilage Are Due to a Peptide Molecule and Are Nitric Oxide (NO) System Dependent. *Biol. Pharm. Bull*, 20(11): 1151-1154.
- [7] Sculti, L. (1994). Arthritis benefits from shark cartilage therapy. *Alternative and Complementary Therapies*, 1(1): 35-37.
- [8] Esko, J.D., Kimata, K., Lindahl, U. Proteoglycans and Sulfated Glycosaminoglycans. In: Varki, A, Cummings, R.D., Esko, J.D., Freeze, H.H., Stanley, P., Bertozzi, C.R., Hart, G.W., Etzler, M.E., Esko, J.D., Kimata, K (2009) *Essentials of Glycobiology*. 2nd edition. Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press, Chapter 16
- [9] Pomin, V.H. (2012) Fucanomics and galactanomics: Current status in drug discovery, mechanisms of action and role of the well-defined structures. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1820: 1971-9.
- [10] Nader, H.B., Lopes, C.C., Rocha, H.A., Santos, E.A., Dietrich, C.P. (2004) Heparins and heparinoids: occurrence, structure and mechanism of antithrombotic and hemorrhagic activities. *Curr Pharm Des*, 10: 951-66.

سولفات استخراج شده از غضروف کوسه است [18].
 دراماتان سولفات و کندروتین سولفات استخراج شده از پوست کوسه نیز فعالیت ضدانعقادی قوی را نشان داد [22].
 گلیکوزآمینوگلیکان های شبه هپارینی ویژگی های دارویی مختلفی را بر اساس منشأ از خود نشان می دهند که بستگی به بعضی از ویژگی های ساختاری این ترکیبات مانند، الگوی سولفات شده گلوکوزآمین و پراکندگی گلوکورونیک دارد. که ظرفیت اتصال این ترکیبات به آنتی ترومبین را تحت تأثیر قرار می دهد [23].
 در اینجا سنجش ضد انعقادی با استفاده از معرف، با برهمکنش بین فاکتورهای مسیرهای انعقادی و گلیکوزآمینوگلیکان های استخراج شده، اثر تأخیری بر فعالیت این فاکتورها اعمال می شود، به همین دلیل افزودن گلیکوزآمینوگلیکان استخراج شده با افزایش زمان انعقادی همراه می باشد.
 لازم به ذکر است که با توجه به خالص بودن هپارین انتظار اینکه زمان در هر دو تست PT و APTT بطور بارزی نسبت به گلیکوزآمینوگلیکان های استخراج شده از غضروف کوسه بیشتر شود یک امر طبیعی است.
 به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که با روش CPC می توان درصد بالایی از ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی را از غضروف کوسه استخراج کرد. طیف FT-IR شباهت ساختاری ترکیبات گلیکوزآمینوگلیکانی استخراج شده را با هپارین استاندارد و کندوتین سولفات استاندارد نشان داد. نتایج سنجش ضد انعقادی با هر دو روش استفاده از معرف (PT و APTT) نشان داد که ترکیبات استخراج شده قادر به طولانی کردن زمان انعقاد پلاسما خون انسان می باشند و در نهایت اینکه، با توجه به وجود منبع عظیم کوسه چانه سفید در صیدهای جنوب کشور، غضروف غیر قابل استفاده این ماهی می تواند منبع مناسبی برای استخراج این ترکیبات دارویی باشد.

5- سپاسگزاری

- polysaccharide from an enzymatic hydrolysate of *Ecklonia cava*. *Carbohydrate Polymers*, 66(2): 184-191.
- [19]. Krylov, V. B., Grachev, A. A., Ustyuzhanina, N. E., Ushakova, N. A., Preobrazhenskaya, M. E., Kozlova, N. I., Nifantiev, N. E. (2011) Preliminary structural characterization, anti-inflammatory and anticoagulant activities of chondroitin sulfates from marine fish cartilage. *Russian Chemical Bulletin*, 60(4): 746-753.
- [20]. Uchisawa, H., Okuzaki, B. I., Ichita, J., Matsue, H. (2001) Binding between calcium ions and chondroitin sulfate chains of salmon nasal cartilage glycosaminoglycan. *In International Congress Series*, 1223: 205-220.
- [21]. Karthikeyan, V., Gopalakrishnan, A., Vijayakumar, R., & Bharathirajan, P. (2012) Anticoagulant activity of marine bivalve *Donax incarnates* Lin, 1758 Collected from Thazhanguda, Southeast coast of India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1798-S1801.
- [22]. Kim, S. B., Ji, C. I., Woo, J. W., Do, J. R., Cho, S. M., Lee, Y. B., ... & Park, J. H. (2012) Simplified purification of chondroitin sulphate from scapular cartilage of shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*). *International Journal of Food Science & Technology*, 47(1), 91-99.
- [23]. Nandini, C. D., Itoh, N., & Sugahara, K. (2005). Novel 70-kDa chondroitin sulfate/dermatan sulfate hybrid chains with a unique heterogenous sulfation pattern from shark skin, which exhibit neuritogenic activity and binding activities for growth factors and neurotrophic factors. *Journal of Biological Chemistry*, 280(6), 4058-4069.
- [24]. Brito, A. S., Arimatéia, D. S., Souza, L. R., Lima, M. A., Santos, V. O., Medeiros, V. P., Chavante, S. F. (2008) Anti-inflammatory properties of a heparin-like glycosaminoglycan with reduced anti-coagulant activity isolated from a marine shrimp. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 16(21), 9588-9595.
- [11] Hirsh, J., Anand, S. S., Halperin, J. L., Fuster V. (2001) Guide to Anticoagulant Therapy: Heparin: a Statement for Health Care Professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 103(24): 2994-3018.
- [12] Manjusha, K., 2012. Isolation and characterization of glycosaminoglycans and a study of its bioactive potential in two commercially important species of Cephalopods, *Loligo duvauceli* and *Sepia pharaonis*. PhD thesis. School of Industrial Fisheries. Cochin University of Science and Technology. 262 p.
- [13] Holick, MF., Judkiewicz, A., Walworth, N., Wang, M. (1985) Recovery of heparin from fish wastes.11 *Biotechnology of marine polysaccharides*, (Eds) Colwell RR, Pariser ER, Sinskay AJ,
- [14] *Hemisphere Publishing Corporation New York*: 389-97.
- [15] Periyasamy, N., Srinivasan, M., & Balakrishnan, S. (2012) Antimicrobial activities of the tissue extracts of *Babylonia spirata* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) from Thazhanguda, southeast coast of India. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2(1), 36-40.
- [16] Rajapakse, N., Jung, W. K., Mendis, E., Moon, S. H., Kim, S. K. (2005) A novel anticoagulant purified from fish protein hydrolysate inhibits factor XIIa and platelet aggregation. *Life Sciences*, 76(22): 2607-2619.
- [17] Dellias, J. M., Onofre, G. R., Werneck, C. C., Landeira-Fernandez, A. M., Melo, F. R., Farias, W. R., & Silva, L. C. F. (2004) Structural composition and differential anticoagulant activities of dermatan sulfates from the skin of four species of rays, *Dasyatis americana*, *Dasyatis gutatta*, *Aetobatus narinari* and *Potamotrygon motoro*. *Biochimie*, 86(9), 677-683.
- [18]. Athukorala, Y., Jung, W. K., Vasanthan, T., Jeon, Y. J. (2006) An anticoagulative