

SID



ابزارهای
پژوهشی



روش‌های آموزش
تخصصی



کارگاه‌های
آموزشی



خانه
مرکز اطلاعات علمی



مجله وزارت
STPA



برنامه‌های
آموزشی
آنلاین

کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت‌های کاربردی
بر رویکرد و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی



آموزش نرم‌افزار Word
برای پژوهشگران



ساختار شیمیایی و خواص بیولوژیک پلی ساکاریدهای سولفاته استخراج شده از جلبک‌های دریایی سبز

زهرا رستمی^۱، مهدی طبرستانی^{۱*}، سعید رضایی^۲

۱- دانشکده بیولوژی کارشناسی ارشد، گروه ارگوتزی کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۲- بیوفارما، گروه ارگوتزی کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۳- استاد، گروه فراوری کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دانشگاه تربیت مدرس تهران

برگشت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۵ | پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۱

آدرس: تهران - خیابان: m.tabarsa@modares.ac.ir

چکیده

پلی ساکاریدهای استخراج شده از جلبک های سبز از نظر ویژگی های ساختاری و مولکولی بسیار نامحکمی می باشد. به منظور تعیین پلی ساکاریدهای سولفاته جلبک های سبز حاوی مقادیر خاصی از سوربوسید (۱۶۵-۱۸۰)، زاپلور (۶۰-۱۶۰)، گالاکتوز (۱۰۵-۱۱۵)، پروویک اسید (۶۵-۱۱۵) و سرفات (۱۱۰-۲۲۵) بود و واحد های ساختاری آن ها عمدتاً از β -D-Galactose(1 → 4) و β -D-Glucose(1 → 4) است. وزن مولکولی در پلی ساکاریدهای سولفاته از ۱۱۲ تا ۱۰۴ × ۱۰^۴ گرم/مول تغییر می کند. اثرات بیولوژیکی پلی ساکاریدهای سولفاته جلبک های دریایی عبارتند از: اثر ضد التهاب، بیسم ایسی، سرکوب کننده رشد سلول های سرطانی، ضد انعقادی، کاهش قند خون، ضد پورسی و ضد انعقادی. اثرات بیولوژیکی پلی ساکاریدهای سولفاته می تواند ناشی از تغییر ویژگی های مولکولی و ساختار شیمیایی آن ها از یک گونه به گونه دیگر باعث باشد. بنابراین، ما توجه به این موضوع که ساختار-خواص بیولوژیکی پلی ساکاریدهای سولفاته از یک گونه به گونه دیگر متفاوت است. تفاوت های ساختاری پلی ساکاریدهای سولفاته از یک گونه به گونه دیگر می تواند ناشی از تغییرات بیولوژیکی در شرایط های مختلف به سبب درک بهتر عملکرد و کاربرد های آن ضروری است.

کلید واژگان: جلبک های دریایی، اولیفر، پلی ساکارید، مولکولی، ساختار شیمیایی، فعالیت بیولوژیک

مقدمه

شوره زندگی مردم جهان در قرن بیستم جهانی با تغییرات بسیاری مواجه بوده که روند آن با درمانی نظیر نقاب‌ها، دبیج‌ها، افزایش رفاه اجتماعی، افزایش قدرت خرید مردم و کاهش فشارهای فیزیکی روزانه تشدید شده است. شاید اولین نقطه‌ای که این دگرگونی‌ها در زندگی بشر به‌وضوح دیده شد تغییر در الگوی غذای حوامح انسان باشد به‌دلیل مصرف غذاهای با کالری بالا که علاوه بر فراوان شکر و چربی‌های اشباع شده افزایش یافت و اثرهای مخرب آنها بر ساختن انسان با افزایش سریع امارهای جهانی در خصوص بیماری‌های مزمن از قبیل چاقی، اختلالات مربوط به تری‌گلیسرید، فشار خون، دیابت، روماتیسم، سرطان و غیره آشکار شد. امارات زمان بهداشت جهانی یلگرا آن است که از مجموع ۵۹ میلیون مرگ و میر عللانه، سهم بیماری‌های مزمن مانند قلبی توجه ۲۵ می‌باشد (WBC, 2011). با این اوصاف بار دیگر تقریباً به این سخن معروف از یقیناً در ۱۰۰ سال پیش از میلاد جلب شد که همان می‌باشد: «آخاره دهنده غذا داروی شما و ناره قلبی شما باشد». این تعبیر تکرار در اهمیت شده به افزایش تقاضای جهانی برای اسفند از غذاهای عملکردی^۱ و ترکیبات غذا- دارو^۲ شد. این امر سه شد که صنایع غذایی نیز الگوی تولید خود را از تمرکز صرف بر روی نگهداری، بهبود قیمت و افزایش ارزش غذایی به سوی محصولات غذایی با قابلیت حفظ سلامت مصرف‌کنندگان تغییر دادند. در حقیقت این محصولات غذایی حاوی ترکیباتی هستند که علاوه بر کاهش ویژگی‌های غذایی می‌شوند در هر دو سطح پیشگیری و درمان بیماری‌ها نیز- روند واقع شوند.

پناتجه صنایع غذایی به دو بخش خشکی و دریایی تقسیم شده. پناتهای آن به‌دلیل وسعت زیاد، اهمیت فوق‌العاده‌ای در جلب توجه حوامح انسانی به‌دلیل منبع اصلی انرژی برای تأمین نیازهای غذایی آنها می‌باشد. بیش از ۷۰ درصد سطح کره زمین را محیط‌های آبی با تنوع بیسی گسترده پوشانده است که در سال‌های اخیر توجه محققان بین‌المللی را برای استخراج ترکیبات غذا- دارو به خود جلب کرده است (2003، بله ۵۴؛ (Quin, در زمان موجودات آبی، جلبک‌های دریایی به‌عنوان یکی از منابع تجدیدپذیر به‌صورت بیوشیمی و با وجود مدت زمان زیادی است که در پژوهش‌های غذایی نواحی مختلف کره زمین به‌دوره در کشورهای گوناگون مانند چین، ژاپن، و کره اشغال می‌شوند (2007، بله ۵۲؛ (Huda, 2009، بله ۵۴؛ (Wang, عطی امارهای سازمان خواروبار جهانی، میزان تولید جهانی جلبک‌های دریایی بیوشیمی در سال ۲۰۱۱ بیش از ۲۱ میلیون تن بوده است (FAO, 2013). جلبک‌های دریایی به‌دلیل تقاضای پایین ترین‌های اشباع، کم‌کالری، کم‌میزان فراوان، کم‌چربی، کم‌کالری و نیز ویژگی‌های بیسی مانند خرداس ضد باکتریایی، ضد آکسیداسیون، ضد ویروسی و ضد قارچی، به مواد طبیعی پرکاربردی در صنایع غذایی و دارویی تبدیل شده‌اند (Roberts et Quin, et al, 2010). 2001، بله 2011؛ (Elliott et al, همچنین جلبک‌های دریایی دارای مقادیر بالای مواد معدنی، قندهای بیوشیمی و سایرین، بیوشیمی‌ها و اسیدهای چرب چند غیر اشباع هستند (Koda et al, 2003؛ (Quin et al, 2010؛ (Koda et al, 2011).

تاکنون انواع متنوعی از جلبک‌های دریایی شامل سلولس، لاینان، کربوهیدرات‌های غیر (Chloophyta)، قهوه‌ای (Phaeophyta) و قرمز (Rhodophyta) مطالعه‌ای می‌شود (C. Bandini et al, 2008). جلبک‌های دریایی

1 Functional food
2 Nutraceutical

از میان پلی ساکاریدهای «تلیج» «پاپون» پلی ساکاریدهای استخراج شده از جلبکهای سبز یا «خود پراکنش» گسترده و تنوع گونه‌ای فراوان کمتر بررسی شده‌اند (C. B. et al., 2010). مطالعات نشان می‌دهد که پلی ساکاریدهای جلبکهای سبز علاوه بر ویژگی‌های خاص بیولوژیکی، اثرات مفیدی بیولوژیکی نیز حاصل از اهمیت بیوه و توانایی قابل توجهی در جلوگیری از انتقال خون، کاهش تکثیر و پراکندگی سلول‌های سرطانی، کنترل فرایند التهاب، کاهش کلسترول خون، کنترل واکنش‌های التهابی-سورنی، از بین بردن ویروس‌ها، ترمیم زخم و محافظت پوست در برابر آلودگی‌ها دارند (Georgel Rodriguez et al., 2011; Zobia et al., 2009).

بخش اول: بررسی ساختار پلی ساکاریدهای سبز
جلبک‌های دریایی سبز جلبک‌های سبز واحد طریقی گسترده از پلی ساکاریدهای سبز است که از جمله آنها می‌توان به اولیون‌های جنس‌های *Ulva* و *Enteromorpha*، رادانان‌های جنس *Monostroma*، جان‌های جنس *Dardum* و گالاکتان‌های جنس *Gracilaria* اشاره کرد (جدول 1) (Wang et al., 2014).

خارجی ترکیبات معدنی شامل یونیدها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، پلی ساکاریدها، رنگدانه‌ها و متابولیت‌های ثانویه نظیر ترکیبات فنولیک مانند (Wang et al., 2014). مکانی از ماکرومولکول‌ها که به نازکی درجه پرمشکرا، را به خود جلب کرده است. پلی ساکاریدهای سبز به سبب پلی ساکاریدهای سبز به سبب در برابر حاد جلبک‌ها وجود دارد و ساختار شیمیایی آنها با توجه به نوع گونه جلبکی متفاوت است (Borran et al., 2003). این ترکیبات در صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی، آرایشی، میکروبیولوژی و بیوتکنولوژی کاربرد فراوانی دارند (Chahdoui et al., 2008). پلی ساکاریدهای سبز به سبب توانایی تجاری مصرفی متعدد و در صنعت به عنوان تثبیت‌کننده، فرارنده، امولسیفایر و همچنین در تولید قشایر و تولیدی‌ها نیز استفاده می‌شود (Trang, 2001). از این رو در طی سال‌های اخیر، استخراج پلی ساکاریدها از جلبک‌های دریایی و تعیین ویژگی‌های شیمیایی و خواص بیولوژیکی آنها توجه دانشمندان زیادی را به خود جلب کرده است. عمده‌ترین پلی ساکاریدهای استخراج شده از جلبک‌های دریایی عبارتند از: فیکوپلیدان و فیکوپان. جلبک‌های قهوه‌ای، کارانان‌ها از جلبک‌های قرمز و اولیون از جلبک‌های سبز (Wijesekera et al., 2011).

جدول 1. ترازای ساختاری پلی ساکاریدهای سبز

گونه	توالی ساختاری	تولید	سال
<i>Ulva pertusa</i>	$[\beta\text{-D-Glc}pA-(1\rightarrow4)\alpha\text{-L-Rhap}p_6]_n$ and $[\alpha\text{-L-Rap}A-(1\rightarrow4)\alpha\text{-L-Rhap}p_6]_m$	Qian et al.	۲۰۱۱
<i>Ulva lactuca</i>	$(\rightarrow3)\alpha\text{-L-Rhap}(2\text{SC})_n(1\rightarrow3)\alpha\text{-L-Rhap}(1\rightarrow4)_m$; $(\rightarrow3)\alpha\text{-L-Rhap}(2\text{SC})_n(1\rightarrow2)\alpha\text{-L-Rhap}(1\rightarrow4)_m$; $(\rightarrow3)\alpha\text{-L-Rhap}(2\text{SC})_n(1\rightarrow4)_m$ and $(\rightarrow3)\alpha\text{-L-Rhap}(2\text{SC})_n(1\rightarrow23)\alpha\text{-L-Rhap}(1\rightarrow4)_m$	Liu et al.	۲۰۱۱
<i>Ulva clathrata</i>	4-O- β -D-glucosyl- α -L-rhamnose and 1,4-linked β -D-xylose	Bernades-Garcia et al.	۲۰۱۱
<i>Ulva nidulum</i>	$\alpha\text{-L-Rhap}(1\rightarrow4)\text{-D-Xyl}$ and $(\rightarrow4)\beta\text{-D-Glc}pA-(1\rightarrow4)\alpha\text{-L-Rhap}$	Kangasaparam et al.	۲۰۱۱
<i>Enteromorpha</i>	$\alpha\text{-L-Rhap}(1\rightarrow4)\text{-D-Xyl}$ and $(\rightarrow4)\beta\text{-D-Glc}pA-(1\rightarrow4)\alpha\text{-L-Rhap}$	Cho et al.	۲۰۱۱

سرهانه، بر روی کمترین شماره ۲ بیش از ۲۳ درصد از میزبانان دمای ملزوم قرار گرفته اند که سطح بنای گروه های سرهانه، به علاوه بیشتر این پایه ها در مقابل دماهای غیر سرهانه می شود (Ferreola et al 2012). مطالعات بیشتر نشان داد که نوع انقباضات مورب برای نشان به یه نوع گونه می تواند متفاوت باشد و برای مثال پورس های گل کوزی در گونه *Cochyma* (1-2) است (Tabara et al 2013).

ساختار گالاکتان ها

گالاکتان ها، پلی ساکارید های سرهانه شکل شده از حسی *Cochyma* است که از پیچیدگی ساختاری و مورفوفی قابل توجهی برخوردارند. پلی ساکارید های مبتذل در آب این حسی از حلیقما بیشتر از گل کوز و پلی ساکارید های سرهانه تشکیل شده اند (Wang et al 2014). بهترین رکن این پلی ساکارید های سرهانه، گالاکتان های سرهانه است (Gonzalez-Rodriguez et al 2013). *Cochyma* 2007، در مجموع پلی ساکارید های سرهانه *Cochyma* از گالاکتان های سرهانه ممکن و ناممکن تشکیل شده اند. با این حال، ترکیب شیمیایی و برخی از شاخص های ساختاری مبتصرات آنها ممکن است مناسب با گونه

روغن استخراج، فصلی بر داشت و شرایط آب و هوایی محلی متفاوت باشد (Starchenko et al 2009). به طور کلی، پلی ساکارید های سرهانه این حسی از شاخه های درمایی میزبانی ساکارید و شامل مورب ساکارید های مختلف است. در این پلی ساکارید ها، گالاکتوز قد اجلی است. در حالی که لاپتوز، گل کوز و ملزوم در مقله کوزی یافت می شوند (Wang et al 2014). *Chyma* و *Chyma* (2014) نشان دهنده که پلی ساکارید های سرهانه از خلال آب گرم *Cochyma* *chyma* از دمای گل کوز، آرایتوز، زاپلوز و گالاکتوز تشکیل شده است. آزمایش های بیشتر به نظر این پیدا که پلی ساکارید های سرهانه که به طور عمده حاوی انقباضات 1-2 و 1-3 و 1-3) گالاکتوز، 1-2) آرایتوز، 1-4) گل کوز و 1-4) زاپلوز است.

بخش دوم: فعالیت های بیولوژیکی پلی ساکارید های سرهانه حلیقما، میز در جدول آرایتوز از مطالعاتی که در حال حاضر در روی فعالیت بیولوژیکی پلی ساکارید های سرهانه حلیقما های جز انجام شده، نشان داده شده است.

جدول ۲: فعالیت های بیولوژیکی حلیقما های سرهانه

گونه	فعالیت بیولوژیکی	نوع بیولوژیکی	نوع	سال
<i>E. proflora</i>	فعالیت ضد چربی خوردن	IC، جمع با III، IC، IC، IC که در دوره نهایی است	Integral	۲۰۱۲
<i>E. dugesioides</i> <i>red.</i> <i>prospidium</i>	فعالیت ضد روی	SH، حیا انقباضات حسی و نظری شکل از روی حلال در کلمات و دارای اثر ضد روی انقباضات آبروی حلیقما	Genel Rodriguez et al	۲۰۱۲
<i>L. parasa</i>	فعالیت ضد چربی خوردن	IC و III و III و III	Quiral	۲۰۱۱

<i>U. tuberosa</i>	بازالت ضد ویروس	جلوگیری از جلبک و ویروس در کبک و ویروس تنه‌خورد واریسلا-هرپس	Chantal	۲۰۱۱
<i>U. tuberosum</i>	بازالت ضد آسمان	سبب افزایش II و APII و کاهش PI است	Linal	۲۰۱۱
<i>Mastichodermis & thuyae</i>	حرکت نباتات های جنگل ایمن	حرکت سلول های انزیم ها برای ترشح سلول های پیش التهابی، INF- α و افزایش بیان ژن COX-2 و iNOS	Pod et al.	۲۰۱۱
<i>E. hirsutella</i>	بازالت کش توپری و تنظیم سیستم ایمن	تأثیر رشد سلول های توپری، افزایش سیلوز و تنظیم و تیوسین و افزایش بیان تاکنزین کورون است، توپورن- کازا (THF- α)، و سرم - α و	Tao et al.	۲۰۱۱
<i>E. prostrata</i>	حرکت سیستم عصبی و ایمن	حرکت اولیه سلول ها برای اوله مدار قابل توجه است تشریح و الیرونی سلول های سرخانی	Cho et al.	۲۰۱۱
<i>E. fulvescens</i>	حرکت سیستم ایمن	انتشار سلول های پیش التهابی INF- α و IL- α	Na et al.	۲۰۱۱
<i>E. fragilis</i>	الرمه ویروس	بهبود سیستم ایمن عفونت ویروس با کاهش بار و کثیر کردن ویروس تنها حالت را به بار کرد	Choi et al.	۲۰۰۹
<i>E. racemosa</i>	بازالت ضد ویروس	از مهارت های ایمن بیرون سلول های -رغابی است	Tanal	۲۰۰۸

میگروارگانیزم های مهاجم حمله کرده و آنها را از بین
می برد. (Medzhitov and Janeway, 2002)

ماکروفاژها علاوه بر نقش که در پیچیده خاوری عوامل
خارجی ایفا می کنند، اگر تحریک شوند ترکیبات التهابی
شامل لیتریک اسید (LTC₄)، ایتروفکین ها، فاکتور نکروز
توموری (TNF) و پروستاگلندین را تولید و به هدف
اطراف خود مهاجرت می کنند. (Morrow and Edwards,
2008). این ترکیبات که بخش مهمی از سیستم ایمن ذاتی
را شکل می دهند، می توانند سیستم ایمن تنظیم روی
پاتوژن ها اثر کنند و منجر به تان واسطه گری های بین سلول های
جذب نمایند (Morrow and Edwards, 2008). همچنین،
ماکروفاژها پس از تحریک می توانند سبب جلوگیری از
رشد سلول های سرطانی شوند که در این فرایند لیتریک
اسید، رها شده به سبب داشتن ویژگی سبب لیتریک نقش
اساسی دارد. (Palmer et al, 1988)

این سلول های گیاهی از ترکیبات مهمی هستند که در
آزمایش های بالینی قرص های امیدوارکننده ای را نشان داده و

فعالیت تنظیم کنندگی سیستم ایمن و ضدسرطانی

سیستم ایمن بخشی از بدن است که به هدف شناسایی
سلول ها و مولکول های خارجی از بیگانه و در نتیجه از بین
بردن و یا این خطر کردن آنها را بر عهده دارد. این ذاتی
اولین خط ایمنی است که مانند سد می در مقابل عوامل
بیماری را عمل کرده و انسان را در برابر هجوم مستقیم
میگروارگانیزم های که به روی پوست و با دیوار بدن قرار
دارند، محافظت می کند. (Hoffmann et al, 2011). این ذاتی
ذاتی، در بخش سلولی از بیگانه طرفه می تواند از طریق
سلول های کشنده به صورت مستقیم سلول های غیر خودی
را شناسایی و پس از پشای ذرگورد و از طرفه دیگر
می تواند از طریق سلول های غده لنفاوی و با فراهم کردن
گشای زن برای سلول های T سبب آغاز پاسخ ایمنی اختصاصی
شود. (Medzhitov and Janeway, 2002). همچنین،
سلول های فاگوسیت کننده نظیر ماکروفاژها و دندریتیل ها
بخش دیگری از پاسخ ایمنی ذاتی هستند که به

بعضوان محرک سیستم ایمنی شناخته می‌شوند (Blood and Mada, 2003). بنابراین علاوه بر پلی‌ساکاریدهای با منشأ گیاهان دارویی و قارچ‌ها، نوع پژوهشگران به جانبک‌های نیز برای دستیابی به پلیمرهایی با قابلیت‌های عالی برای بارول‌های ماکروفاژ جلب شده است (Tabbara et al., 2012, 2013). در این رابطه می‌توان از مطالعه‌ای که Laito و همکاران (2007) بر روی پلی‌ساکاریدهای استخراج شده از جلبک *Sargassum muticum* انجام دادند، نام برد. پلی‌ساکارید به‌صورت گلبه در این بررسی دارای پلی‌ساکاریدهای گلیکوپروتئیک است و زیست‌زنده و نشان‌دهنده قدرت ضرورت تماس با سلول‌های ماکروفاژ مغزی (RAW264.7) می‌تواند به تحریک سلول‌ها و در نتیجه فعال‌سازی پیریچک اکتیو و پروتئولایزین‌ها شود. بنابراین، جدا کردن گیاهان گروه‌های سردانه از پودر پسته پلی‌ساکاریدی به این جهت رفتن قابلیت آنها در تحریک سلول‌ها می‌شود.

پلیمری ناممکن با دانه وزن مولکولی 9.78×10^4 تا 1.78×10^6 گرم مول از دیگر پلی‌ساکاریدهایی بود که از گونه *Sargassum muticum* با روش استخراج و سپس توسط روش *DEAE Sepharose* جداسازی شدند (Tabbara et al., 2012). این پلی‌ساکارید با داشتن ۱۱٪ درصد سرقات و ۱۷٪ درصد پروتئین است و زیست‌ساختار خود دارای ویژگی‌های خاص در برقراری ارتباط با رانوز (۸۰٪ درصد)، گلوکز (۱۷٪ درصد) و گالاکتوز (۲۸٪ درصد) است. این پلی‌ساکارید در قاعده سلولی میکروگرم بر میلی‌لیتر می‌تواند سلول‌های RAW264.7 را با دارایی ترشح پیریچک اکتیو (۲۹ میکرومول لیتر) کند که قابل مقایسه با میزان جداسازی شده برای لوبولین ساکارید تاکسهای (۶۰ میکرومول لیتر)

لیتر) بعضوان محرک تأیید شده بود. در پایان، با توجه به نتایج به‌دست آمده، نویسندگان بیان داشتند که پلی‌ساکارید سرقات به‌دست آمده از جلبک *Sargassum muticum* با به‌دست آوردن در فعال‌سازی سلول‌های ماکروفاژ و فعال‌سازی ترکیبات ایمنی می‌تواند به‌عنوان یک محرک سیستم ایمنی ضروری حفاظات بیشتر قرار گیرد. همچنین، پژوهشگران در حفاظات مبتدی نشان دادند که این پلی‌ساکارید از واحدهای $(1 \rightarrow 4)$ -D-Galactosylpyranosyl و $(1 \rightarrow 3)$ -D-Galactosylpyranosyl تشکیل شده است (Tabbara et al., 2012).

در ارتباط با درمان سرطان باید به این نکته توجه داشت که علاوه بر مزیت‌های گزافی که دوره درمان می‌تواند بر بیمار و سیستم درمانی تحمیل کند، شیوه‌های مبتلای درمان نظیر جراحی، شیمی‌درمانی، و رادیوتراپی و پروتئولایزین‌ها همیشه همراه با عوارض جانبی بسیاری نظیر تهوع، سردرد، تب، خستگی، کاهش وزن، اختلال‌های قلبی و غیره است (Laito et al., 2012). این در صورتی است که پلی‌ساکاریدهای جلبکی در عین حال که فاقد اثرهای جانبی هستند، دارای قابلیت‌های زیست‌زنده و سرقاتی به‌صورت مستقیم نیز می‌باشند. بنابراین، به‌دست آمده، این پلی‌ساکاریدها نه تنها می‌توانند با زیست‌ساختارهای آزاد واکنش داده و یا غیرفعال کردن آنها از سرور سرطان پیشگیری کنند بلکه این علائم را نیز دارند که حلاله یا سرطان را از سه طریق لیبوزوم یا مرگ برنامه‌ریزی شده سلول، جلوگیری از انتقال با عدم اتصال سلول به فضای پایه و نیز رانوز با عدم تشکیل گیرنده‌های خونی در نوزادهای سرطانی انجام دهند (Wijesathara et al., 2011; Ewacha et al., 2005; Howard and Nam, 2004). این در

این میان برخی از پلی ساکاریدها نشان داده‌اند که مانند حرکتی فعالیت در نوکشان رشد سلول‌های سرطانی در محیط آزمایشگاهی مستعد درختانی که در مدل‌های حیوانی توانستند سبب توقف و حرکتی تومورهای سرطانی در موذین‌های لوده شوند (Jiao et al., 2009). این قبیل مطالعات سبب شد که فرقیه مقابله با تومورهای سرطانی در موذین‌ها توسط سیستم ایمن بدن ثابت گردد که خود انجام مطالعات گوناگون بر روی قابلیت پلی ساکاریدها در تحریک و تنظیم سیستم ایمنی بدن است (Panas et al., 2014 ; Kim et al., 2011 ; Escobedo et al., 2013). بررسی‌ها بر روی حسی‌های دیگر خلیجی نیز حاکی از حضور پلی ساکاریدهای تحریک‌کننده سیستم ایمنی، اما با ساختار شیمیایی متفاوت است. برای مثال، خلیج *Enzyomyces chrysothrix* حاوی پلی ساکاریدی با ساختار ریادریتان (*Khammammanon*) است که با وزن مولکولی $10^6 \times 10^3$ گرم مول، با وجود عدم بازتابندگی در رشد سلول‌های سرطانی دمانه رجم (*HaLi*) می‌تواند سلول‌های EA.W244.7 را به میزان قابل توجهی تحریک کند. همچنین، این پلی ساکارید فلکس حرگرنه اثر سولفونیک بر روی سلول‌های سالم است (Kanjayaparam et al., 2012). همان‌طور که در بالا نیز اشاره شد، اختلاف در ساختار سبب ایجاد تفاوت در نوع و میزان فعالیت حیوانیکی پلی ساکاریدهای استخراج شده می‌شود. برای مثال، گاروکرانسان (*Shan-chamasa*) باعث آماده‌سازی خلیج *Enzyomyces chrysothrix* بر قابلیت تحریک سلول‌های EA.W244.7 می‌شود. از رشد سلول‌های سرطانی سنده (AGS8) و دمانه رجم (*HaLi*) به ترتیب به میزان ۸۱ و ۱۰ درصد نیز جانگیزی کند (Kanjayaparam et al., 2011).

در مطالعه پلی ساکاریدهای حسی *Enzyomyces chrysothrix* می‌توان به گزارش‌های منتشر شده بر روی خلیج E

prolyferis اشاره کرد (Cho et al., 2010 ; Kim et al., 2011). پلی ساکارید استخراج شده از *E. prolyferis* واحد پلیمری متشکل از واحدهای رکتور حاوی سوهات (۵۱۶ درصد) و پروپیک اسید (۱۶ درصد) در ساختار خود است. آزمایش‌های انجام شده بر روی رده‌های بلژیکی نشان داد که این پلی ساکارید دارای کار بازتابندگی ضعیفی بر روی سلول‌های سرطانی AGS8 است. در مقابل، این پلیمرها دارای پتانسیل قوی در تحریک رشد و فعال‌سازی سلول‌های ماکروفاژ موذین سنده (Cho et al., 2010). در آزمایش‌های بدون تن با استفاده از سرشن‌های BALB/c نیز پلی ساکاریدهای *E. prolyferis* متجربینه بهمان‌سازی موذین‌های IPN-3 و IL-2 می‌شوند و می‌توانند سلول‌های T را فعال کند (Kim et al., 2011).

فعالیت ضدتوموری

اثر ضدتوموری آزاد فعال مانند *OBE-000*، 10^5 و سیستم‌های ژن‌دهنده متوازه موضوع تحقیقات فراوانی بوده است (Roberto et al., 2001). این ترکیبات بسیار باهنگام و فعال هستند و از طریق واکنش‌های پیچیده‌ای کنار مخرجی بر سلول‌های زنده، DNA و فعالیت‌های سلولی دارند که از آن جمله می‌توان به بخش‌های منجر به مرگ سلولی با سرطان، دیابت، عملکرد قهرمانی بی‌روی، به‌سرعت عضلانی، آب مروارید ورم مفاصل، کسالت شراینی، اسپه‌های بافتی و بعضی عوارض و اختلالات عصبی مانند آلزایمر اشاره کرد (Kumar ; Roberto et al., 2001 ; 2008 ; et al., 2007 ; et al., 2008 ; Garceran et al., 2008 ; 2008).

پلی ساکاریدهای خلیجی، اگرچه تا حدی پیش به‌منوان یک منبع پلازما برای مقابله با واکنش‌های اتی‌الوسویی مطرح گردید، اما مطالعات انجام شده در حال‌های اخیر

دارای چگالی کم (BMI)، IC کید و وزن کید را کاهش دادند. این اثر خفیف است که میزان چربی منفرد، کلسترول و لیپوپروتئین های دارای چگالی بالا (HDL) در پلاسما در طی شش هفته از مدون کمده افزایش یافت (Yang et al, 2013). همچنین در نتیجه مریل های با رژیم غذایی کلسترول بالا که به مدت ۸ هفته یا اولین های *omega 3* تیمار شده، کاهش کلسترول کل و LDL سرم بدون تغییر قابل ملاحظه ای در تری گلیسرید سرم مشاهده شد. اولین های ۸ روزی شده با وزن موزکولی پایین نشان دادند که توانایی کاهش کلسترول سرم خون را داشته و در حالی که می توانند سطح تری گلیسرید خون را پایین نگه دارند (2003 له Qi et al).

فعالیت ضد ویروسی

بیماری های اولیه پس روی فعالیت ویروسی ترکیبات چربی های دریا می به بیش از نیم قرن پیش برهن گردید که در طی آن مشاهده شد که عصاره جلبک های دریا از خون مرغ در برابر آنفلوآنزای نوع B و اویدین مختلف می کید (Castro et al, 1938). شاکون سر توانایی پلی ساکارید های جلبک های دریا برای مهار تکثیر ویروس های تبه خال (HSV)، نقص ایمنی انسانی یا ویروس ایدز (HIV)، هیتروکاتیون ویس تسلی (CMV)، می باکترا، سیتومگال تنفس مرده حلقه شر او گرفته است (Liu et al, 1997) و همچنین (Wang et al, 2003). مطالعه و سکارول (2004) گزارش کردند که بخش پلی ساکاریدی *C. redempta* دارای فعالیت ضد ویروسی است و این پلی ساکارد بگه ویروس های خرد و جروگالاکتوگرایان با وزن موزکولی متوسط حدود ۷۰ کیلو دلتون است در ویروسی ای دیگر مشاهده شد که واکنش های سرها به حدا کیم از 10^{-6} maximum استر مهار کننده گین

توانستند توجه بسیاری از دانشندان را به این دسته از ماکرومولکول های طبیعی جلب کند (Wang et al, 2009; Qi et al, 2010; Costa et al, 2010). از میان جلبک های دریایی جز پلی ساکارید های سرها استخراج شده از *Ectocarpus*, *Gracilaria*, *Chlorella*, *Codium* و *Sargassum* از برای ضد کیدانی قابل توجهی را نشان دادند که از جمله می توان به مهار کیدون رادیکال سوبر اکسید، رادیکال هیدروکسیل، رادیکال *1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) (Sayed et al, 2010) توانایی قدرتمند احیا کدگی و توانایی شاد کردن ترکیبات آسید در اشاره کرد (Zheng et al, 2010; Costa et al, 2010). Costa et al (2010) و چنگاوانش در سال 2008 نشان دادند که خواص ضد کیدانی اولین ما مربوط به محتوای سرها آنها است. برخی گزارش ها نشان می دهد که فعالیت های کدگی بدون وزن موزکولی آنها افزایش یافت برای مثال محصولات بنا وزن موزکولی پایین که از مالدوویز پلی ساکارید های *Sargassum* و *Ectocarpus* به دست آمده است دارای محدوده وزن موزکولی (۷۱۰-۷۱۰) و ۷۶-۸۸۶ کیلو دلتون است. فعالیت ضد کیدانی پیشتری نسبت به پلی ساکارید های سرها به روبرو شده نشان دادند (Qi et al, 2003; Qi et al, 2013).

فعالیت کادگی چربی خون

پلی ساکارید های جلبک های سبز نشان داده اند که می توانند به عنوان کادغه چربی در مدل های حیوانی یا چربی خون بلا عمل کنند (Vignas-Fain et al, 1996; Huang et al, 2010). پلی ساکارید های خام استخراج شده از *E. setense* به طور موزری وزن بدن، تری گلی کلسترول پلاسما (TC)، کلسترول کل (CCL)، سطح لیپوپروتئین های

قوی‌ای بر روی تکثیر ویروس تبخال و ویروس سوزنگلو ویروس انسانی و ویروس نغض اپتی انسانی در شرایط آزمایشگاهی دارند. این پلی‌ساکاریدها و ترکیب 3-*Deoxyxylomydium* فعالیت هم‌اگرایی بر ضد ویروس ایدز و سوز (واشیلان دادند (1999) Lee et al. ومان سرهاست باعث شده از جلبک *Ulothrix* که حاوی مقدار قابل توجهی رانسوز و میزان کمتر گلوکز است، فعالیت ضد ویروس قابل ملاحظه‌ای را در برابر ویروس تبخال نشان دادند در حالی که فاکتور برگرفته از بیرونی ویروس گفانوزا می‌تواند گمان می‌رود که واکنش سرهاست از طریق جذب ویروس مناسب غیر فعال کردن آنها می‌گردد (2010) Lee et al.

فعالیت ضد انعقادی

پلئین حاویگترین‌های خنده میانین با فعالیت ضد انعقادی قوی که به راحتی شتر در دوران بیماری های قلبی عروقی و عروق مغزی استفاده شده، همچنان موضوع مطالعات بسیاری است (2011) Grogel Koshizawa et al. میانین به‌طور گسترده برای پیشگیری از ترومبوز وریدی و درمان اختلالات دیگر ترومبولیتیک تبدیل مهارشان از ترومبین و گزیم‌های دیگر در سیستم انعقادی استفاده می‌شود (1999) Lee et al. ; (2001) Pandey et al. فعالیت‌های ضد انعقادی شبه میانین پلی‌ساکاریدهای سرهاست از جلبک‌های دریایی شناخته شده است (Grogel 2011) Koshizawa et al. پایه و اساس این فعالیت‌ها به‌طور کامل درک نشده است، اما شواهد از کشفیات نشان می‌دهد که پیش از یک مکلیسم جعلی از حمله مهار تنظیم و غیر مستقیم ترومبین از طریق فعال سازی مهارکننده‌های ترومبین (برای مثال گزین ترومبین و کرفاکورولت‌های این) درخبل است (1999) Hamayama et al. ;

(1999) Purohit et al. ; (2003) Kuroki et al. برای اولین بار در جلبک‌های دریایی، فعالیت ضد انعقادی قوی‌ترین‌های استخراج شده از *Fucus vesiculosus* در مهار تشکیل لخته فیبرینی و فعالیت گنی ترومبین گز (اولی گزیمت (1997) Lee et al.) مشاهده شد که پلی‌ساکارید سرهاست استخراج شده از *U. conglobata* با مهارت‌های رانسوز بالا و سر سرهاست می‌تواند زمان لخته شدن را از طریق مهار مستقیم ترومبین و تکلیف کرفاکورولت میانین طولانی کند (2004) Lee et al.

در پژوهشی گسترده، پلی گزایش‌هایی که در آن پلی‌ساکاریدهای 17 گونه از جلبک‌های بی‌مغز با فعالیت ضد انعقادی ارزیابی شدند، پلی‌ساکارید سرهاست با مهارت رانسوز بالا که از *Ulothrix* جدیده‌است آمده بود، واحد فعالیت قوی‌تر از میانین بود (2000) Hagihara et al. پلی‌ساکاریدهای استخراج شده از *U. nidulum* نشان دادند که ویژگی‌های خاص به‌عنوان در مهارکنندگی ترومبین خون به‌خصوص کرفاکورولت II میانین دارند (2008) Mao et al. نتایج مشابهی نیز بر روی پلی‌ساکاریدهای سرهاست گونه‌های *U. conglobata* و *U. nidulum* به‌دست آمد (2008) Hamayama et al. ; (2004) Mao et al.

بخش دوم استخراج پلی‌ساکاریدهای سرهاست

حالت‌هایی که پیش از این توضیح داده شد، پلی‌ساکاریدهای سرهاست در درباره سازی جلبک‌های دریایی قرار گرفته‌اند و با توجه به نوع گونه جلبکی می‌تواند ساختار شیمیایی و به دنبال آن ویژگی‌های بیولوژیکی متفاوتی را ارائه باشند به‌علاوه، انتخاب نحوه استخراج نیز می‌تواند مانع شیمیایی پلی‌ساکاریدهای استخراج شده را تحت تأثیر قرار دهد (Hamayama و همکاران، 2007). به‌طور کلی این دسته از پلی‌ساکاریدها به‌حقیق ویژگی‌های آنتی‌ترومبین قوی‌ایند

ذرات استخراج ترکیبات ضد آکسیدان از جلبک قرمز *Sargassum hemendess* (García et al., 2014) و استفاده از اسرارچ مناسب‌تر و برای دستیابی به ترکیبات ضد آکسیدان از جلبک قهوه‌ای *Sargassum angustifolium* (Babalakani et al., 2012) و *Babalakani et al., 2012*) گفتنی است که تنها مطالعه‌ی طولی‌مدت بر روی پلی‌ساکاریدهای جلبک‌های دریایی مربوط به ویژگی‌های ساختاری پلی‌گالاکتان سرشته‌ی از جلبک قرمز *Gracilaria lemaneiformis* (Babalakani et al., 2013) این نژاد اندکی پژوهش‌گران به ترکیبات زیستی، به‌ویژه پلی‌ساکاریدها، در مهارت باکتریه وسیع داخلی لیس در شمال و جنوب کشور و تریخ فراوان جلبک‌های سر از جنس‌های *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*, *Gracilaria*, *Gracilaria* و *Ulva* است. اگرچه، محدود بودن مطالعات درباره‌ی میزان ذخایر گلیکوم‌های جلبک‌های دریایی، نرسد گشت همین جلبک‌ها و عدم مصرف جلبک‌های دریایی به‌صورت خوراکی از جمله نقاط ضعف این روش در زمینه‌ی تحقیقی و توسعه‌ی مصرف جلبک‌های دریایی در ایران است. در همین حال، امکان دستیابی به پلی‌ساکاریدهای سرشته از جلبک‌های دریایی و صرفه‌ی به‌صورت ماده‌ای مؤثر و امکان سرویجیار محدود کنار جلیبی در نتیجه مصرف، از جمله نقاط امیدبخش در روی آوردن به انجام تحقیقات بیشتر بر روی این دسته از ماکرومولکول‌های زیستی ارزشمند است.

در مجموع با توجه به بررسی انجام شده در مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که جلبک‌های دریایی به‌عنوان داشتن ترکیبات زیستی با قابلیت درمانی از به‌ویژه میزان گلیکوم‌های مورد مصرف انسان‌ها بوده‌اند. در میان این ترکیبات، پلی‌ساکاریدهای سرشته استخراج شده از جلبک‌های دریایی نیز به‌ویژه پلی‌گالاکتان ویژگی‌های

بالایی که دارند با استفاده از حلال‌های با پایه آب استخراج می‌شوند (Albino et al., 2014) و همکاران، (2014) گزارش کرده‌اند که طریح مختلف پلی‌گالاکتان و به‌کارگیری نمک‌های جدید طرفی نیز می‌تواند در دستیابی به انواع مختلف این پلی‌ساکاریدها مؤثر باشد. همچنین به‌کارگیری دماهای بالا در طی فرایند استخراج می‌تواند در جداسازی پلی‌ساکاریدها از سایر بخش بین‌سازنی بسیار مشکل‌تر باشد. در طی سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های یون‌تزیستی نظیر لیزیم‌های *amylase* و *cellulase* نیز مؤثره توجه قرار گرفت است. به‌کارگیری این لیزیم‌ها در تهیه پلی‌ساکاریدهای با خصوصی‌گی آکسیدان قوی مؤثرند و این امیلوری را ایجاد می‌کنند که توان با اتصال شرایط مناسب در دماهای پایین اقدام به حذف ویژگی‌های مولکولی پلیمرها کرده (Falahi et al., 2014) و همکاران، (2014) و همکاران، (2014) این روش خصوصیات خاص یون‌تزیستی این ساکاریدهای سرشته استخراج شده را تحت تأثیر قرار می‌دهند و مانع از کابل و دوست از فعالیت یون‌تزیستی پلی‌ساکاریدهای هدف می‌گردند. از این روش‌های جداسازی تکمیلی نیز برای دستیابی به پلیمرهای ممکن‌تر و خلوص‌تر پیشنهاد می‌شود.

بخش چهارم: مطالعات انجام شده در ایران

در ایران، بیش از این مطالعات مفیدی درباره‌ی جلبک‌های دریایی انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به ترکیبات مدی جلبک‌های *Ulva penans* و *Gracilaria lemaneiformis* (Tabara et al., 2012)، بررسی خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی متابولیت‌های پلی‌گالاکتان *E. gracilaria* و تأثیر آن بر پاتوزن‌های بیوه‌تدایی (*Rhizo*) (Abbaszadeh et al., 2012)، به‌کارگیری اسرارچ مناسب‌تر و

intrinsic tunnels and porphyrinases. *Biological Chemistry*, 274(13): 9735-9741.

Athukorala, V., Ahn, G. N., Lee, Y. H., Kim, G. Y., Kim, S. H., Ha, J. H., Kang, J. S., Lee, K. W. and Jeon, Y. J. 2009. Antiproliferative activity of sulfated polysaccharide isolated from an enzymatic digest of *Ecklonia cava* on the U-937 cell line. *Journal of Applied Physiology*, 21(3): 307-314.

Babakhani Lashkan, A., Rezaei, M., Rezaei, E. and Seifabadi, S. J. 2012a. Optimization of extraction of antioxidant compounds in microwave-assisted extract of brown alga *Sargassum angustifolium*. *Iranian Journal of Natural Resources*, 45: 243-253. (Abstract in English)

Babakhani Lashkan, A., Rezaei, M., Rezaei, E. and Seifabadi, S. J. 2012b. The application of *Sargassum* (*Sargassum angustifolium*) extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced tilapia (*Cultichanna asiatica*). *Iranian Journal of Natural Resources*. In Press. (Abstract in English)

Block, E. I. and Mead, M. N. 2003. Immuno-cytotoxic effect of schinaceae, growing and *ostegyalis*: A review. *Integrative Cancer Therapies*, 2(3): 247-267.

Bradley, W. E., Georg-Plant, M. M. T. and Hardy, M. 1954. The Polysaccharide from the alga *Ulva lactuca*. Purification, hydrolysis, and methylation of the Polysaccharide. *Journal of the Chemical Society*, 319-324.

Burns, P. 2003. Nutritional value of seaweeds, electronic journal of environmental, Agricultural and Food Chemistry, 2(4): 498-503.

Chandini, S. K., Ganesan, P. and Bhaskar, B. 2008. In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. *Food Chemistry*, 107: 707-713.

Chattopadhyay, K., Adhikari, U., Lecaegre, P. and Ray, B. 2007. Polysaccharides from *Gracilaria lemaneiformis*: Purification and structural features. *Carbohydrate Polymers*, 68: 407-415.

بیولوژیکی متخصص به فرد، در زمان حالهای اخیر بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند. کنترل جذب تجویزهای، مهار رشد ویروسی، مهار ترکیب سلول‌های سرطانی و تنظیم سیستم ایمنی از جمله خواص بیولوژیکی مستعد کلیه پلی‌ساکاریدهای بیمت آمده از جلبک‌های سبزه سبز بوده و به بازارهای جهانی به‌صورت ترکیب با سرکه قنادی و یا مکمل‌های درمانی راه یافته‌اند. بنابراین با توجه به نتایج حاصله می‌توان نتیجه دریافت سلفاتی انسان و وجود ساختار گسترده از جلبک‌های دریایی در داخل ششانی و خردی کشور، اهمیت انجام پژوهش‌های بیشتر بر روی ویژگی‌های ساختاری، بیولوژیکی و کاربردهای پلی‌ساکاریدهای جلبکی پیش از پیش‌اخذی می‌شود.

نتایج

Ahn, G. N., Jeon, Y. J., Kang, D. S., Shin, T. S. and Jung, B. M. 2004. Free radical scavenging activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Sargassum lemaneiformis* by electron spin resonance spectrometry. *Food Research International*, 37: 252-258.

Albuquerque, I. R. L., Queiroz, E. C. S., Abes, L. G., Santos, E. A., Leite, E. L. and Rocha, H. A. O. 2004. Haemofrags from *Dicranella menispermata* have anticoagulant activity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 37: 167-171.

Altes, A., Souza, E. A. and Reis, R. L. 2013. In vitro cytotoxicity assessment of ulvan, a polysaccharide extracted from green algae. *Phytotherapy Research*, 27(12): 1143-1148.

Anderson, J. A. M., Fredenburgh, J. C., Stafford, A. R., Guo, Y. B., Hirsch, J., Charnousian, V. and Weitz, J. L. 2001. Hyperulfated low molecular weight heparin with induced affinity for antithrombin act as an anticoagulant by inhibiting

- Germisli, E., Rencuz, M., Shaviklo, A. R., Babakhani, A. 2014. Efficiency of microwave radiation on antioxidant compounds extracted from red algae "*Hypnea musciformis*" and optimal extraction conditions using response surface methodology (RSM). *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 10: 148-155.
- Gerber, P., Dutcher, J. D., Adams, E. V. and Sherman, J. H. 1958. Protective effect of seaweed extract for chicken embryos infected with influenza B or mumps virus. *Experimental Biology and Medicine*, 99: 390-393.
- Ghosh, P., Adhikari, U., Ghosal, P. K., Fujii, C. A., Cerbucci, M. J., Demonte, I. B. and Ray, B. 2004. In vitro anticancer activity of sulfated polysaccharide fraction from *Caulerpe racemosa*. *Phytochemistry*, 65: 3131-3137.
- Guigel Rodrigues, J. A., Lino de Queiroz, I. N., Gomes Quindere A. L., Vairo, B. C., Mourao, P. A. S. and Barros Benevides, N. M. 2011. An antifouling-dependent sulfated polysaccharide isolated from the green algae *Caulerpe racemosa* has in vitro anti- and prothrombotic activity. *Chemical Research*, 41(4): 434-439.
- Guigel Rodrigues, J. A., Neto, E. M., Teixeira, L. A. C., Paula, E. C. M., Mourao, P. A. S. and Benevides, N. M. B. 2013. Structural features and inactivation of coagulation processes of a sulfated polysaccharidic fraction from *Caulerpe racemosa* var. *racemosa* (Caulerpaceae, Chlorophyta). *Acta Scientiarum. Technology*, 35(4): 411-419.
- Guigel Rodrigues, J. A., Venderlei, E. S. O., Araujo, I. W. P., Quindere, A. L. G., Coura, Ch. O. and Benevides, N. M. B. 2013. In vitro toxicological evaluation of crude sulfated polysaccharide from the green seaweed *Caulerpe racemosa* var. *racemosa* in *Parasitica* cells. *Scientiarum Technology*, 35: 403-410.
- Chew, Y. L., Lim, Y. Y., Omar, M. and Ehee, I. S. 2008. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. 1997. *Food Science and Technology*, 41(4): 1067-1072.
- Chirinos E., Bogatz H., Campos D., Pedreschi B. and Leonidelle Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from marisma (*Tropocolum austroriparium* Kunz & Raven) tuber. *Separation and Purification Technology*, 55: 217-225.
- Chiu, Y. H., Chan, Y. L., Li, T. L. and Wu, Ch. J. 2012. Inhibition of Japanese encephalitis virus infection by the sulfated polysaccharide extracts from *Ulva lactuca*. *Marine Biotechnology*, 14: 468-476.
- Cho, M., Yang, C., Kim, Y. M. and You, S. 2010. Molecular Characterization and Biological Activities of Water-soluble Sulfated Polysaccharides from *Enteromorpha prolifera*. *Food Science and Biotechnology*, 19(2): 325-333.
- Costa, E. V., Pinheiro, M. L. B., Barison, A., Campos, F. R., Salvador, M. J., Maia, E. H. L. N. S., Cabral, E. C. and Eberlin, M. N. 2010. Alkaloids from the bark of *Guarea glabra* and their evaluation as antioxidant and antimicrobial agent. *Natural Products*, 73: 1190-1183.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2013. Global aquaculture production statistics for the year 2011 [online]. <http://ftp.fao.org/FIS/aw/GlobalAquacultureProductionStatistics2011.pdf>.
- Fernandez, P. V., Estevez, J. M., Corzo, A. S. and Garcia, M. 2012. Sulfated-D-mannan from green seaweed *Codium serriolus*. *Carbohydrate Polymers*, 87: 914-919.
- Genesen, P., Kumar, Ch. S., and Bhasker, N. 2008. Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected Indian red seaweeds. *Bioresour. Technology*, 99: 2717-2723.

- and legislation. *Journal of Applied Physiology*, 23:343-397.
- Huang, L., Wen, K., Gao, X. and Liu, Y. 2010. Hypolipidemic effect of fucoidan from *Laminaria japonica* in hyperlipidemic rat. *Phytotherapy Research*, 43(4): 422-426.
- Jancuszy, Ch. A. and Medziszew, Rusko. 2007. Innate immune recognition. *Annual Review of Immunology*, 20:197-214.
- Ji, H., Shao, H., Zhang, Ch., Hong, P. and Xiong, H. 2008. Separation of the polysaccharides in *Cladophora racemosa* and their chemical composition and antitumor activity. *Polymer Science*, 110: 1435-1440.
- Jiao, L., Jiang, P., Zhang, L. and Wu, M. 2010. Antitumor and immunomodulating activity of polysaccharide from *Enteromorpha linza* (Heterokontophyta). *Biochemistry and Bioprocess Engineering*, 43: 421-428.
- Jiao, L., Li, X., Li, T., Jiang, P., Zhang, L., Wu, M. and Zhang, L. 2009. Characterization and antitumor activity of alkali-extracted polysaccharide from *Enteromorpha linza* (Heterokontophyta). *International Immunopharmacology*, 9: 324-329.
- Kernjanapertum, S. and You, S. G. 2011. Molecular characteristics of sulfated polysaccharide from *Monostroma nitidum* and their in vitro anticancer and immunomodulatory activities. *Biological Macromolecules*, 48: 311-318.
- Kernjanapertum, S., Teberna, M., Cho, M. and You, S. G. 2012. Characterisation and immunomodulatory activities of sulfated polysaccharide from *Capsosiphon fulvescens*. *Biological Macromolecules*, 51: 720-729.
- Ehemri Ahmedabad, M., Kereci, M., Zahegari, M. 2012. Study on using possibility of the extract of *Enteromorpha linza* in order to control some food-borne pathogens. *Journal of Food Science & Technology*. In Press. (Abstract in English)
- Gurgel Rodrigues, J. A., Wanderlei, E. S. O., Beira, E. F., Magalhães, P. A., Monteiro de Paula, R.C., Lima, V. and Barros Benevides, N. M. 2011. Anticoagulant activity of a sulfated polysaccharide isolated from the green seaweed *Cladophora racemosa*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(4): 491-500.
- Gurgel Rodrigues, J. A., Wanderlei, E. S. O., Quindere A. L. G., Monteiro, V. S., Vasconcelos, J. M. M. and Benevides, N. M. B. 2013. Anticoagulant activity and acute toxicological study of a novel sulfated polysaccharide from *Cladophora racemosa* var. *lanceolata* (Chlorophyta) in Swiss mice. *Acta Scientiarum Technology*, 35: 417-425.
- Harada, N. and Maeda, M. 1998. Chemical Structure of antithrombin-active Chondroitin sulfate from *Monostroma nitidum*. *Biochimica, Biophysica, Biochemistry*, 42(9): 1442-1452.
- Hayakawa, Y., Hayashi, T., Lee, J. B., Sriramporn P., Maeda, M., Ogasu, T. and Sakuragawa, H. 2000. Inhibition of thrombin by sulfated polysaccharide isolated from green algae *Enteromorpha linza*. *Biochimica, Biophysica Acta*, 1543 (1): 86-94.
- Hernandez-Garibay, E., Bortuch-Gonzalez, J. A. and Pacheco-Ruiz, I. 2011. Isolation and chemical characterization of algal polysaccharides from the green seaweed *Ulva lactuca* (Kütz.) C. Agardh. *Journal of Applied Physiology*, 25(3): 537-542.
- Hoffmann, J. A., Kafatos, F. C., Jancuszy Jr, Ch. A. and Ezekowitz, R. A. B. 2011. Phylogenetic perspective in innate immunity. *Phylogenetic Perspectives in Innate Immunity*, 284: 1313-1317.
- Holt, S. L., and Ercan, S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications

- rewood Ulva rigida C. *Agaric International Immunopharmacology*, 7(7): 879-888.
- Li, B., Song Liu, S., Xing, R., Li, K., Li, R., Qiu, Y., Wang, X., Wei, Z. and Li, P. 2013. Isolation of sulfated polysaccharides from *Enteromorpha prolifera* and their antioxidant activities. *Carbohydrate Polymers*, 92(2): 1991-1994.
- Li, H., Mao, W., Zhang, X., Qi, X., Chen, Y., Chen, Y., Xu, J., Zhao, Ch., Hou, Y., Yang, Y., Li, H. and Wang, Ch. 2011. Structural characterization of an anticoagulant active sulfated polysaccharide isolated from green alga *Enteromorpha linza*. *Carbohydrate Polymers*, 85(2): 394-400.
- Liu Chen-Mei Li, M. 2003. Algae, a possible source for new drugs in the treatment of HIV and other viral diseases. *Current Medicinal Chemistry - Anti-Infective Agents*, 2(5): 219-25.
- M., Li, Ch. F. and Li, Ch. 1994. Characterization and thermal behavior of six sulfated polysaccharides from seaweeds. *Food Hydrocolloids*, 8: 215-232.
- Mao, W. J., Fang, F., Li, H. Y., Qi, R. H., Sun, H., H. Chen, Y. and Guo, S. D. 2008. Heparin-like active two sulfated polysaccharides isolated from marine green alga *Enteromorpha linza*. *Carbohydrate Polymers*, 74: 834-839.
- Mao, W., Li H., Li Y., Zhang H., Qi X., Sun, H., Chen, Y. and Guo, Sh. 2009. Chemical characteristics and anticoagulant activity of the sulfated polysaccharide isolated from *Enteromorpha linza* (Chlorophyta). *International Journal of Biological Macromolecules*, 44: 70-74.
- Mao, W., Zeng, X., Li, Y. and Zhang, Huijuan. 2006. Sulfated polysaccharides from marine green alga *Ulva conglobata* and their anticoagulant activity. *Journal of Applied Physiology*, 18: 9-14.
- Kim, J. K., Cho, M. L., Keryonspatum, S., Shin, I. Sh. and You, S. G. 2011. In vitro and in vivo immunomodulatory activity of sulfated polysaccharides from *Enteromorpha prolifera*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 49: 1031-1038.
- Kudo, T., Tsunokawa, M., Ootao, H., and Arai, Y. 2005. Antioxidant properties of four edible algae harvested in the New Fanneria, Japan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 425-433.
- Kumar K. S., Ganesan K. and Rao P. V. S. 2006. Antioxidant potential of solvent extracts of *Sargassum atrovirens* (Doty) Doty - An edible seaweed. *Food Chemistry*, 107(1): 189-193.
- Kuznetsov, T. A., Bezdnova, N. N., Mamont, A. N., Mamot, A. P., Sheuchenko, N. M. and Zvyaginova, T. N. 2003. Anticoagulant activity of fucoidan from brown alga *Fucus vesiculosus* of the Okhotsk Sea. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 156(11): 532-534.
- Ewen, M. J. and Hem, T. J. 2006. Porphyran induces apoptosis related signal pathway in A549 gastric cancer cell line. *Life Sciences*, 79: 1934-1942.
- Lehaye, M. and Robic, A. 2007. Structure and functional properties of Ulvan, a polysaccharide from green seaweeds. *Biotechnology*, 3(1): 24-36.
- Lee J. B., Hayashi, K., Hayashi, T., Sankawa, U. and Mitsu, M. 1999. Antiviral activities against HSV-1, HCMV, and HIV-1 of rhamnan sulfates from *Enteromorpha linza*. *Plant Cell Physiol*, 40(3): 439-441.
- Lee J. B., Koizumi, S., Hayashi, K. and Hayashi, T. 2010. Structure of rhamnan sulfates from the green alga *Enteromorpha linza* and its antihypertensive effect. *Carbohydrate Polymers*, 81: 572-577.
- Leiro, J. M., Castro, R., Arranz, J. A. and Lemos, J. 2007. Immunoelastin activity of acidic sulfated polysaccharides obtained from the

- Pereira, M. S., Mulloy, B. and Mourao, P. A. S. 1999. Structure and anticoagulant activity of sulfated fucans. *The Journal of Biological Chemistry*, 274(12): 7636-7647.
- Qi H., Huang, L., Liu, X., Liu, D., Zheng, Q. and Liu, Sh. 2012. Antiatherogenic activity of high sulfate content derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva peruviana* (Chlorophyta). *Carbohydrate Polymers*, 87:1437-1440.
- Qi H., Liu, X., Zheng, J., Duan, Y., Wang, X. and Zheng, Q. 2012. Synthesis and antiatherogenic activity of acetylated derivatives of ulvan from *Ulva peruviana*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 50: 270-272.
- Qi H., Zheng, Q., Zhao, T., Chen, R., Zhang, H., Hu, X. and Li, Y. 2005. Antioxidant activity of different sulfate content derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva peruviana* (Chlorophyta) in vitro. *International Journal of Biological Macromolecules*, 37:193-199.
- Qi H., Zheng, Q., Zhao, T., Hu, R., Zheng, K. and Li, Y. 2006. In vitro antioxidant activity of acetylated and benzoylated derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva peruviana* (Chlorophyta). *Strogojnik & Biotehnolohijski Chemistry Letters*, 14: 2441-2443.
- Qi H., Zhao, T., Zheng, Q., Li, Y., Zhao, Z. and Xing, R. 2005. Antioxidant activity of different molecular weight sulfated polysaccharides from *Ulva peruviana* Kützlin (Chlorophyta). *Journal of Applied Physiology*, 17: 523-534.
- Qi X., Mao, W., Gao, Y., Chen, Y., Chen, Y., Zhao, Ch., Li, H., Wang, Ch., Yan, Mo., Liu, C. and Shen, J. 2012. Chemical characteristics of an anticoagulant active sulfated polysaccharide from *Enteromorpha flexilis*. *Carbohydrate Polymers*, 90:1804-1810.
- Quemener, B., Lohaye, M. and Bobin-Dubigeon, C. 1997. Sugar determination in ulvae by a
- Manroy, S., Stromberg, C., Theveniaux, J., Millet, J., Siquin, C., Tapon-Bretondiere, J. and Fischer, AM. 1995. Ulvan: antithrombotic and anticoagulant activities of a fucoidan fraction. *Thrombosis and Haemostasis*, 74(3):1280-1283.
- Mednikov, Ruslan. and Janeway, Ch. A. 2002. Decoding the patterns of self and nonself by the innate immune system. *Immunity and Beyond*, 294: 298-300.
- Mosser, D. M. and Edwards, J. P. 2008. Exploring the full spectrum of macrophage activation. *Nature Reviews Immunology*, 8(12): 938-949.
- Mourao, P. A. S. and Pereira, M. S. 1999. Searching for alternatives to heparin: sulfated fucans from marine invertebrates. *Trends Cardiovascular Med*, 9: 221-232.
- Na, Y. S., Kim, W. J., Kim, S. M., Park, J. K., Lee S. M., Kim, S. O., Synnysa, A. and Park, Y. I. 2010. Purification, characterization and immunostimulating activity of water-soluble polysaccharide isolated from *Capsosiphon japonicus*. *International Immunopharmacology*, 10: 344-370.
- Nykes, R., Abeti, D., Anagnostopoulou, M. A., Kotsika, P., Vagias, C. and Bouris, V. 2007. Radical-scavenging activity of a green tea marine algae. *Food Chemistry*, 102: 377-381.
- Ohno, Y., Lee, J. B., Hayashi, K. and Hayashi, T. 2009. Isolation of sulfated galactan from *Codium fragile* and its antitumor effect. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 56(3): 892-898.
- Palmer, R. M. J., Ashton, D. E. and Moncada, S. 1986. Vascular endothelial cells: synthesise nitric oxide from L-arginine. *Nature*, 323: 664-666.
- Park, J. K., Kim, E. H., Lee, Ch. G., Synnysa, A., Jo, H. S., Kim, S. O., Park, J. W. and Park, Y. I. 2011. Characterisation and immunostimulating activity of a water-soluble polysaccharide isolated from *Marinecoccus lewinii*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 14:1090-1096.

O. S., Zakharenko, A. M., Bakov, V. V., Laitin, N. T., Hoa, H. X., Ly, B. M. and Huyen, P. V. 2009. Polysaccharides and salts from green algae: Chemistry of Natural Compounds, 45(1): 3-8.

Saavedra, A. R., Robaina, M. C. S., Mendes, G. S., Silva, T. S. L., Gestinari, L. M. S., Odina, S., Pamplona, O. S., Vonshigue-Valentin, Y., Kaiser, C. E. and Romanos, M. T. V. 2012. Antitumor activity of extract from Brazilian seaweeds against herpes simplex virus. *Brazilian Journal of Pharmacology*, 11(4): 714-715.

Song, H., Zhang, Q., Zhang, Z. and Wang, J. 2010. In vitro antioxidant activity of polysaccharides extracted from *Sargassum plumosum*. *Carbohydrate Polymers*, 80: 1057-1061.

Souta, B. W. S., Cerqueira, M. A., Martins, J. T., Quintas, M. A. C., Ferreira, A. D. C. S., Teixeira, J. A. and Vicente, A. A. 2011. Antioxidant potential of two red seaweeds from the Brazilian coast. *Food Chemistry*, 119: 3589-3594.

Solehi, P., Dashti, V., Marzesti Tajabadi, F., Safikhon, F. and Kabei, R. 2011. Structural and compositional characteristics of a sulfated galactan from the red alga *Gracilaria lemaneiformis*. *Carbohydrate Polymers*, 83: 1570-1574.

Springer, G. F., Wurro, H. A., McNeal, G. M. J., Ansell, R. J. and Doughty, M. P. 1957. Isolation of anticoagulant fractions from crude fucilin. *Experimental Biology and Medicine*, 94 (2): 404-409.

Toberra, M., Han, J. H., Kim, Ch. Y. and You, E. G. 2012. Molecular characteristics and immunomodulatory activities of water-soluble sulfated polysaccharides from *Ulva pertusa*. *Marine Food*, 13 (2): 133-144.

Toberra, M., Karmjanapour, S., Cho, M., Kim, J. K. and You, E. 2013. Molecular characteristics and biological activities of anionic macromolecules from *Codium fragile*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 59: 1-12.

chemical-enzymatic method, coupled to high performance anion exchange chromatography. *Journal of Applied Phycology*, 9: 179-188.

Quirós, E. B., A. Lago-Yusty, M. A. and Lopez-Hernandez, J. 2010. Determination of phenolic compounds in macroalgae for human consumption. *Food Chemistry*, 121: 434-438.

Rastan, Z., Mehranlou, M., Vahabzadeh, F. and Sertev, E. 2007. Antioxidant activity of extract from a brown alga *Sargassum coarctatum*. *Journal of Biotechnology*, 6 (24): 2740-2743.

Reivers, B. and Leproux, A. 1993. Characterization of polysaccharides from *Enteromorpha flexionella* (L.) Link. Chlorophyta. *Carbohydrate Polymers*, 12: 253-259.

Rocha, H. A. O., Moraes, F. A., Trindade, E. R., Franco, C. E. C., Torquato, R. J. S., Veiga, S. R., Valente, A. P., Mourao, F. A. S., Leite, E. L., Bader, H. B. and Dietrich, C. P. 2005. Structural and hemostatic activities of a sulfated Galactofucan from the brown alga *Sargassum schroederi*: an ideal antithrombotic agent. *Journal of Biological Chemistry*, 280 (30): 41278-41288.

Roberts, G., Baratta, M. T., Biondi, D. M. and Amico, V. 2001. Antioxidant activity of extracts of the marine algal genus *Cystoseira*: in a micellar model system. *Journal of Applied Phycology*, 13: 403-407.

Tang, S. H. Pu, J., Hall, D., Rodow, M., Shanker, Sh. and Srivastava, R. K. 2011. Inhibition of oncogenic pathway and phosphorylation maintaining factors regulate human pancreatic cancer stem cell characteristics. *International Journal of Cancer*, 121: 30-40.

Shevchenko, N. M., Burnasov, V. V., Tupiginova, T. N., Makarova, T. N., Sergeeva,

- the global health situation. See: www.who.int/gia, WHO Library Cataloguing in Publication Data. 11
- Wakabayashi, M. and Clercq, E. D. 1997. Sulfated polysaccharides extracted from sea algae as potential antiviral drugs. *General Pharmacology*, 29: 497-511.
- Ying, Z., Han, X., Li, J. 2011. Ultrasound-assisted extraction of polysaccharides from *multicorymbosus*. *Food Chemistry*, 127(3):1273-1279.
- Yu, P., Li, N., Lu, X., Zhou, G., Zhang, Q. and Li, P. 2003. Anti-hyperlipidemic effects of different molecular weight sulfated polysaccharides from *Ulva pertusa* (Chlorophyta). *Pharmacological Research*, 48: 343-349.
- Yu, P., Zhang, Q., Li, N., Xu, Z., Wang, Y. and Li, Z. 2003. Polysaccharides from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) and pyriminase studies on their anti-hyperlipidemic activity. *Journal of Applied Physiology*, 15: 21-27.
- Zhang, H. J., Mao, W. J., Feng, F., Li, H. Y., Sun, H. H., Chen, Y. and Qi, X. H. 2008. Chemical characteristics and antioxidant activities of a sulfated polysaccharide and its fragment from *Monoclonaria Akabumum*. *Carbohydrate Polymers*, 71: 428-434.
- Zhang, Z., Wang, F., Wang, X., Lu, X., Hou, Y. and Zhang, Q. 2010. Extraction of the polysaccharides from fire algae and their potential antioxidant activity in vitro. *Carbohydrate Polymers*, 82: 118-121.
- Zubik, M., Fehre, M. I., Kerjean, V., Le Lann, E., Rigier-Pouvesou, V., Fauchon, M. and Deslandes, E. 2009. Antioxidant and antimutagenic activities of some phaeophyta from Brittany coast. *Food Chemistry*, 114: 499-501.
- Tabata, M., Lee, S. J. and You, S. G. 2012. Structural analysis of immunostimulating sulfated polysaccharides from *Ulva pertusa*. *Carbohydrate Research*, 341: 144-147.
- Tabata, M., Kozaki, M., Ram-crenponr, T. and Weeland, J. R. 2012. Chemical compositions of the marine algae *Gracilaria subterreana* (Rhodophyta) and *Ulva lactuca* (Chlorophyta) as a potential food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92: 2500-2504.
- Teng, Z., Q. Li, and Zhou, Y. 2013. Hypolipidemic activity of the polysaccharides from *Enteromorpha prolifera*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 52: 224-234.
- Treng, C.K. 2001. Algal biotechnology: industrial and research activities in China. *Journal of Applied Physiology*, 13: 373-380.
- Vinuesa-Freire, M. J., Lamela, M. and Calleja, J. M. 1996. Hypolipidemic activity of a polysaccharide extract from *Fucus vesiculosus* L. *Phytotherapy Research*, 10: 447-450.
- Wang, D. G., Zhang, W. W., Duan, X. J. and Li, X. M. 2009. In vitro antioxidant activities of extract and semi-purified fractions of the marine red alga *Rhodomena confervoides* (Rhodomelaceae). *Food Chemistry*, 113: 1101-1105.
- Wang, L., Wang, X., Wu, H. and Liu, R. 2014. Overview on biological activities and molecular characteristics of sulfated polysaccharides from marine green algae in recent years. *Marine Drugs*, 12: 2984-3020.
- Wijesekera, I., Pengestuti, R., and Kim, S. K. 2011. Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84: 14-21.
- WHO World Health Organization. 2011. The Global Health Observatory (GHO) & WHO, portal providing access to data and analysis for monitoring

Chemical structure and biological effects of sulfated polysaccharides extracted from green seaweeds

Teynah Rostami¹, Mehdi Taharaei¹, Masoud Razaee²

1- M.Sc. Student, Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Marine Sciences, Isfahan Modares University, Noor

2- Assistant Professor, Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Marine Sciences, Isfahan Modares University, Noor

3- Professor, Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Marine Sciences, Isfahan Modares University, Noor

Received: 03/06/2015 Accepted: 07/11/2015

*Corresponding author: masoud.razaee@modares.ac.ir

Abstract

Extracted polysaccharides from green seaweeds are heterogeneous in structural and molecular properties. Basically, sulfated polysaccharides from green seaweeds contain various amounts of rhamnose (16.5-45.0%), xylose (2.1-12.0%), glucose (0.5-6.4%) and sulfate (16.0-23.2%), and their building blocks are chiefly comprised of β -D-GlcpA-(1 \rightarrow 4)- α -L-Rhap3s. Molecular weight of sulfated polysaccharides varies from 93.4×10^3 to 1690×10^3 g/mol. The biological effects of seaweed sulfated polysaccharides are immunomodulation, cancer cell growth suppression, antioxidation, antihyperlipidemic, antiviral and anticoagulation. As the chemical structure and molecular properties of sulfated polysaccharides differ from one seaweed species to another, the biological properties varies subsequently. Overall, given the fact that highly variable marine environment can significantly incorporate into the existing discrepancies of sulfated polysaccharide structures due to seaweed phylogenetic differences, executing more comprehensive studies on various species is necessary to have a better understanding of their function and future applications.

Keywords: Seaweeds, Ulvar, Functional foods, Chemical structure, Biological activity

SID



ابزارهای
پاروهندی



فرآیند بررسی و
تایید



کارگاه‌های
آموزشی



خانه
مرکز اطلاعات علمی



مجله وزارت
استدلال
STIA



برنامه‌های
آموزشی
دور

کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

1



آموزش مهارت‌های کاربردی
نوآوری و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت‌های کاربردی
نوآوری و چاپ مقالات ISI

2



روش تحقیق کمی

3



آموزش نرم‌افزار
Word برای پژوهشگران