بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده شیلات و محیط زیست

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
شیلات- تکثیر و پرورش آبزیان

تغذیه با جیره‌ی حاوی ویتامین E (آلفا توکوفرول استات) و نانوذرات سلنیوم بر شاخص های رشد، بقا، ترکیب لاشه و میزان آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز و مالون دی آلدهید کل بدن در ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

پژوهش و نگارش:
داود طهماسبی

استاد راهنما:
دکترسعید گرگین

اساتید مشاور:
دکترمحمد سوداگر
دکترمحمد مازندرانی

پاییز ۱۳۹۳

فرم ۳۴۴

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع ازپایان‌نامه کارشناسی ارشد شیوه آموزشی- پژوهشی

نام و نام خانوادگی: داود طهماسبی	گروه آموزشی: تکثیر و پرورش آبزیان
شماره دانشجویی: ۹۱۲۱۰۲۳۱۱۴	رشته تحصیلی: شیلات- تکثیر و پرورش آبزیان
ساعت و تاریخ دفاع: ۹۳/۸/۱۷ ساعت ۱۵	محل برگزاری: سالن شهید چمران

عنوان پایان‌نامه:

فارسی:تغذیه با جیره‌ی حاوی ویتامینE (آلفا توکوفرول استات) و نانوذرات سلنیوم بر شاخص های رشد، بقا، ترکیب لاشهو میزان آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز و مالون دی آلدهید کل بدن در ماهی سفید (*Rutilusfrisiikutum*).

English: Effect of vitamin E (Dl-all-rac-α-tocopherol acetate) and nano - selenium on growth performance and whole body Glutathione peroxidase (GPx) and malondialdehyde (MDA) in Caspian kutum (*Rutilusfrisikutum*).

جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نامبرده با حضور اعضایمحترم هیات داوران به شرح ذیل برگزار گردیدو پایان‌نامه با نمره (با عدد)(با حروف) ۱۹/۳۰ نوزده وسی صدم پذیرفته شد.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	نام دانشگاه	امضا عضو حاضر
استاد راهنما	دکتر سعید گرگین	استادیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	
استاد مشاور	دکتر محمد سوداگر	دانشیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	
استاد مشاور	دکتر محمد مازندرانی	استادیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	
استاد داور اول	دکتر حامد کلنگی	استادیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	
استاد داور دوم	دکتر رقیه صفری	استادیار	علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	

تائیدمدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

تاریخ:

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی- پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدید آورنده اثر ارجاع داده شده باشد.

۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.

۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه:

به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

و به انگلیسی: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.

٤. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.

۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب **داود طهماسبی** دانشجوی رشته **شیلات-تکثیروپرورش آبزیان** مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی

پاییز۱۳۹۳

تقدیم به

پدرم، استوارترین کوه تاریخ بود نم

مادرم، زیباترین حکایت زندگی‌ام

برادر و خواهران مهربانم که وجودشان، همواره مایه دلگرمی من است

تشکر و قدردانی

با سپاس بی انتها به درگاه ایزد منان بدین وسیله از زحمات ارزنده و حسن تدبیر کلیه اساتید و دوستانی که در انجام این تحقیق مرا یاری و مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می نمایم و توفیق روز افزون آنها را از خداوند سبحان مسئلت دارم.

خصوصا از:

جناب آقای دکتر سعید گرگین که زحمت راهنمایی پایان نامه را بر عهده داشتند و همواره با نصایح ارزشمند خود به اینجانب کمک کردند.

- اساتید گرانقدر مشاور آقایان دکتر محمد سوداگر و دکتر محمد مازندرانی که از هیچ کمکی دریغ نکردند.

- اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر حامد گلنگی و سرکار خانم دکتر رقیه صفری که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل فرمودند.

- دیگر عزیزانی که در طول انجام این پایان نامه به هر نحوی از لطفشان بهره مند بوده ام و متاسفانه نام آنها ذکر نشده است صمیمانه تشکر و قدردانی مینمایم و از خداوند متعال بهروزی و موفقیت برایشان آرزومندم.

- در نهایت خانواده عزیزم که با حمایت بی شائبه خود توان پیمودن این مسیر را مهیا نمودند.

چکیده

ماهی سفید یکی از گونه های بومی و با ارزش دریای خزر می باشد که سازمان شیلات ایران به منظور بازسازی ذخایر این ماهیان سالانه میلیون‌ها قطعه بچه ماهی را به دریا رها سازی می کند، میزان بازماندگی این ماهیان در هنگام رها سازی به مقاومت آنها بستگی دارد که در صورت مناسب بودن جیره‌ی آنها، از مقاومت کافی برخوردار خواهند بود. ویتامین‌ها و مواد معدنی در جیره از ارکان اصلی به حساب می آیند ، به همین منظور در مطالعه‌ی حاضر تاثیر ویتامین E (آلفا توکوفرول استات) به مبزان ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و نانوسلنیوم به میزان ۱ میلی گرم بر کیلوگرم که ارتباط تغذیه‌ای مشخصی با هم دارند به صورت جداگانه و ترکیبی روی میزان رشد، بقا، ترکیب لاشه، میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز و میزان مالون دی آلدهید کل بدن بررسی شد.

نتایج آزمایش نشان داد که ویتامین E می تواند به صورت معناداری (P<۰/۰۵) باعث بهبود در فاکتورهای رشد، FCR و SGR در بچه ماهیان سفید شود، اما ماهیان تغذیه شده با نانوذرات سلنیوم و گروه شاهد در فاکتورهای رشد با هم اختلاف معناداری نداشتند(P>۰/۰۵). ماهیانی که جیره‌ی آنها حاوی نانو ذرات سلنیوم بود(تیمار ۲ و تیمار ٤) نسبت به ماهیانی که جیره‌ی آنها فاقد نانوذرات سلنیوم بود (تیمار ۱ و شاهد) به صورت معناداری (P<۰/۰۵) از میزان بیشتری آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز برخوردار بود . میزان بقا، ترکیبات لاشه‌ی ماهیان و مالون دی آلدهید در تیمارهای مختلف با هم اختلاف معنی داری نداشت(P>۰/۰۵).

کلمات کلیدی: ویتامینE ، ماهی‌سفید، نانوذرات سلنیوم، گلوتاتیون‌پروکسیداز، مالون‌دی‌آلدهید

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱-کلیاتی درباره ماهی سفید..... ۲

۱-۲- اهداف تحقیق..... ۵

۱-۳- سوال‌های اصلی تحقیق..... ٦

۱-٤- فرضیه‌های تحقیق:..... ٦

۱-۵- کلیاتی درباره سلنیوم..... ٦

۱-۵-۱- تاریخچه سلنیوم..... ٦

۱-۵-۲-شیمی سلنیوم..... ۷

۱-۵-۳- سلنیوم به عنوان کوفاکتور آنزیم های آنتی اکسیدانی گلوتاتیون پروکسیداز..... ۷

۱-۵-٤ منابع سلنیوم..... ۱۰

۱-٦- کلیاتی درباره ویتامین **E**..... ۱۰

۱-٦-۲- تاریخچه ویتامین **E**..... ۱۰

۱-٦-۳- وظایف متابولیکی ویتامین **E**..... ۱۱

۱-۷- ارتباط میان سلنیوم و ویتامین **E**..... ۱۲

فصل دوم: سابقه تحقیق

۲-۱- مطالعات داخل کشور..... ۱٦

۲-۲- مطالعات خارج از کشور..... ۱۷

۲-۳- جمع بندی کلی..... ۲۲

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مواد مصرفی..... ۲٤

۳-۱-۱- مشخصات ویتامین **E** و نانوذرات سلنیوم استفاده شده در جیره..... ۲٤

۳-۲- مواد غیر مصرفی..... ۲٤

۳-۳- زمان و محل اجرای طرح..... ۲٤

۳-٤- روش کار..... ۲۵

۳-٤-۱- تهیه ماهی..... ۲۵

۳-٤-۲- تهیه جیره‌های آزمایش ۲۵
۳-٤-٤- اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی آب ۲٦
۳-۵-۱- نرخ رشد ویژه **(SGR)** ۲۷
۳-۵-۲- ضریب تبدیل غذایی **(FCR)** ۲۷
۳-٦- تجزیه شیمیایی لاشه ۲۸
۳-٦-۱- اندازه گیری پروتئین خام لاشه ۲۸
۳-٦-۲- اندازه گیری چربی خام لاشه ۲۸
۳-٦-۳- اندازه گیری خاکستر لاشه ۲۸
۳-٦-٤- اندازه گیری رطوبت لاشه ۲۹
۳-۷- تعین میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز ۲۹
۳-۸- تعیین میزان مالون دی آلدهید کل بدن ۲۹
۳-۹- آنالیز آماری داده‌ها ۳۰

فصل چهارم: نتایج

٤-۱- رشد و بقا ۳۲
٤-۲- آنالیز لاشه ۳۲
٤-۳- فعالیت آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز ۳۳
٤-٤- مالون دی آلدهید ۳٤

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱- بحث ۳۸
۵-۲- نتیجه‌گیری کلی ٤۱
۵-۳- پیشنهادات ٤۲
۵-۳-۱- اجرایی ٤۲
۵-۳-۲- پژوهشی ٤۲

منابع

٦-۱- فهرست منابع ٤٤

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول۱-۱- رده بندی ماهی سفید دریای خزر..... ۲
جدول ۳-۱- ترکیبات و آنالیز شیمیایی جیره..... ۲۶
جدول ٤-۱- عملکرد رشد و بقاء..... ۳۲
جدول ٤-۲- آنالیز تقریبی لاشه..... ۳۳

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- ماهی سفید دریای خزر..... ۳
شکل ٤-۱- میزان آنزیم گلوتاتین پروکسیداز در کل بدن بچه ماهیان سفید..... ۳٤
شکل ٤-۲- میزان مالون دی آلدهید در کل بدن بچه ماهیان سفید..... ۳۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱-کلیاتی درباره ماهی سفید

ماهیان استخوانی دریای خزر گروهی از آبزیان اقتصادی این دریا محسوب می شوند که بعد از ماهیان خاویاری در رتبه دوم در آمدزایی قرار دارند. میزان کل ماهیان استخوانی صید شده در دریای خزر در سال ۱۳۹۱ به ۱٦ هزار تن رسید که ماهی سفید بیش از ۵۰ درصد از این میزان صید را به خود اختصاص می داد(قربانزاده و نظری، ۱۳۹۲). در میان ماهیان استخوانی دریای خزر ماهی سفید از خانواده کپور ماهیان با نام علمی ***Rutilus frisii kutum*** بالاترین ارزش اقتصادی و بیش‌ترین محبوبیت را به خود اختصاص داده است. طول عمر این ماهی در دریای خزر ۱۰-۹ سال بوده و صید سالیانه این ماهی معمولا از ۱۰ مهر شروع شده و تا ۱۰ فروردین ماه ادامه می یابد. ماهی سفید حوزه دریای خزر دارای دو نژاد بهاره و پاییزه بوده و برای تخم‌ریزی و تکثیر طبیعی وارد منابع آب شیرین رودخانه‌ها و تالاب‌های حاشیه این دریا می‌شود. در جدول زیر رده بندی سیستماتیک ماهی سفید ذکر شده است(خانی‌پور و ولی‌پور، ۱۳۹۰).

جدول۱-۱ رده بندی ماهی سفید دریای خزر

Kinhdom: Animalia	Infra class: Neopterygii
Phylom: Chordata	Order: Cypriniformes
Sub phylum: Vertebrata	Sub order: Cyprinoidea
Super class: Gnatho Stomata	Family: *Ciprinidae*
Grade: Pisces	Gennus: *Rutilus*
Class: Osteichthyes	Species: *Rutilus frisii*
Sub class: Actinopterygii	Sub species: *Rutilus frisii kutum* Kamenskii

شکل ۱-۱- ماهی سفید دریای خزر(www.fishbase.org)

پراکنش عمده ماهی سفید در دریای خزر از رودخانه کوار تا منطقه گمیشان است و ۹۰ درصد ذخایر این ماهی بومی سواحل ایران است (قلی‌اف، ۱۹۹۷). در طی سال‌های۱۳٦۱ لغایت ۱۳٦۹ با افزایش رها کردن بچه ماهیان سفید، میزان صید این ماهی نیز روند صعودی داشت اما پس از سال‌های مذکور میزان برداشت ماهی سفید و تعداد بچه ماهیان رها شده دارای نوسان بوده است، کاهش ضریب بازگشت شیلاتی ماهیان رها سازی شده، کاهش رشد و کاسته شدن توانایی سازش پذیری با عوامل محیطی، از مهمترین دلایل این نوسان ها در برآورد حد اکثر مجاز قابل برداشت توده زنده ماهی سفید می باشد (رضوی صیاد، ۱۳۷۸ به نقل از پیری، ۱۳۷۷). بنابراین تنها راهکار جهت احیاء ذخائر، بالا بردن بچه ماهیان به اوزان بالاتر به منظور رهاسازی از طریق فرموله کردن غذای متناسب با احتیاجات تغذیه‌ای ماهی است. برای افزایش رشد، بقا و بهبود کیفیت کلی ماهی جلوگیری از کسیداسیون چربی-ها که ممکن است باعث ایجاد بیماری شود امری ضروری است(توچر[1] و همکاران، ۲۰۰۲). مهم‌ترین منابع غذایی بچه ماهیان سفید را در دریای خزر سخت پوستانی مانند گاماروس، خرچنگ ومیگوهای جوان تشکیل می دهند(عفت پناه، ۱۳۷۲)، که علاوه بر غنی بودن از مواد پروتئینی و چربی های مفید و ضروری به لحاظ مواد معدنی و ویتامینی نیز سرشار و غنی است(استیکنو[2]، ۱۹٦۹؛ کو[3] و همکاران،

1 Tocher
2 Stickeneo
3 cho

۱۹۸۵؛ هاپکینز[1]، ۱۹۹۲). در شرایط پرورش نیمه متراکم و متراکم به دلیل کاهش وجود غذاهای زنده و طبیعی، منابع ویتامینی و معدنی به شدت کاهش می یابد؛ بنابراین وجود مواد ویتامینی ومعدنی به عنوان مواد غیر انرژی‌زا ضروری است(NRC[2], 1991). از طرفی ماهی به علت داشتن سیستم دستگاه گوارش ساده قادر به ساخت ویتامین‌ها نمی باشد، به همین دلیل این مواد می بایست از منابع بیرونی به جیره افزوده گردد(الکسی[3] و سنگری، ۲۰۰۱).

وجود عناصر معدنی کمیاب در جیره غذایی همه حیوانات برای حفظ سلامتی و عملکرد مناسب بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی آنها ضروری است. سلنیوم یکی از عناصر کم نیاز برای آبزیان می باشد. این عنصر در سال ۱۸۱۷ توسط جاکوب برزیلیوس کشف شد و سال ها گمان می شد که سلنیوم برای حیوانات سمی می باشد تا اینکه در سال ۱۹۵۷ با اعلام اینکه سلنیوم از عارضه نکروز کبدی در موش های صحرایی پیشگیری می کند، به عنوان یک ماده مغذی ضروری در جیره شناخته شد. سلنیوم مورد نیاز در جیره آبزیان اغلب توسط مواد خوراکی طبیعی در جیره تامین می شود ولی با توجه به متغیر بودن میزان آن ، افزون سلنیوم به جیره امری متداول می باشد.

ویتامین E در سال ۱۹۹۲ توسط ایوانز و بیشوب به عنوان یک عامل محلول در چربی موجود در روغن‌های گیاهی که برای تولید مثل طبیعی در موش‌ها ضروری بود کشف شد. ویتامین E یک نام کلی برای همه مشتقات توکوفرول و توکوتری‌انول است. ویتامین E به عنوان یک ماده ضروری برای رشد و سلامتی همه گونه‌های حیوانات شناخته شده است و در جلوگیری از تحلیل ماهیچه ای تغذیه ای، ساخت پروستاگلاندین ها و بهبود پاسخ ایمنی نقش دارد(برجیلیوس فلوهه[4] و ترابر[5]، ۱۹۹۹).

ویتامین E و سلنیوم ارتباط تغذیه‌ای مشخصی دارند، این ارتباط در چند گونه از ماهیان مورد مطالعه قرار گرفته است، نتیجه‌ی این مطالعات نشان می دهد که علائم کمبود ترکیب ویتامین E و سلنیوم

1 Hapkinz
2 National Research council
3 Alexi
4 Brigelius-Flohe
5 Trabet

عبارتند از دیستروفی عظلانی، پروتئین‌های ماهیچه‌ها در پلاسما و آنمی (پوستون[1] و همکاران، ۱۹۷٦؛ بل[2] و همکاران، ۱۹۸۵؛ بل و همکاران، ۱۹۸۵؛ گاتلین[3] و همکاران، ۱۹۸٦؛ بل و همکاران، ۱۹۸۷) .

تا کنون مطالعات انجام شده درباره نقش ویتامین E و سلنیوم با اشکال دیگر سلنیوم صورت گرفته است، مواد در سطح نانو خواص متفاوتی از خود نشان می دهند و اخیرا نانو ذرات سلنیوم (elemental nano-Se) به دلیل جذب زیستی بالا و سمیت کم بطور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است(وانگ و همکارن، ۲۰۰۷) از این رو در این آزمایش از نانوذرات سلنیوم به عنوان منبع سلنیوم استفاده شد.

۱-۲- اهداف تحقیق

در تحقیق حاضر تاثیر نانوذرات سلنیوم و ویتامین E بصورت جداگانه و ترکیب با هم روی رشد، بقا، ترکیب لاشه و میزان آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز و مالون دی آلدهید (MDA) کل بدن در بچه ماهی سفید مورد بررسی قرار گرفت. اهداف این تحقیق عبارتند از:

۱- بررسی فاکتورهای رشد، بقا و ترکیب لاشه تحت تاثیر تغذیه با ویتامین E و نانو ذرات سلنیوم به صورت جداگانه و ترکیب با هم.
۲- بررسی تغییرات میزان آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز در کل بدن تحت تاثیرتغذیه با ویتامین E و نانو ذرات سلنیوم به صورت جداگانه و ترکیب با هم.
۳- بررسی تغییرات میزان مالون‌دی‌آلدهید در کل بدن تحت تاثیر تغذیه با ویتامین E و نانو ذرات سلنیوم به صورت جداگانه و ترکیب با هم.

1 Poston
2 Bell
3 Gatlin

۱-۳- سوالهای اصلی تحقیق

آیا ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث بهبود فاکتورهای رشد در ماهی سفید شوند؟

آیا ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث افزایش بقا در بچه ماهیان ماهی سفید شوند؟

آیا ویتامین E و نانوذرات سلنیوم باعث ایجاد تفاوت در ترکیبات لاشه ماهی سفید خواهد شد؟

آیا ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث افزایش میزان آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز در بدن ماهی سفید شوند؟

آیا ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث کاهش میزان مالون دی آلدهید در بدن ماهی سفید شوند؟

۱-٤- فرضیه های تحقیق:

ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث بهبود فاکتورهای رشد در ماهی سفید شوند.

ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث افزایش بقا در بچه ماهیان ماهی سفید شوند.

ویتامین E و نانوذرات سلنیوم باعث ایجاد تفاوت در ترکیبات لاشه ماهی سفید خواهد شد.

ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث افزایش میزان آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز در بدن ماهی سفید شوند.

ویتامین E و نانوذرات سلنیوم می توانند باعث کاهش میزان مالون دی آلدهید در بدن ماهی سفید شوند.

۱-۵- کلیاتی درباره سلنیوم

۱-۵-۱- تاریخچه سلنیوم

سلنیوم یکی از مواد معدنی ضروری کم مصرف برای جانداران می باشد. این عنصر اولین بار به علت مسمومیت زایی‌اش مورد توجه قرار گرفت. در سال ۱۹۱۷ شیمی دانان سوئدی به نام های برزلیوس[1] و گان[2] در هنگام آزمایش بر روی رسوب حاصله از اسید سولفوریک بر بافت گیاهی، عنصر سلنیوم را کشف کردند. این دانشمندان اذعان کردند سلنیوم عنصری شبیه گوگرد و یا تلوریوم است. سال‌ها

1 Berzelius

2 Gahn

تصور بر این بود که سلنیوم عنصری بسیار سمی برای جانداران است. در اوایل دهه ۱۹۵۰ شوارتز[1] و همکارانش در انستیتوی ملی بهداشت مریلند دریافتند که مخمر آبجو دارای یک عامل ناشناخته است که از نکروزه شدن کبد در موش‌های دارای کمبود ویتامین E جلوگیری می کند. محققین دیگری هم با استفاده از همین جیره پایه به نتایج مشابهی دست یافتند. سرانجام شوارتز و فولتز[2] در سال ۱۹۷۵پی بردند که عامل ناشناخته مخمر آبجو سلنیوم است. پس از این مطالعه سلنیوم در جیره حیوانات مورد توجه قرار گرفت و به عنوان ماده مغذی ضروری درجیره شناخته شد.

۱-۵-۲-شیمی سلنیوم

سلنیوم عنصر شماره ۳٤ جدول تناوبی است که همراه با اکسیژن، گوگرد، تلوریوم و پولونیوم در گروه ششم(VIA) قرار دارد(ساند[3]، ۱۹۹۷). این عنصر با گوگرد خواص شیمیایی مشابه مانند تعداد باندهای یونی و کوالانسی و خواص الکترو نگاتیوی یکسان دارد و این تشابهات سبب شده است تا تشخیص ترکیبات سلنیوم و گوگرد از همدیگر خیلی سخت باشد ولی این ۲ عنصر در شرایط فیزیولوژیکی به راحتی از همدیگر تشخیص **داده** می شوند زیرا خواص اسیدی H_2se بیش‌تر از H_2s می باشد و همچنین سلنیوس و سلنیک اسید نسبت به اسید سولفوروس و سولفوریک دارای پتانسیل کاهندگی بیشتری هستند.

۱-۵-۳- سلنیوم به عنوان کوفاکتور آنزیم های آنتی اکسیدانی گلوتاتیون پروکسیداز

فرآیندهای اکسیداسیون و احیا برای فعالیت‌های بیوشیمیایی بدن ضروری هستند. این افزایش و کاهش الکترون دربسیاری از فرآیندهای حیاتی اتفاق می افتد. برای مثال تنفس در حیوانات فرآیندی است که سلول ها انرژی را به شکلATP از ترکیب اکسیژن و هیدروژن دریافت می کنند و اغلب تولید پراکسیدهای مختلف می‌کنند، این پراکسیدها مانند پراکسید هیدروژن می توانند برای بدن خطرناک باشند. آنها می توانند باعث تولید رادیکالهای آزاد شوند که می توانند به سلو ل صدمه زده یا آن را از

1 Schwartz
2 Foltz
3 Sunde

بین ببرد. گروهی از آنزیم ها تحت عنوان گلوتاتیون پروکسیداز(GSH-PX) که هیدروپراکسیداز هستند نقش حفاظت از بدن در برابر این پراکسیدازهای خطرناک را دارند(آردور[1]، ۲۰۰۰).

نقش اولیه این آنزیم کاتالیز کردن واکنشی است که پراکسید هیدروژن را از گلبول قرمزتوسط گلوتاتیون احیا شده خارج می کند. گلوتاتیون احیا شده از گلوتاتیون اکسید شده همراه با آنزیم و گلوتاتیون ردوکتاز ساخته می شود. این فرایند احیا به NADPH[2] هم نیاز دارد و توسط مسیر پنتوز فسفات فراهم می شود. واکنش عمومی GSH-PX[3] در زیر نشان داده شده است. در این شکل ROOH یک پراکسید هیدروژن یا لیپید است. GSH شکل احیا شده گلوتاتیون می باشد، ROH پراکسید احیا شده و GSSG گلوتاتیون اکسید شده می باشد(روتراک[4] و همکاران، ۱۹۷۳).

$$ROOH + 2GSH \longrightarrow ROH + GSSG + H_2O$$

در سال ۱۹۷۳ روتراک و همکاران پیشنهاد نمودند که سلنیوم بخش مهمی از آنزیم‌های گلوتاتیون پروکسیداز است. از آن زمان تا کنون ٦ نوع مختلف از آنزیم‌های گلوتاتیون پروکسیداز کشف شده است که ٤ مورد از آنها برای ایفای نقش خود به سلنوسیستئین در جایگاه‌های فعال خود نیاز دارند در حالی که ۲ نوع دیگر به سیستئین در جایگاه های خود نیاز ندارند و وابسته به سلنیوم نیستند. در اینجا در مورد آنزیم‌های گلوتاتیون پروکسیداز وابسته به سلنیوم بحث می شود. آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز توصیف شده توسط میلز[5] (۱۹۵۷) در واقع آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز سیتوزولی کلاسیک(GPX-1) است که در همه سلول های بدن وجود دارد این آنزیم می تواند پراکسید هیدروژن و بسیاری از پراکسیدهای آلی مانند پراکسیدهای کلسترول و اسیدهای چرب بلند زنجیر را متابولیزه کند(ساند، ۱۹۹۷). آنزیم GPX-1 پروتئینی است که از چهار زیر واحد یکسان که همگی دارای سلنوسیستئین هستند تشکیل شده است(آردور، ۲۰۰۰). این آنزیم نسبت به گلوتاتیون به عنوان سوبسترای احیا کردن، بسیار اختصاصی بوده و به همین خاطراغلب به همراه فعالیت گلوتاتیون ردوکتاز بحث می شود(ساند، ۱۹۹۷: آردور، ۲۰۰۰). با این حال این آنزیم بی همتا می باشد زیرا عمدتا در دستگاه گوارش یافت می

1 Arthur
2 Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate
3 Glutathion Peroxidase
4 Rotruck
5 Mills

شود. آنزیم GPX-2 از لحاظ اسیدهای آمینه (٦٦درصد) و توالی نوکلئوتیدها (٦١درصد) مشابه GPX-1 می باشد(ساند، ۱۹۹۷). این آنزیم نیز نسبت به سوبسترای گلوتاتیون اختصاصی عمل می کند و همچنین پراکسید هیدروژن و پراکسیدهای اسید چرب را احیا می نماید. مدت کوتاهی پس از کشف GPX-1 چو[1] و تاپل[2](۱۹۷٤) نشان دادند که فعالیت GPX در پلاسما به سرعت تحت تاثیر کمبود یا افزودن سلنیوم قرار می گیرد. فعالیت گلوتاتیون پروکسیداز پلاسما به خاطر نشت GPX-1 از کبد یا سایر اندام ها اتفاق می افتد، اما با استفاده از آنتی بادی‌های خالص شده از گلبول های قرمز واکنشی انجام نگرفت. این عدم واکنش نشان داد که این گلوتاتیون پروکسیداز آنزیم دیگری می باشد و نهایتا مشخص شد که یک گلیکوپروتئین با وظایف خارج سلولی مجزا می باشد(آردور، ۲۰۰۰). این آنزیم نیز مانند GPX-1 یک پروتئین متشکل از ٤ زیر واحد است اما فقط ٤٠ تا ٥٠ درصد اسیدهای آمینه آن مشابه GPX-1 می باشد. به علاوه GPX-3 می تواند هیدروپروکسیدهای فسفولیپیدی را که GPX-1 قادر به متابولیزه کردن آنها نیست را متابولیزه کند. منبع اصلی GPX-3 کلیه می باشد و mRNA آن عمدتا در لوله های پیچیده نزدیک یافت می شود. اکثر GPX-3 در گردش در پلاسما و مایعات خارج سلولی وجود دارد و اغلب برای افزایش پایداری به گلوکز متصل می شود. اگر چه نقش این آنزیم کاملا شناخته شده نمی باشد اما گمان می رود که غشای خارج سلولی را از صدمات اکسیداتیو موضعی محافظت می کند(آردور، ۲۰۰۰).

آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز چهارم (GPX-4) بسیار متفاوت از GPX-1 می باشد. آنزیم GPX-4 ساختمان پروتئینی تک واحدی دارد و نسبت به گلوتاتیون اختصاصی نمی باشد برای مثال می تواند از هیدروپروکسیدهای فسفولیپیدی به عنوان سوبسترا استفاده کند. به دلیل ساختمان بی نظیر GPX-4 تصور می شود که قادر باشد به سوبستراهای بیشتری نسبت به سایر آنزیم های گلوتاتیون پروکسیداز متصل شود. اگرچه وظیفه این آنزیم کاملا شناخته شده نیست اما نشان داده شده است که GPX-4 غشای سلول‌ها را در برابر هیدروپراکسیدها از طریق سیتوزول به وسیله گردش در سطح غشاء و فضای بین غشایی میتوکندری محافظت می کند(آردور، ۲۰۰۰: ساند، ۱۹۹۷).

1 Chow
2 Tappel