بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته ژنتیک و اصلاح دام

بررسی ویژگیهای ژن DGAT1 و ارتباط آن با چربی لاشه در گوسفند افشاری و افشاری× برولامرینو

تحقیق و نگارش

روناک خرمتائی

اساتید راهنما

دکتر طاهر هرکی نژاد دکتر مرادپاشا اسکندری نسب

استاد مشاور

مهندس داریوش سلیمی

تیر ۱۳۹۰

بیشتر کارهای پژوهشی این پایاننامه در پژوهشکده فیزیولوژی و

بیوتکنولوژی دانشگاه زنجان انجام شده است

تقدیم

این کار نه در حدی است که بتوان آن را از سر اخلاص به شخص یا گروهی تقدیم کرد با این وجود نویسنده امید به مناعت طبع آنان دارد.

همه عایدات معنوی این اثر تقدیم می‌شود به روح همه آن‌هایی که پاک و بی‌ریا رفتند تا مجالی از آرامش برای ما فراهم آید که بتوانیم سهم و دین خود را به جامعه، هرچند کم و ناقص، در ساحت علم ادا کنیم.

تقدیم به پدر که موفقیت ما مدیون دست‌های خسته اوست، تقدیم به مادر که همه سعادت ما، مرهون مهربانی‌های اوست و تقدیم به سه خواهر عزیزتر از جانم.

قدردانی و تشکر

زندگی صحنه یکتای هنرمندی ماست

هرکسی نغمه خود خواند و از صحنه رود

صحنه پیوسته به جاست

خوش‌تر آن نغمه که مردم بسپارند به یاد ...

این کار حاصل زحمات و راهنمایی‌های اساتید گرامیم جناب دکتر طاهر هرکی‌نژاد و جناب دکتر مرادپاشا اسکندری‌نسب است که زبانم قاصر از بیان زحمات بی‌دریغ آنان است و از استاد مشاورم جناب مهندس سلیمی که زحمت مشاوره پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، نهایت سپاسگزاری را دارم.

از دوست عزیزم خانم ملیحه نظام‌آبادی به خاطر همکاری‌هایی که با من داشتند سپاسگزارم. از مسئولین محترم مزرعه و پژوهشکده فیزیولوژی و بیوتکنولوژی دانشگاه زنجان نهایت تشکر را دارم. از مسئولین آزمایشگاه خانم‌ها باقری و عظیم‌خانی و آقایان مسلمی و درگاهی سپاسگزارم.

از دوستان نازنینم خانم‌ها بهاره امینی، سعیده عظیمی، روناک سبحانی، نجمه رحمانیان، مریم خدائی، فریبا نجفی و مینا زمانی به خاطر تمام محبت‌هایشان در طول اجرای این پژوهش نهایت تشکر را دارم و در نهایت از همکلاسیها و تمامی دوستانم سپاسگزارم.

چکیده

آسیل کوآ دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز۱ (DGAT1) آنزیم کلیدی درگیر در کاتالیز مرحله نهائی سنتز تری‌گلیسرید می‌باشد. شناخت مسیرهای متابولیکی سنتز تری‌گلیسرید و نقش آنزیم‌های درگیر در این واکنش‌ها ممکن است به درک بهتر چگونگی ذخیره شدن چربی در بافت های ذخیره‌ای و چگونگی مورد استفاده قرار گرفتن آن‌ها کمک کند. زمانی که هدف اصلاح نژاد گوسفند به دست‌آوردن لاشه‌های دارای ذخیره چربی کمتر باشد این شناخت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف مطالعه حاضر بررسی ناحیه تنظیم‌کننده یا آغازگر (5′UTR) ژن DGAT1 و ارتباط چندشکلی در این ناحیه با صفات چربی لاشه بود. در این مطالعه ۹۷ رأس بره نر با سن تقریباً یکسان و ١٦ رأس آمیخته های افشاری×برولا مرینو (نسل F1) گله تحقیقاتی-آموزشی دانشگاه زنجان مورد استفاده قرار گرفتند. اندازه‌گیری‌های سونوگرافی برای ضخامت چربی، ضخامت و سطح مقطع عضله راسته بر روی دام زنده در ناحیه پشت بین دنده ۱۲ و ۱۳ انجام و ارتباط آن با اندازه‌های واقعی بر روی لاشه پس از کشتار ارزیابی گردید. لاشه‌ها پس از طی ٢٤ ساعت نگهداری در سردخانه به دو نیمه راست و چپ تقسیم گردیدند. نیم لاشه راست به قطعات گردن، ران، سردست، قلوه گاه، راسته، دنبه تفکیک و ضایعات (چربی‌های اضافی) اندازه‌گیری شد. از تمام دام‌ها نمونه خون جهت استخراج DNA و اندازه‌گیری پارامترهای خون مانند کلسترول، HDL، LDL، VLDL و تری‌گلیسرید گرفته شد. پرایمرهای لازم برای نواحی 5′UTR و اگزون شماره یک و نیز اگزون‌های ١٤ الی ١٧ که به ترتیب قطعاتی به طول ٥٦٦ bp و ٦٣٤ bp را تکثیر می‌کردند، طراحی گردیدند. جهت بررسی چندشکلی در نواحی یادشده ابتدا توسط PCR نواحی موردنظر تکثیر و سپس محصولات به دست‌آمده پس از واسرشته‌سازی با استفاده از تکنیک SSCP و بارگذاری بر روی ژل اکریل‌آمید ۱۲ درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از SSCP و تعیین توالی حاکی از وجود چندشکلی تک نوکلئوتیدی در نوکلئوتید ۱۲۷ ناحیه 5′UTR بود. بررسی ارتباط چندشکلی مشاهده‌شده با صفات لاشه و نیز فاکتورهای خونی نشان داد که، چندشکلی در این ناحیه در صفات لاشه با وزن دنبه ، ران و سردست و در پارامترهای خونی با کلسترول و HDL در ارتباط بود.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

عنوان صفحه

مقدمه ۲

فصل دوم: بررسی منابع علمی

۲-۱- عوامل مؤثر بر کیفیت لاشه ٦
۲-۱-۱- کیفیت گوشت ماهیچه ٦
۲-۱-۲- چربی ۷
۲-۲- تری‌گلیسریدها (TG) ۷
۲-۳- سلول‌های چربی یا آدیپوسیت‌ها ۸
۲-۳-۱- بافت آدیپوز سفید (WAT) ۸
۲-۳-۲- بافت آدیپوز قهوه‌ای ۹
۲-۳- ذخیره چربی در گوسفند ۹
۲-٤-۱- چربی داخل عضلانی و چربی پشت ۹
۲-٤-۲- مقایسه حیوانات دنبه‌دار و بدون دنبه ۱۱
۲-۵- اهمیت چربی ذخیره‌ای ۱۲
۲-٦- تجزیه تری‌گلیسریدها ۱٤
۲-۷- استفاده از اسیدهای چرب به عنوان سوخت ۱۵
۲-۸- انتقال تری‌گلیسریدها و دیگر لیپیدها از ناحیه معده-روده توسط لنف ۱۷
۲-۹- برداشت شیلومیکرون‌ها از خون ۱۸
۲-۱۰- سنتز تری‌گلیسریدها از کربوهیدرات‌ها ۱۹
۲-۱۱- سنتز تری‌گلیسریدها از پروتئین‌ها ۲۱
۲-۱۲- نقش کبد در متابولیسم لیپید ۲۱

فهرست مطالب

۲-۱۳- تنظیم انرژی آزاد شده از تری‌گلیسریدها ۲۳

۲-۱٤- التراسونوگرافی ۲۵

۲-۱۵- اهمیت جایگاه‌های صفات کمی ۲۷

۲-۱٦- ژن کاندید ۲۸

۲-۱۷- انواع ژن‌های کاندید درگیر در متابولیسم چربی‌ها ۲۸

۲-۱۸- آسیل‌گلیسرول آسیل‌ترانسفرازها ۲۹

۲-۱۹- DGAT1 ..... ۳۳

۲-۲۰- بیوشیمی آنزیم‌های DGAT ۳٤

۲-۲۱- انواع ژن‌های درگیر در متابولیسم لیپیدها ۳٦

۲-۲۲- اهمیت DGAT1 در دام‌های مختلف ۳۹

۲-۲۳- پلی‌مورفیسم ساختمانی تک نوکلئوتیدی(SSCP) ٤۳

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱- تغذیه گوسفندان ٤٦

۳-۲- مدیریت پرورش ٤۷

۳-۳- رکوردهای ثبت شده ٤۷

۳-٤- تهیه رکوردهای سونوگرافی ٤۸

۳-۵- تهیه نمونه خون و پلاسما ٤۹

۳-٦- اندازه‌گیری تری‌گلیسیرید و کلسترول ٤۹

۳-۷- مراحل تعیین پلی‌مورفیسم ژن ۵۰

۳-۷-۱- استخراج DNA ۵۰

۳-۷-۲- تعیین کمیت و کیفیت DNA حاصله ۵۲

۳-۷-۳- ژل آگارز ۵۳

فهرست مطالب

۳-۷-٤- طرز تهیه محلول TBE 10X ۵۳

۳-۸- واکنش زنجیره‌ای پلیمراز ۵٤

۳-۸-۱- مواد لازم برای انجام واکنش PCR ۵٤

۳-۸-۲- طراحی پرایمرها ۵٤

۳-۸-۳- حجم مواد استفاده شده برای PCR ۵۵

۳-۸-٤- چرخه‌های حرارتی PCR ۵۵

۳-۹- روش SSCP ۵٦

۳-۹-۱- ژل پلی‌اکریل‌آمید ۵٦

۳-۹-۲- طرز تهیه محلول اکریل‌آمید ٤۰٪ ۵٦

۳-۹-۳- TEMED (N,N,N',N'-tetramethylenediamine) ۵٦

۳-۹-٤- طرز تهیه ۳۰ میلی‌لیتر ژل اکریل‌آمید ۱۲٪ ۵۷

۳-۹-۵- طرز تهیه ۲۰ سی‌سی بافر بارگیری ۵۷

۳-۱۰- نشانگر DNA ۵۷

۳-۱۱- ریختن ژل و نصب الکتروفورز ۵۸

۳-۱۲- رنگ‌آمیزی ۵۹

۳-۱۳- مراحل تعیین توالی ٦۰

۳-۱٤- استخراج باند اختصاصی از ژل آگارز ٦۰

۳-۱۵- آنالیز داده‌های مولکولی ٦۱

۳-۱٦- روش‌های آماری مورد استفاده در تجزیه و تحلیل داده‌ها ٦۲

فصل چهارم : نتایج و بحث

٤-۱- نتایج بررسی صفات مختلف بر روی دام زنده ٦٤

٤-۱-۱- صفات بیومتری بره‌های افشاری ٦٤

فهرست مطالب

٤-١-٢- نتایج مربوط به سونوگرافی ٦٤

٤-١-٣- ارتباط داده‌های سونوگرافی و اندازه‌گیری‌های لاشه بره‌های افشاری ٦٦

٤-٢- نتایج مربوط به صفات لاشه ٦٩

٤-٢-١- اندازه‌گیری انجام شده در کشتارگاه ٦٩

٤-٢-٢- تفکیک لاشه ٦٩

٤-٢-٣- ارتباط داده‌های سونوگرافی و صفات اندازه‌گیری شده بره‌های افشاری ٦٩

٤-٣- آزمایشات سرولوژی بره‌های افشاری ٧٢

٤-٤- ویژگی‌های ژن DGAT1 ..... ٧٢

٤-٥- نتایج حاصل از PCR ٧٤

٤-٥-١- فرآورده PCR نواحی 5´UTR و اگزون‌های ١٤ تا ١٧ ..... ٧٤

٤-٥-٢- بررسی چندشکلی مربوط به ناحیه 5´UTR و اگزون اول بر اساس روش SSCP.. ٧٦

٤-٦- تعیین توالی فرآورده PCR ٧٧

٤-٧- مقایسه نتایج تعیین توالی و روش SSCP ٧٨

٤-٨- خواندن آلل‌های مربوط به پرایمر Dg1-5´UTR ٨٠

٤-٩- اثر ژنوتیپ DGAT1 بر صفات لاشه آمیخته‌ها ٨١

٤-٩-١- اندازه‌گیری انجام شده در کشتارگاه ٨١

٤-٩-٢- تفکیک لاشه ٨٢

٤-١٠- اثر ژنوتیپ DGAT1 روی صفات مختلف بره‌های افشاری ٨٦

٤-١٠-١- وزن تولد و وزن زنده ٨٦

٤-١٠-٢- صفات بیومتری بره‌های افشاری ٨٨

٤-١٠-٣- پارامترهای خونی بره‌های افشاری ٨٩

٤-١٠-٤- نتایج سونوگرافی ٩٥

٤-١١- اثر ژنوتیپ DGAT1 روی صفات مختلف لاشه ٩٦

فهرست مطالب

٤-١١-١- اندازه‌گیری‌های انجام شده در کشتارگاه ٩٦
٤-١١-٢ - تفکیک لاشه ١٠٣
٤-١٢- مقایسه توالی DGAT1 حاصل با توالی NCBI ١٠٥

فصل پنجم : نتیجه‌گیری کلی

نتیجه گیری کلی ١١٠

فصل ششم : پیشنهادات

پیشنهادات ١١١

فهرست منابع ١١٢
ضمائم ١٢٠

فصل اول

مقدمه

مقدمه

بالغ بر ۲٦ نژاد گوسفند و ۷ نژاد بز در کشور وجود دارد که تنوع گوسفندان موجود کشور در بین گوسفندان دنبه‌دار جهان منحصر به فرد است هیچ یک از نژادهای گوسفند و بز کشور ثبت نژادی نشده و تمامی آن‌ها بومی کشور هستند. درصد کمی از نژادهای شناخته‌شده تحت پوشش برنامه‌های ملی اصلاح نژاد قرار دارند که حدود دو درصد از جمعیت گوسفند و بز کشور را شامل می‌شود (کیانزاد و قره داغی، ۱۳۸٤).

گوسفند در ایران یکی از مهمترین منابع تأمین کننده گوشت قرمز است، اما تاکنون تولید آن نتوانسته نیاز مصرف کنندگان داخلی را تأمین کند که علت آن پایین بودن میزان دوقلوزایی، وضعیت تغذیه، فقر مراتع و وزن در هنگام کشتار است به طوری که از نظر تولید گوشت گوسفند مقام پنجم تولید در جهان را با ۳۳۲/٦ هزار تن یا٤/۲ درصد دارا می باشد (کرمی و طالبی، ۱۳۸۵). لذا با توجه به این که گوسفند منبع اصلی تأمین گوشت در کشور است، لازم است که تحقیقات گسترده ای روی آن انجام گیرد، تا بتوان با بهبود کمی و کیفی گوشت گوسفند ضمن کاهش هزینه های تولید، درآمد را افزایش داد.

در هیستولوژی بافت آدیپوز یا چربی بدن، بافت همبند تخصص یافته بوده که از آدیپوسیت‌ها ساخته شده است. دو نوع بافت آدیپوز وجود دارد: بافت آدیپوز سفید (WAT)[1] و بافت آدیپوز قهوه‌ای. بافت آدیپوز از لیپوبلاست‌ها منشأ گرفته است. نقش اصلی آن ذخیره انرژی به شکل چربی است (Berg *et al.*, 2002; Guyton and Hall, 2006). در گوسفند چربی به دو صورت ذخیره می شود: یکی اینکه به همراه عضله

[1]- White adipos tissue

لابه‌لای گوشت قرار گرفته و موجب تردی و خوشمزگی گوشت می شود، دیگر اینکه در دنبه، اعماء و احشاء و.. ذخیره می‌شود.

در سلولهای پستانداران عمده لیپیدهای خنثی ذخیره شونده استرهای تری آسیل گلیسرول و کلسترول هستند که به ترتیب توسط آنزیم‌های آسیل کوآ دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز۱ (DGAT1)[1] و آسیل کوآ کلسترول آسیل ترانسفراز (ACAT)[2] تولید می شوند (Quittnat *et al.*, 2004). آسیل کوآ دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز (DGAT) یک آنزیم میکروزومال است که مرحله نهایی سنتز تری آسیل گلیسرول را با استفاده از دی آسیل گلیسرول (DAG) و آسیل کوآی چرب به عنوان سوبسترا کاتالیز می‌کند (Cheng *et al.*, 2003; Yen *et al.*, 2008). دو ایزوفورم از DGAT به نام های DGAT1 و DGAT2 یافت شده است، که از اعضاء یک خانواده ژنی هستند. DGAT1 به طور وسیعی در همه بافت‌ها، و به مقدار بیشتر در بافت آدیپوز سفید، ماهیچه اسکلتی و روده بیان می شود، در حالی که بیان DGAT2 به کبد و بافت آدیپوز محدود می شود (Roorda *et al.*, 2005). ژنهای زیادی از جمله: Callipyge، GDF8، Calpastatin و... میزان گوشت و چربی لاشه را کنترل می کنند (Abdulkhaliq *et al.*, 2002; Johnson *et al.*, 2005; Kijas *et al.*, 2007). در جانوران ژن DGAT1 مهمترین ژن کنترل کننده چربی است. با توجه به موارد زیر، در این پژوهش ژن DGAT1 به عنوان یک ژن کاندید برای انباشت چربی داخل عضلانی مورد بررسی قرار گرفت: محصول آن به طور مستقیم درگیر در سنتز تری‌گلیسرید است. بررسی ESTها نشان می‌دهد که ژن DGAT1 در بافت آدیپوز بیان می‌شود. در بهبود مکان‌یابی QTL، ژن DGAT1 را در ۵۷/۱ سانتی‌راد یا ۱۹ سانتی‌مورگان نزدیک به مارکر CSSM66 روی کروموزوم۱٤ گاو شناسایی کرده‌اند(Thaller *et al.*, 2003b).

[1] -Diacylglycerol Acyltransferase1
[2] -Acyl COA: Diacylcholestrol Acyltransferase

در گوسفندان ایرانی، دنبه درصد مهمی از وزن زنده دام را تشکیل می دهد. همچنین مقدار چربی زیرپوستی و اطراف اعماء و احشاء نیز قابل توجه می باشد. این در حالی است که مصرف کنندگان برای تهیه گوشتی با چربی کمتر، رغبت بیشتری دارند. لذا اینگونه چربی‌ها در کشتارگاه‌ها به عنوان ضایعات از گوشت جدا می شوند. ارتباط ژن DGAT1 با چربی داخل عضله و نیز زیر پوست در گاو ثابت شده است. همچنین مشخص گردیده که این ژن با چربی شیر نیز در ارتباط است. به هر حال تمایل زیادی برای کاهش دنبه وجود دارد. لذا بررسی ارتباط احتمالی ژن مورد نظر با چربی قسمت‌های مختلف بدن و بخصوص وزن دنبه حائز اهمیت است و این موضوع می تواند در اصلاح نژاد این دام‌ها اهمیت قابل توجهی داشته باشد.

اهداف تحقیق

- جستجوی چند شکلی در ژن DGAT1 با استفاده از مارکر SNP و تکنیک SSCP
- بررسی ارتباط پلی‌مورفیسمی ژن DGAT1 و وزن دنبه در گوسفندان افشاری و افشاری×برولا مرینو.
- ارزیابی لاشه گوسفندان افشاری با استفاده از دستگاه اولتراسوند و بررسی دقت دستگاه اولتراسوند برای استفاده آن در برنامه های اصلاح نژاد آتی.
- استفاده از تکنیک SSCP به منظور جستجوی آلل ها یا ژنوتیپ هایی که چربی بین لاشه و دنبه کمتری دارند جهت استفاده از این دست آورد در برنامه های اصلاح نژادی آتی.

فصل دوم

بررسی منابع علمی

هدف اصلی در پرورش دامهای گوشتی به دست آوردن حداکثر رشد بافت عضلانی با حداقل هزینه خوراک و اجتناب از ذخیره چربی اضافی در لاشه است (سفلائی و همکاران، ۱۳۸۵). چربی داخل عضلانی که به صورت چربی مرمری (marbling) در گوشت دیده می شود، برای کیفیت غذای تهیه شده از آن مهم است زیرا مزه و طعم، آبداری و شاید سفتی گوشت را تحت تأثیر قرار دهد. در حالی که چربی داخل عضلانی مطلوب است، چربی زیر پوستی بیشتر ناخواسته است (Tantia *et al.*, 2006).

۲-۱-عوامل مؤثر بر کیفیت لاشه

عامل مهمی که تمایل به گوشت را در زمان مصرف تحت تأثیر قرار می‌دهد بافت، یا مخصوصاً تردی است که تحت تأثیر ساختار عضله قرار دارد (Williams, 2008)، فاکتور اصلی دوم درگیر در افزایش ارزش کیفیت گوشت چربی داخل عضلانی و چربی زیرپوستی است (Williams, 2008; Xu *et al.*, 2009). بنابراین ژن‌های درگیر در متابولیسم اسیدهای چرب به عنوان ژن‌های بالقوه در تردی گوشت مورد توجه قرار می گیرند (Xu *et al.*, 2009). به عنوان مثال یک آنزیم کلیدی درگیر در کاتالیز مرحله نهائی سنتز تری-گلیسرید، آسیل‌کوآ: دی آسیل‌گلیسرول آسیل‌ترانسفراز۱ (DGAT1) است که نقش مهمی در متابولیسم تری-گلیسرولیپیدها بازی می‌کند (Cases *et al.*, 1998; Smith *et al.*, 2000).

۲-۱-۱-کیفیت گوشت ماهیچه

ساختار ماهیچه اثر اصلی روی تردی گوشت دارد، اما مدت نگهداری گوشت پس از کشتار نقش اصلی را در کیفیت محصول نهایی حاصل از گوشت بازی می کند. فرآیند ترد شدن توسط فعالیت پروتئازها

و در دسترس بودن کلسیم تحت تأثیر قرار می گیرد. فاکتور اصلی ثانویه درگیر در افزایش کیفیت گوشت توسط آزمایش صفحه حسی، چربی بین عضلانی است که هم مزه و هم آبداری راتحت تأثیر قرار می دهد (Williams, 2008).

۲-۱-۲-چربی

لیپیدها شامل: چربی خنثی که به نام تری‌گلیسریدها نیز شناخته شده‌اند؛ فسفولیپیدها ؛ کلسترول و تعدادی دیگر که اهمیت کمی دارند. قسمت اصلی لیپیدهای تری‌گلیسرید و فسفولیپید، اسیدهای چرب است که هیدروکربن اسیدهای آلی با زنجیر طولانی هستند (Guyton and Hall, 2006).

۲-۲- تری‌گلیسریدها (TG)[1]

تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها (تری‌گلیسریدها)، نوع اصلی لیپید خنثی، گروه ناهمگنی از مولکول‌های با اسکلت گلیسرول و اسیدهای چرب (FA)[2] چسبیده توسط باندهای استری هستند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی TG از لحاظ طول رشته و درجه اشباع بودن اسیدهای چرب‌شان متفاوت است. TG نقش‌های مهم چندگانه‌ای در ارگانیسم‌های زنده به عهده دارند. ، TG مولکول‌های اصلی ذخیره اسیدهای چرب برای مصرف انرژی و سنتز لیپیدهای غشایی هستند زیرا بسیار کاهیده و بدون آب هستند. TG شش برابر بیشتر از همان مقدار گلیکوژن انرژی را ذخیره می‌کنند (Yen *et al.*, 2008). در یوکاریوت‌ها، اسیدهای چرب به صورت تری‌گلیسرید در سیتوپلاسم ذخیره می‌شوند تا ذخایری برای تشکیل و ثبات غشا، نقل و انتقال

[1] - Triglycerides
[2] - Fatty acides

لیپوپروتئین، دفع مسمومیت اسیدچرب و سوبستراهای الکل، یکپارچگی پوست، و سوخت در زمان استرس یا نبود تغذیه فراهم آورد (Oelkers and Sturley, 2004; Yu and Ginsberg, 2004). در مقابل تجمع داخل سلولی و بین سلولی TG و دیگر لیپیدهای خنثی به انواع متعدد بیماری‌های انسانی مانند دیابت ملیتوس، چاقی، تصلب شریان، و بیماری کبد چرب غیرالکلی ارتباط داده شده است. درک مسیرهای متابولیکی سنتز TG و نقش آنزیم‌های درگیر در این واکنش‌ها ممکن است پیشرفت راهکارهای درمانی را با درک فرآیندهای پاتوفیزیولوژیکی این بیماری‌ها تسریع دهد (Cheng *et al.*, 2003) و به درک بهتر چگونگی ذخیره شدن چربی در بافت‌های ذخیره‌ای و چگونگی مورد استفاده قرار گرفتن آن‌ها کمک کند.

۲-۳-سلول‌های چربی یا آدیپوسیت‌ها

سلول‌های چربی بافت آدیپوز، فیبروبلاست‌های تغییریافته‌ای هستند که تقریباً تری‌گلیسریدهای خالص را در مقادیری به اندازه ۸۰ تا ٪۹۰ کل حجم سلول ذخیره می‌کنند. تری‌گلیسریدهای درون سلول‌های چربی به شکل مایع هستند، زیرا تنها چربی مایع می‌تواند هیدرولیز شده و از سلول‌ها انتقال داده شود (Guyton and Hall, 2006). در بدن دو نوع بافت آدیپوز وجود دارد: بافت آدیپوز سفید و بافت آدیپوز قهوه‌ای.

۲-۳-۱-بافت آدیپوز سفید(WAT)[1]

مقادیر زیاد چربی در دو بافت اصلی بدن، بافت آدیپوز و کبد ذخیره می‌شوند. بافت آدیپوز معمولاً نسوج چربی نامیده می‌شود. نقش اصلی بافت آدیپوز ذخیره تری‌گلیسریدها تا زمانی است که آن‌ها مورد

[1] - White adipose tissue

نیازند که انرژی را برای قسمت دیگری از بدن فراهم کنند و نقش فرعی این است که عایق حرارتی را برای بدن فراهم می‌کند (Guyton and Hall, 2006). در پروفایل اسیدچرب، پنج بافت چربی اصلی شامل چربی زیرپوستی، چربی‌های بین و داخل عضلانی، چربی حفره بدن و چربی دور کلیه را می‌توان تشخیص داد (Yen *et al.*, 2008).

۲-۳-۲-بافت آدیپوز قهوه‌ای

یک شکل اختصاصی بافت آدیپوز است که در انسان، جوندگان و پستانداران کوچک وجود دارد. اکثراً اطراف گردن و رگ‌های خونی بزرگ قفسه سینه واقع شده است. بافت آدیپوز قهوه‌ای احتمالاً نتیجه یک توسعه تکاملی ساده است که در طی تکامل اولیه پستانداران رخ می‌دهد (Cannon and Nedergaard, 2004).

۲-۴-ذخیره چربی در گوسفند

در گوسفند چربی به دو صورت ذخیره می شود: یکی اینکه به همراه عضله لا به لای گوشت قرار گرفته و موجب تردی و مزه گوشت می شود، دیگر اینکه در دنبه، اعماء و احشاء و.. ذخیره می شود.

۲-۴-۱-چربی داخل عضلانی و چربی پشت

ماربلینگ یا چربی مرمری (شکل۲-۱) معمولاً به وجود رگه یا ورقه های سفید چربی بین فیبرهای عضلانی در گوشت اطلاق می‌شود. چربی پشت به مقدار کل چربی پشت حیوان اشاره می کند که معمولاً بین دنده ۱۲و ۱۳ در گاو گوشتی اندازه گیری می‌شود. هر دوی این صفات توجه زیادی را به خود جلب