بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی کشاورزی

ارزیابی کیفی روغن سرخ کردنی غنی سازی شده با اسید لینولئیک مزدوج (CLA)

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

سمیه قندهاری علویجه

اساتید راهنما :
دکتر امیر حسین گلی
دکتر مهدی کدیور

زمستان 1390

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست جداول ..... یازده
فهرست شکل ها ..... دوازده
چکیده ..... یک

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

1-1- مقدمه 2
2-1- بررسی اسید لینولئیک مزدوج 3
3-1- سنتز اسید لینولئیک مزدوج در حیوانات نشخوار کننده 6
4-1- اثرات مفید اسید لینولئیک مزدوج بر سلامتی انسان وحیوان 7
1-4-1- خاصیت ضد سرطانی CLA 8
2-4-1- کاهش بروز بیماری قلبی- عروقی 9
3-4-1- بهبود عملکرد سیستم ایمنی 10
4-4-1- کاهش چربی بدن 11
5-1-4- اثر بر روی بیماری دیابت 14
5-1- میزان مورد نیاز روزانه اسید لینولئیک مزدوج برای انسان 14
5-2- ایمنی CLA 15
6-2- روش های تولید یا سنتز CLA 16
7-2- غنی سازی مواد غذایی 17
6-1- سیب زمینی 20
7-1- فرآیندهای سیب زمینی 21
7-1-1- چیپس 21
7-2-1- عوامل موثر بر کیفیت چیپس 21
7-1-2-1- رنگ 22
7-2-2-1- کیفیت و کمیت روغن 23
7-2-3-1- اثر ویژگی های ماده غذایی 23
7-3-1- طعم و بوی چیپس 25
7-4-1- بافت 25

1-8 - سرخ کردن 25
1-1-8- سرخ کردن سطحی 26
1-2-8- سرخ کردن عمیق 26
1-1-2-8- مکانیسم سرخ کردن عمیق 27
1-2-8- مکانیسم های جذب روغن 28
1-4-8- اثر فرآیند سرخ کردن در جذب روغن 28
1-5-8- خصوصیات فیزیکی غذاهای سرخ شده 29
1-6-8- کیفیت روغن سرخ کردنی 30
1-7-8- بررسی فرایند اکسیداسیون و محصولات حاصل از آن 35
1-9- اثر CLA به عنوان آنتی اکسیدان 36

فصل دوم: مواد و روش ها

2-1- محلول ها و مواد شیمیایی مورد استفاده 38
2-2- دستگاه های مورد استفاده 39
2-3- مرحله اول 40
2-3- 1- تهیه فرمولاسیون روغن های غنی شده با CLA 40
2-3-2- نحوه تهیه slice های سیب زمینی 41
2-4- تولید چیپس غنی شده با CLA 41
2-5- بررسی بافت 42
2-6- تعیین میزان اسیدهای چرب در روغن 42
2-7- اندازه گیری عدد یدی 43
2-8- اندازه گیری عدد اسیدی 45
2-9- اندازه گیری ضریب شکست 47
2-10- اندازه گیری میزان پراکسید 47
2-11- آزمایش تیوباربیتوریک اسید 49
2-12- اندازه گیری شاخص های رنگ 50
2-13- اندازه‌گیری میزان جذب روغن 51
2-14- آزمایشات انجام شده روی سیب زمینی 52
2-15- تست ارگانولپتیک انجام شده روی چیپس 53
2-16- اندازه گیری دی ان های مزدوج و تری ان ها 54

2-17- طرح آماری مورد استفاده 55

فصل سوم: نتایج و بحث

3-1- ترکیب شیمیایی سیب زمینی 56
3-2- نحوه تهیه فرمولاسیون روغن های سرخ کردنی 57
3-3- ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی روغن ها در طی سرخ کردن 57
3-3-1- اندیس پراکسید 57
3-3-2- اندیس اسید تیوباربیتوریک(TBA) 59
3-3-3- اندیس Totox 60
3-3-4- دی ان و تری ان مزدوج 61
3-4- عدد اسیدی 62
3-5- شاخص رنگ 64
3-6- ضریب شکست 67
3-7- عدد یدی 68
3-8- ترکیب اسیدهای چرب(FAC) 69
3-9- تولید چیپس غنی شده با CLA 73
3-9-1- بافت 73
3-9-2- شاخص رنگ 75
3-10- استخراج روغن از چیپس 77
3-10-1- اندیس پراکسید روغن چیپس 78
3-10-2- اندیس اسید تیوباربیتوریک 78
3-10-3- ترکیب اسید چرب موجود در روغن چیپس 80
3-11- ارزیابی حسی 83

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

4-1- نتیجه گیری 84
4-2- پیشنهادها 86
پیوست 88
منابع 104
چکیده انگلیسی 114

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول 1-1- میزان CLA موجود در برخی از مواد غذایی 5

جدول 1- 2 وزن لاشه، میزان پروتئین و چربی در موش های نر و ماده تحت تیمار غذایی با 0/5 درصد CLA برای 32 روز (موش های نر) و 28 روز (موش های ماده) 12

جدول 1-3- وزن موشهای تغذیه شده با CLA و بدون CLA 13

جدول2-1- مقدار نمونه مورد نیاز برای اندازه گیری عدد یدی 45

جدول 2-2 مقدار نمونه مورد نیاز برای تعیین عدد اسیدی 46

جدول 3-1- ترکیبات شیمیایی سیب زمینی 56

جدول 3-2- فرمولاسیون 8 نوع روغن تهیه شده 57

جدول 3-3- عدد پراکسید روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 58

جدول 3-4- شاخص TBA در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 60

جدول 3-5- اندیس Totox در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 60

جدول 3-6- اندیس R در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 61

جدول 3-7- عدد اسیدی در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 63

جدول 3-8- فاکتورΔE در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 65

جدول 3-9- رنگ فاکتور b در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 67

جدول 3-10- عدد یدی در در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 68

جدول 3-11- ترکیب اسیدهای چرب مهم در روغن های سرخ کردنی در طی5 روز سرخ کردن 72

جدول 3-12- تست بافت چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 74

جدول 3-13- تست رنگ فاکتور L در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 75

جدول 3-14- تست رنگ فاکتور a در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 76

جدول 3-15- تست رنگ فاکتور b در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 76

جدول 3-16-فاکتور ΔE در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 77

جدول 3-17- عدد پراکسید در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 78

جدول 3-18- شاخص TBA در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 80

جدول 3-19- ترکیب اسیدهای چرب مهم در چیپس سیب زمینی در طی 2 ماه نگهداری 82

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل 1-1 ساختار اسید لینولئیک 4
شکل 1-2 دو مسیر سنتز CLA در حیوان نشخوار کننده 7

چکیده

به طور کلی لیپیدها، گروهی از ترکیبات آلی دارای هیدروکربن هستند که به عنوان دسته ای از مواد بنیادین و ساختاری دریاخته های زنده به شمار می آیند و در صنعت غذا به آنها چربی یا روغن گفته می شود. این گروه از ترکیبات حامل ترکیبات فعال بیولوژیک بوده و تامین کننده ویتامین های محلول در چربی می باشند. علاوه بر این روغن های نباتی منبع بسیار خوبی از توکوفرول ها و کاروتن ها هستند. امروزه به اثبات رسیده است که برخی از لیپیدها علاوه بر داشتن ارزش تغذیه ای، در بدن انسان دارای خواص فراسودمند نیز هستند و می توانند در سلامتی بدن انسان اثرات مثبتی داشته باشند. یکی از بارزترین لیپیدهای فراسودمند، اسید چرب لینولئیک مزدوج است که امروزه اثرات مثبت فیزیولوژیکی آن به اثبات رسیده است. شناخت این اسید چرب به عنوان یک ماده مغذی سالم تقریبا تصادفی بود؛ بدین صورت که محققین در پی یافتن اثرات مفید و مضر گوشت گاو کباب شده توسط کباب پز، ترکیبی را در گوشت خرد و پخته شده گاو شناسایی و جداسازی کردند که دارای خاصیت ضد سرطانی بود. این ترکیب بعدا به نام اسید لینولئیک مزدوج نام گذاری شد. CLA یک ایزومر هندسی از گروه لینولئیک اسید است که دو باند دوگانه دارد. CLA در غذاهای مختلف وجود داشته، برای مثال در محصولات لبنی و گوشت حیوانات نشخوار کننده است. این اسید چرب متعلق به گروهی از اکتادکادی انوئیک اسیدهاست که شامل دو باند مزدوج کربن-کربن دو گانه می باشد که در خون انسان، بافت و شیر پستان وجود دارد. با توجه به اینکه امروزه دو عامل مهم مرگ ومیر جهانی یعنی سرطان و بیماریهای قلبی و عروقی بسیار گسترش یافته اند تلاش روز افزون دانشمندان بر این اساس است تا با تغییر نحوه تغذیه افراد، از مرگ و میر انسان ها جلوگیری شود. یکی از راهکارهای اصلاح الگوی تغذیه ای افراد، تولید سنتزی CLA و غنی سازی مواد غذایی با آن می باشد. در این تحقیق ابتدا روغن سرخ کردنی با CLA در غلظت های 10، 20 و 30 در صد غنی سازی شد، سپس در سرخ کردن چیپس به مدت 5 روز و هر روز 1 ساعت، این روغن به کار برده شد. سرخ کردن یک فرایند رایج مورد استفاده برای میلیون ها تن از اسنک های جهان می باشد و اغلب به عنوان یک روش انتخابی برای ساخت طعم و بافت خاص در فرایند غذاها به کارمی رود. این در حالی است که طعم غذا را خوشمزه و قابل قبول می سازد. مقدار جذب روغن در غذا در طول سرخ کردن (بیشتر از چهل در صد) مناسب می باشد، بنابر این کیفیت غذای سرخ شده وابستگی شدیدی به کیفیت روغن سرخ کردنی دارد که جذب شده است. سرخ کردن عمیق یک روش برای فرایند غذاهایی است که به روش غوطه وری در روغن داغ پخته می شوند. در این فرایند دمای بالا موجب تبخیر جزیی آب در تکه های غذا می شود و آب از سطح غذا خارج می شود و روغن جذب غذا می شود. عملیات نمونه برداری از روغن ها در روز های اول، سوم و پنجم پس از سرخ کردن انجام شد و آنالیزهای مختلفی به منظور بررسی اثر حرارت و زمان بر کیفیت روغن حاوی CLA انجام گرفت. سیب زمینی (سولانوم توبروزوم) یکی از محصولات کشاورزی عظیم در جهان است و روزانه توسط میلیون ها انسان مصرف می شود. چیپس سیب زمینی به عنوان یک اسنک مشهور و پرمصرف شناخته شده است که یک محصول سرخ شده ای است که با فرایند سرخ کردن آماده می شود. چیپس سیب زمینی معمولا به عنوان یک اسنک نمکی مصرف می شود و به عنوان یک غذای مهم در فروشگاه ها ی کشور ها به حساب می آید. در مرحله دوم چیپس تولیدی به مدت 2 ماه نگهداری شد تا اثر زمان نگهداری بر کیفیت چیپس بررسی شود. نتایج نشان داد، هر چه میزان CLA در روغن های سرخ کردنی افزایش یافت، شاخص های کیفی روغن سرخ کردنی نسبت به نمونه های شاهد تفاوت معنی دار($P<0/05$) داشت. عدد پراکسید این روغن ها سریع تر کاهش یافته و عدد TBAافزایش بیشتری نشان داد روغن های حاوی 30 درصد CLA نیز در طی سرخ کردن رنگ تیره تری داشتند. این مشاهدات در مورد چیپس تولیدی نیز بدست آمد و محصولاتی که با روغن 30 درصد CLA سرخ شده بودند شاخص های کیفی پایین تری در مقایسه با نمونه های دیگر داشتند. به طور کلی می توان گفت به منظور غنی سازی محصولات سرخ شده با CLA، روغن حاوی 10 درصد انتخاب مناسب تری می باشد.

واژه های کلیدی: اسید لینولئیک مزدوج ، چیپس سیب زمینی، روغن سرخ کردنی، کیفیت روغن

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

1-1- مقدمه

تعریف لیپیدها و بررسی خصوصیات آنها

به طور کلی لیپیدها، رده ای از ترکیبات آلی دارای هیدروکربن هستند که به عنوان دسته ای از مواد بنیادین و ساختاری دریاخته های زنده به شمار می آیند که در صنعت غذا به آنها چربی یا روغن گفته می شود. به طور کلی چربی را می توان گونه ای از لیپید در نظر گرفت که در دمای اتاق حالت جامد داشته باشد؛ در حالی که اصطلاح روغن، برای لیپیدهای مایع در دمای اتاق به کار برده می شود[4]. لیپیدها منبع بسیار خوبی از انرژی بوده که از سوختن هر گرم از آنها در بدن در حدود 9 کیلو کالری انرژی حاصل می شود و این میزان 2/25 برابر کالری حاصل از سوختن هر گرم از کربوهیدرات ها و پروتئین هاست. لیپیدها دارای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بی نظیری هستند که اساسا ناشی از ترکیب و ساختمان بلوری خاص آنها می باشد؛ این خصوصیات بر ویژگی های بافتی مواد غذایی به شکل مشخصی اثر می گذارند. این گروه از ترکیبات حامل ترکیبات فعال بیولوژیک بوده و تامین کننده ویتامین های محلول در چربی می باشند. در حالی که روغن های نباتی منبع بسیار خوبی از توکوفرول[1] و کاروتن[2] هستند، چربی های حیوانی نیز حاوی کلسترول بوده که این ترکیب خود پیش ساز ویتامین D، اسیدهای صفراوی و هورمون های جنسی است. یکی از اجزای سازندهٔ لیپیدها اسید چرب است. اسیدهای چرب تنوع بسیار زیادی دارند و همین حالت سبب شده است تا لیپیدهای فراوانی با خصوصیات کاملا متفاوت به وجود آیند. اسیدهای چرب اشباع و تک غیر اشباع در بدن انسان، یا از ماده استیل کوآنزیم A ساخته می شوند و یا توسط جیره های غذایی تامین می

1 -Tochopherol (Vitamin E)
2 - Carotene

گردند. در این میان بدن انسان به دلیل فقدان آنزیم های لازم قادر به تولید برخی از اسیدهای چرب شامل اسیدلینولئیک [1] و اسید لینولنیک[2] نبوده و این دسته از اسیدهای چرب حتما باید از طریق غذا تامین گردند؛ به همین علت به این ترکیبات، اسیدهای چرب ضروری[3] گفته می شود. این اسیدهای چرب جزو اسیدهای چرب امگا شش و امگا سه هستند و یک سوم از اسیدهای چرب داخل سلولی را تشکیل می دهند [9، 85]. امروزه به اثبات رسیده است که برخی از لیپیدها علاوه بر داشتن ارزش تغذیه ای، در بدن انسان دارای خواص فراسودمند نیز هستند و می توانند در سلامتی بدن انسان اثرات مثبتی داشته باشند. به این دسته از لیپیدها، لیپیدهای فراسودمند[4]، لیپیدهای مغذی[5]، لیپیدهای دارویی[6] و یا لیپیدهای پزشکی[7] گفته می شود. به همین دلیل در سال های اخیر صنعت غذا در تلاش است تا تولید و مصرف این نوع از لیپیدها را توسعه بخشد [8]. یکی از بارزترین لیپیدهای فراسودمند، اسید چرب لینولئیک مزدوج است که امروزه اثرات مثبت فیزیولوژیکی آن به اثبات رسیده است.

2-1- بررسی اسید لینولئیک مزدوج

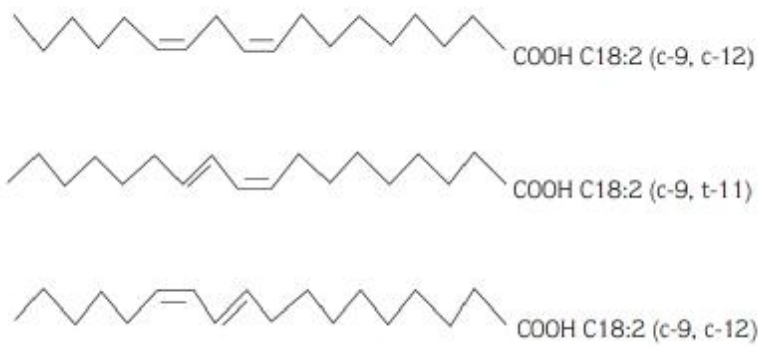
کشف اسید لینولئیک مزدوج به سال 1933 باز می گردد زمانیکه در محیط قلیایی جذب اشعه uv توسط اسیدهای چرب چند غیر اشباعی افزایش پیدا کرد. محققین با مشاهده این پدیده و بررسی های فراوان دریافتند که این رفتار مربوط به مخلوطی از ایزومرهایcis-9,trans-11 و trans10,cis-12 می باشد. در سال1935جذب اشعه uv در چربی شیر در 230 نانومتر خیلی بیشتر از جذب این پرتو در شیر گاوهایی بود که با اسیدهای چرب چند غیراشباعی تغذیه شده بودند این پدیده حضور باندهای دو گانه مزدوج را در اسیدهای چرب چند غیر اشباعی شیر نشان داد و ایزومر غالب در محصولات لبنی مانند شیر، پنیر وکره cis-9,trans-11 شناسایی شد. منابع و مزایای واقعی اسید لینولئیک مزدوج برای اولین بار، پس از 9 سال تحقیق توسط پاریزا و همکارانش در سال 1987 کشف شد. شناخت این اسید چرب به عنوان یک ماده مغذی سالم تقریبا تصادفی بود؛ بدین صورت که این محققین در پی یافتن اثرات مفید و مضر گوشت گاو[8] کباب شده توسط کباب پز بودند، که در این تحقیق منجر به شناخت و جداسازی ترکیبی در گوشت خرد و پخته شده

1 -Linoleic acid
2 - Linolenic acid
3 -Essential fatty acids
4 - Functional lipids
5 -Nutritional lipids
6 -Pharmaceutical lipids
7 -Medical lipids
8 -Grilled beef

گاو شد که دارای خاصیت ضد سرطانی بود. این ترکیب بعدا به نام اسید لینولئیک مزدوج نام گذاری شد [12، 45، 68].

اسید لینولئیک مزدوج با دو باند دو گانهٔ غیر اشباع مزدوج، به گروهی از ایزومرهای فضایی و مکانی اسیدلینولئیک گفته می شود که با نام اختصاری CLA معروف هستند. از لحاظ تئوری می توان 14 ایزومر موقعیتی را برای این مجموعه در نظر گرفت که در آنها باندهای دو گانه از کربن های 2 و4 تا 15 و 17 توزیع می شوند. هر ایزومر موقعیتی؛ 4 ایزومر فضایی (سیس و سیس؛ سیس و ترانس؛ ترانس و سیس ؛ ترانس و ترانس) را در بر می گیرد، که در این حالت 56 ایزومر در این گروه قرار می گیرند. در منابع طبیعی، یعنی شیر و گوشت نشخوار کنندگان، معمولا این باندهای دو گانه بر روی کربن های 6 و 8 تا 12 و 14 قرار گرفته و در نتیجه تعداد ایزومرهای ممکن به حدود 20 تا 28 عدد می رسد[12، 15]. در شکل 1-1 ساختار اسید لینولئیک مشاهده می شود.

شکل 1-1 ساختار اسید لینولئیک



CLA به طور معمول در معده نشخوار کنندگان از پیش سازهای موجود در معده، توسط باکتری و آنزیم های خاصی سنتز می شود. عمده ترین ایزومر CLA، ایزومر cis-9,trans-11 (اسیدرومنیک[1]) معرفی شده است که گوشت و شیر حیوانات نشخوار کننده منابع غنی از این ماده هستند؛ میزان CLA در این محصولات در حدود 30 میلی گرم در هر گرم چربی گزارش شده است. البته جیره غذایی این حیوانات تاثیر بسزایی در میزان تولید CLA و در نتیجه مقدار آن در فرآورده های گوشتی و لبنی دارد. در این میان ثابت شده است که میزان CLA در شیر گاوهایی که از علوفه طبیعی تغذیه می کنند تا میزان 5 برابر نسبت به شیر گاوهای دیگر بیشتر است. در غذاهای دریایی و گوشت ماکیان، CLA به میزان بسیار کمی وجود دارد. روغن های گیاهی و مارگارین حاوی مقادیر کم CLA (0/1 تا 0/5 میلی گرم در هر گرم چربی) هستند که این میزان در طی

1 -Rumenic acid

تصفیه روغن و در فرایندهایی مانند بوگیری و هیدروژناسیون ایجاد می شود[26، 28، 58]. جدول 1-1 میزان CLA موجود در برخی از مواد غذایی را نشان می دهد [8، 12].

جدول 1-1- میزان CLA موجود در برخی از مواد غذایی [8، 12]

مواد غذایی	میزان CLA (چربیmg/g)	درصد ایزومر cis-9,trans-11
محصولات لبنی		
شیر	5/5	92
کره	4/7	88
ماست	4/8	84
بستنی	3/6	86
پنیر جدار[1]	3/6	93
پنیر موزارلا [2]	4/9	95
پنیر کاتیج	4/5	83
پنیر کلبی [3]	6/1	92
شیر هموژنیزه شده	4/5	-
گوشت		
گوشت تازه گاو	4/3	85
گوشت گوسفند	5/6	92
گوشت مرغ	0/9	84
گوشت بوقلمون	2/5	76
گوشت گوساله	2/7	-
گوشت خوک	0/6	-

1 -Cheddar cheese
2 -Mozzarella
3 -colby

روغن های گیاهی		
آفتابگردان	0/4	38
گلرنگ	0/7	44
کانولا	0/5	44
ذرت	0/2	39
غذاهای دریایی		
ماهی سالمون	0/3	-
ماهی قزل آلا	0/5	-
میگو	0/6	-

1- 3- سنتز اسید لینولئیک مزدوج در حیوانات نشخوار کننده

معده حیوانات نشخوار کننده به مانند مخزنی است که در آن تخمیر به صورت بی هوازی انجام می گیرد. در طی این فرایند، اسید لینولئیک مزدوج در حیوانات نشخوار کننده از طریق دو مسیر تولید می شود:

الف) بیوهیدروژناسیون[1] اسید لینولئیک

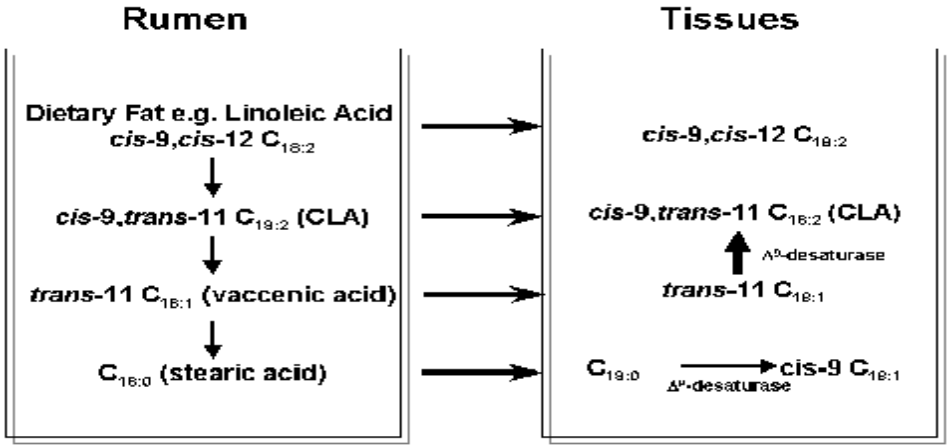
باکتری های موجود در معده حیوان نشخوار کننده اسیدهای چرب غیر اشباع را توسط آنزیم به اسیدهای چرب اشباع تبدیل می کنند. پس از وارد شدن اسید لینولئیک به معده، ابتدا باکتری بوتیری ویبریوفیبریسلونس[2] توسط آنزیم لینولئات ایزومراز[3]، این اسید چرب را به ایزومر CLA cis-9,trans-11 تبدیل می کند. این ایزومر در حدود 90-80 درصد از CLA را در بافت چربی حیوانات تشکیل می دهد. در ادامه، این اسید چرب پس از هیدروژنه شدن طبیعی به اسید واسنیک[4] (trans-11 C18:1) تبدیل می شود. این اسید چرب، اسید چرب ترانس غالب در محصولات لبنی است و در مرحله آخر به اسید استئاریک[5] تبدیل می شود.

ب) تشکیل CLA از اسید واسنیک در بافت های بدن

1 -Biohydrogenation
2 -Butyrivibrio fibrisolvens
3 - Linoleate isomerase
4 -Vaccenic acid
5 -Stearic acid

در این مسیر اسید واسنیک جذب شده در بافت های چربی یا غدد پستانی، توسط آنزیم Δ -9- دیسچوراز[1] به ایزومر CLA cis-9,trans-11 تبدیل می گردد. در حدود 75 تا 90 درصد از CLA موجود در چربی شیر از این طریق تولید می شود. در برخی از نژادهای حیوان، فعالیت آنزیم Δ - 9 - دیسچوراز بیشتر بوده و بنابراین تولید CLA از اسید واکسنیک بیشتر است [24، 25].

در شکل 1-2 دو مسیر سنتز CLA در حیوان نشخوار کننده، به صورت مجزا مشاهده می شود.



1-4- اثرات مفید اسید لینولئیک مزدوج بر سلامتی انسان ودام

مرگ و میر ناشی از بیماری های غیر واگیر، به خصوص در کشورهای در حال توسعه رو به افزایش است. بیماری های غیر واگیر علل اصلی مرگ و ناتوانی در جهان هستند که چهار مورد عمده شامل بیماری های قلبی- عروقی، سرطان، انسداد مزمن ریوی و دیابت می باشند که این بیماری ها به طور مستقیم با 3 عامل اصلی بیماری شامل مصرف دخانیات، تغذیه نامناسب و نبود تحرک بدنی در ارتباط است.

مطالعات انجام شده در طی سال های اخیر در بدن جانداران (In vivo) و شرایط آزمایشگاه (In vitro) نشان داده است که CLA دارای خواص بیولوژیکی بسیار مفیدی است و تاثیرات مثبت آن بر روی سلامتی انسان بیشتر مربوط به دو ایزومر مهم و اصلی آن، cis-9,trans-11 و trans-10,cis-12 است. این دو ایزومر می توانند دارای اثرات مستقل، ممانعتی و تشدید کننده بر روی یکدیگر باشند. هر دو ایزومر خاصیت ضد سرطانی دارند، اما خاصیت ضد سرطانی CLA جدا شده از شیر، از CLA سنتزی (ساخته شده) بیشتر است[15]. ایزومر trans10,cis-12 مسئول کاهش چربی بدن بوده و cis-9,trans-11 بر عملکرد رشد، تاثیر

1 - Δ -9-desaturase

مثبت دارد. در حالی که ایزومر trans10,cis-12 مقاومت به انسولین را افزایش می دهد، ایزومر cis-9,trans-11 باعث کاهش این پارامتر می شود، هرچند نظریات ضد و نقیضی در این رابطه وجود دارد و مطالعات گوناگون، نتایج متفاوتی را نشان داده اند. از دیگر عملکردهای مفید CLA که در مدل های انسانی و دامی مشاهده شده است می توان کاهش ابتلا به بیماری های قلبی- عروقی، بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن، کاهش فشار خون بالا، کاهش خطر آترواسکلروزیز (تصلب شرایین)، خاصیت ضد سرطان، بهبود متابولیسم انرژی و خواص ضد التهابی اشاره کرد. لازم به ذکر است که هنوز کاملا مشخص نیست که خواص مثبت درمانی اسید لینولئیک مزدوج به فرم آزاد اسید چرب و یا به فرم تری آسیل گلیسرول آن مرتبط می شود[15، 17].

1-4-1- خاصیت ضد سرطانی CLA

سرطان اصطلاحی است که به گروهی از بیماری ها که در آن سلولهای غیر طبیعی بدون کنترل تقسیم می شوند و می توانند به سایر بافت ها تهاجم کنند اطلاق می شود، به عبارتی در این بیماری سلول ها توانایی تقسیم و رشد عادی خود را از دست داده و این موضوع منجر به تسخیر، تخریب و فاسد شدن بافت های سالم می شود. از اجتماع این سلول‌های سرطانی و تخریب سلول‌های بافت‌های سالم توده ای به نام تومور ایجاد می‌شود [1، 16].

برای اولین بار و هم زمان با شناسایی اسید لینولئیک مزدوج، این ترکیب به عنوان یک عامل ضد سرطان معرفی شد. خواص ضد سرطانی این نوع اسید چرب به خصوص درباره سرطان سینه، پروستات، ریه، پوست و معده به اثبات رسیده است [28، 82، 90]. همان طور که قبلا ذکر شد، خاصیت ضد سرطانی مربوط به هر دو ایزومر اصلی CLA می باشد. به علاوه این اسید چرب ممکن است اثر ضد سرطانی خود را، در هر یک از مراحل اصلی سرطان شامل مرحله آغاز[1]، انتشار[2]، پیشرفت[3] و انتقال از یک ارگان به یک ارگان دیگر در بدن[4] نشان دهد [17].

یک مطالعه بیست و پنج ماهه بر روی 4600 زن در فنلاند نشان داد که بین میزان مصرف شیر و سرطان سینه، یک رابطه معکوس وجود دارد. تحقیقی دیگر نشان می دهد که میزان لازم ایزومر cis-9,trans-11 جهت بروز خواص ضد سرطانی در مردان 610 میلی گرم و در زنان 441 میلی گرم در روز، است و به طور کلی در

1 -Initiation
2 -Promotion
3 -Progression
4 -Metastasis

این مطالعه بیان شده است که جهت جلوگیری از رشد تومورهای سرطانی در یک انسان، روزانه مصرف 0/72 تا 0/8 گرم CLA مورد نیاز می باشد[48، 55].

هر چند مکانیسم عمل CLA به عنوان یک ترکیب ضد سرطانی هنوز مشخص نیست اما می توان آن را به چند دسته تقسیم کرد؛

الف) خاصیت آنتی اکسیدانی.

ب) تغییر پروفیل اسیدهای چرب در سلول های سرطانی و دخالت در تولید ایکوزونوئیدها.

ج) تاثیر بر رشد و افزایش انواع خاصی از سلول های سرطانی و تحریکات سلول کشی.

از بین سه مکانیسم فوق، به نظر می رسد مورد اول از اهمیت بیشتری برخوردار است. خاصیت آنتی اکسیدانی CLA به خاطر ساختمان شیمیایی خاص آن (دارا بودن دو پیوند دو گانه مزدوج) است. فعالیت آنتی اکسیدانی CLA در غلظت پایین، حتی از آلفا- توکوفرول هم بیشتر است، در حالی که با افزایش غلظت به عنوان یک پرواکسیدان عمل خواهد کرد [16،47].

1-4-2- کاهش بروز بیماری قلبی- عروقی

مشکلات قلبی و عروقی، علت اصلی مرگ و میر و از عوامل مهم ناتوانی های افراد است. مهمترین علت پیدایش بیماریهای قلبی - عروقی، تصلب شرایین می باشد . تصلب شرایین باعث می شود که سرخرگ های بدن، بتدریج سخت و تنگ گردند و توانایی آنها برای انتقال اکسیژن و مواد غذایی به سلول های بدن کاهش یابد. عوامل خطرزا برای بیماریهای قلب و عروق عبارتند از: فشار خون بالا، افزایش چربی های خون (بویژه کلسترول)، بیماری قندی، سیگار کشیدن، چاقی، کم تحرکی و... [12، 57].

مطالعات انجام شده در سال های اخیر در بدن حیوانات آزمایشگاهی نشان می دهد که CLA قادر است سبب کاهش کلسترول کل، تری گلیسریدها و لیپوپروتئین های با دانسیته پایین[1] شود و از تجمع چربی در رگ ها و به طور کلی از بیماری تصلب شرائین جلوگیری کند. در یک بررسی که بر روی موش های صحرایی انجام شد، مشاهده گردید که هنگامی که حیوان با یک رژیم غذایی محتوی 3 تا 5 درصد از مخلوط ایزومرهای CLA ، تغذیه می شود، کاهش چشم گیری در سطح LDL رخ می دهد[55، 58]. مطالعات انسانی هم تا حدودی تاثیر CLAرا به عنوان یک عامل آنتی اکسیدان در جلوگیری از بیماری های قلبی- عروقی، تایید و اثبات می کند که مصرف CLA در انسان همانند حیوانات از تجمع پلاکت های خون ممانعت می کند. هر چند در یک تحقیق شصت و سه روزه، بر روی زنانی که رژیم غذایی آنها حاوی CLA بود، میزان کل

1 - Low Densitey Liopproteins (LDLs)

پروتئین و لیپو پروتئین ها تغییری نکرد. پس از این، محققین اعلام کردند که مصرف کوتاه مدت CLA هیچ تاثیر مثبتی بر جلوگیری از بیمارهای قلبی- عروقی در انسان ندارد [69، 71].

1-4-3- بهبود عملکرد سیستم ایمنی

انسان در محیطی زندگی می کند که عوامل و میکروارگانیسم های بیماری زای متعددی، او را تهدید می کنند. پوست و پرده های مخاطی به عنوان یک سد حفاظتی از ورود این عوامل به بدن جلوگیری به عمل می آورند. با وجود این، عبور عوامل بیماری زا از نواحی آسیب دیده از این سد حفاظتی امکان پذیر می باشد. بدن برای مقابله با عوامل بیماری زا، مجهز به سیستم دفاعی یا ایمنی است که از نظر عملکردی آن را به دو نوع، سیستم ایمنی طبیعی و سیستم ایمنی اکتسابی می توان تقسیم کرد. ایمنی اکتسابی حاصل از لمفوسیت های B[1] را، ایمنی هومورال می نامند که بدن را در مقابل عوامل مهاجم و بیماری زا محافظت می کند. در حالی که ایمنی حاصله توسط لنفوسیت های T را ایمنی با واسطه سلولی[2] می نامند، که عهده دار شناسایی و نابود کردن سلول های غیر طبیعی می باشند. با وجود این، تقسیم بندی فوق مطلق نمی باشد و در موارد متعددی پاسخ های ایمنی هومورال و با واسطه سلولی با هم تداخل دارند. عوامل عملکردی سیستم ایمنی یا دفاعی بدن عبارتند از: فاگوسیت ها[3]، لنفوسیت ها و سلول های عرضه کننده آنتی ژن. در ایمنی هومورال در حدود 4 تا 5 نوع ایمونوگلوبولین[4]، شامل IgA، IgM، IgG، IgD و IgE تولید می شود. معمولا پس از وارد شدن عامل خارجی، IgG اولین بار به طور عموم تولید می شود و هنگامی که عامل خارجی برای بار دوم وارد بدن شد، IgM تولید می شود. در واقع این نوع ایمونو گلوبولین، ایمونو گلوبولین یاد آور بوده و در مغز استخوان قرار دارد. IgE هنگام ورود مواد حساسیت زا به بدن، تولید می شود [72].

تحقیقات نشان می دهند که CLA می تواند بر روی میزان ایمونوگلوبولین ها تاثیر بگذارد. بدین ترتیب که میزان IgA، IgG و IgM را افزایش داده اما IgE را کاهش می دهد. در یک آزمایش، جهت بررسی اثر CLA بر وضعیت ایمنی بدن انسان، تعداد گلبول های سفید خون[5]، گرانولسیت ها، لنفوسیت ها و مونوسیت ها[6] مورد مطالعه قرار گرفتند، اما هیچ تغییری در میزان آنها مشاهده نشد. پوریر و همکاران به کاهش واکنش های التهابی القا شده توسط ایزومر cis-12,trans-10 اشاره کرده اند[3، 68]. دکتر ماریان بیان می کند که CLA می تواند واکنش های ایمنی سلولی و هومورالی را در حیوانات و انسان افزایش دهد. این محقق خوک هایی که از مکمل CLA تغذیه شدند را با خوک های تغذیه شده با غذای معمولی مقایسه کرد و به

1 -B Lymphocyte
2 -Cellular immunity
3 - Phagocytes
4 -Immunoglobulin(Ig)
5 -White Blood Cells
6 -Monocytes

شکل چشم گیری پاسخ ایمنی سلول های ایمنی ساز بدن آنها را مشاهده کرد. در تحقیقات انسانی تاثیر مکمل CLA بر روی ایمنی سلولی و هومورال بررسی شد و از واکسن هپاتیت B به عنوان آنتی ژن استفاده کردند [93]. در تحقیقی دیگر که بر روی تولید یک نوع پادتن[1] خاص، پس از واکسیناسیون هپاتیت B[2] انجام گرفت، اشخاصی که فقط تحت درمان با CLA قرار گرفته بودند، نسبت به گروه شاهد، میزان پادتن بیشتری تولید کرده بودند که این به علت اثر مثبت CLA بر سیستم ایمنی بدن می باشد. زوک[3] و پاریزا در سال 1998 اعلام کردند که CLA می تواند بر پاسخ های تحریک سیستم ایمنی بدن که باعث کاهش وزن بدن و همچنین اختلال و توقف رشد[4] می شوند، موثر باشد. برای اثبات این موضوع، اندوتوکسین های لیپوپلی ساکاریدی به دو گروه جوجه تزریق شدند. گروهی از جوجه ها که از قبل با CLA تغذیه شده بودند به رشد خود ادامه دادند، اما گروه دیگر دچار توقف رشد و کاهش وزن شدند[92].

1-4-4- **کاهش چربی بدن**[5]

چاقی یک بیماری مزمن است و معمولا زمانی که وزن بدن با توجه به جنس و سن، با قد تناسب نداشته باشد به اصطلاح می گویند که فرد چاق است. چاقی می تواند یک علت و یا ترکیبی از چند علت داشته باشد که این علل می توانند شامل؛ استعداد ژنتیکی، رژیم غذایی سرشار از انرژی، تحرک کم، بیماری هایی که خود سبب چاقی می شوند مثل کم کاری تیروئید، ناهنجاری های خوردن مثل پرخوری و در نهایت فشارهای ذهنی باشند. چاقی امروزه یک عامل مهم در بروز بیماری های قلبی، دیابت و فشارخون بالا است. اولین گزارش در مورد توانایی CLA در کاهش چربی بدن در تیمار موش خانگی در سال 1995 منتشر شد. در آن تحقیق، CLA به میزان 0/5 درصد جیره غذایی، باعث کاهش میزان چربی بدن و افزایش میزان پروتئین و آب گردید.

1 -Antibody
2 -Hepatitis B
3 - Cook
4 -Growth supperssi
5 - Body Fat Reduction

جدول 1- 2 وزن لاشه، میزان پروتئین و چربی در موش های نر و ماده تحت تیمار غذایی با 0/5 درصد CLA برای 32 روز (موش های نر) و 28 روز (موش های ماده) [90]

	وزن لاشه (g)	درصد چربی	درصد پروتئین
موش های نر			
کنترل	1/1±32/4	1/1±10/1	0/3±17/7
CLA	0/8±32/2	0/3±4/3	0/1±18/5
موش های ماده			
کنترل	0/9±25	3/0±18/6	0/6±17/6
CLA	1/0±23/1	0/5±7/4	0/0±20/0

در سال 1999، مشخص شد که این اثر CLA عمدتا مربوط به ایزومر trans-10, cis-12 است. مکانیسم های مختلفی برای اثر CLA در کاهش چربی بدن پیشنهاد شده است:

1) افزایش مصرف انرژی، مطالعات متعددی نشان می دهد که CLA باعث افزایش مصرف انرژی به همراه افزایش مصرف اکسیژن می شود.

2) کاهش توده سلولی و یا تعداد سلول ها در بافت چربی که می تواند توسط ممانعت از فعالیت لیپاز لیپوپروتئینی (LPL) در سلول های بافت چربی، ممانعت از فعالیت آنزیم استئاریل- کوآنزیم A دیسچوراز، افزایش سلول کشی[1] در سلول های چربی و یا تنظیم لیپولیز انجام گیرد. آنزیم لیپاز لیپوپروتئینی مسئول جذب چربی در بدن است که عمدتا توسط ایزومر trans-10, cis-12 غیر فعال می شود، آنزیم استئاریل- کوآنزیم A دیسچوراز مسئول تبدیل اسیدهای چرب اشباع به تک غیر اشباعی است که اسید های تک غیر اشباعی در بافت چربی ذخیره می شوند.

3) تنظیم پروتئین های مترشح از بافت چربی[2]

4) افزایش بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب که این امر به علت افزایش فعالیت آنزیم CPTI[1] و افزایش بتا اکسیداسیون چربی ها در ماهیچه های اسکلتی می باشد

1 - Apoptpsis
2 - Adipokines