فصل اول: مقدمه[1]

۱-۱- مقدمه ۱

فصل دوم: بررسی منابع ۳

۲-۱- تاریخچه گندم ۴

۲-۲- سطح زیر کشت گندم ۴

۲-۳- تاریخچه کلزا در جهان ۵

۲-۴- اهمیت و جایگاه کلزا در ایران ۶

۲-۵- ترکیبات شیمیایی کلزا ۷

۲-۶- کشت و تولید کلزا ۹

۲-۷- پس مانده های کشاورزی ۱۰

۲-۷-۱- ترکیب پس مانده های کشاورزی ۱۰

۲-۷-۲- انواع پس مانده های کشاورزی ۱۰

۲-۸- ترکیبات لیگنوسلولزی ۱۰

۲-۹- دیواره سلول ۱۱

۲-۱۰- ترکیبات شیمیایی دیواره سلول ۱۲

۲-۱۰-۱- سلولز ۱۲

۲-۱۰-۲- همی سلولز ۱۲

11

۲-۱۰-۳- پکتین	۱۳
۲-۱۰-۴- لیگنین	۱۳
۲-۱۰-۵- سیلیس	۱۴
۲-۱۱- کاه	۱۴
۲-۱۲- انواع روش های به کار گیری کاه	۱۵
۲-۱۳- اهمیت استفاده از کاه در تغذیه نشخوارکنندگان	۱۵
۲-۱۴- کیفیت و کاربرد کاه ها و مواد لیگنوسلولزی در نشخوارکنندگان	۱۶
۲-۱۵- عومل موثر در ارزش تغذیه‌ای کاه غلات	۱۹
۲-۱۵-۱- ژنوتیپ	۱۹
۲-۱۵-۲-زمان برداشت و بلوغ گیاه	۲۰
۲-۱۵-۳- روش درو و انبار کردن	۲۱
۲-۱۵-۴- شرایط محیطی رشد گیاه	۲۱
۲-۱۵-۴-۱- مصرف کود ازته	۲۱
۲-۱۵-۴-۲- حرارت	۲۲
۲-۱۵-۴-۳- میزان بارندگی	۲۲
۲-۱۵-۴-۴- سال و محل جغرافیایی	۲۲
۲-۱۶- تجزیه پذیری مواد آلی در شکمبه	۲۳
۲-۱۷- عوامل موثر در تجزیه پذیری در شکمبه	۲۴

۲-۱۸- روش های اندازه گیری تجزیه پذیری شکمبه ای مواد مغذی خوراکی ۲۶

۲-۱۸-۱- روش های آزمایشگاهی ۲۸

۲-۱۸-۲- روش تولید گاز ۲۹

۲-۱۸-۳- روش محیط کشت تخمیری دائم ۳۰

۲-۱۸-۴- دستگاه شبیه سازی شکمبه (rusitec) ۳۰

۲-۱۸-۵- روش های آنزیمی ۳۳

۲-۱۸-۶- روش استفاده از حیوان زنده (in vivo) ۳۵

۲-۱۸-۷- روش کیسه نایلونی (in sacco) ۳۶

۲-۱۹- عوامل موثر بر نتایج آزمایشات in sacco ۳۸

۲-۱۹-۱- اندازه ذرات نمونه مورد آزمایش ۳۸

۲-۱۹-۲- نسبت مقدار نمونه به سطح کیسه ۳۸

۲-۱۹-۳- زمان قرار گرفتن کیسه ها و زمان نگهداری کیسه ها در داخل شکمبه ۳۸

۲-۱۹-۴- اثرات جیره مصرفی ۳۹

۲-۱۹-۵- اثر حیوان در نتایج آزمایش ۴۰

۲-۱۹-۷- اثر آلودگی میکروبی در نتایج آزمایش ۴۰

۲-۱۹-۸- روش های شستشوی کیسه ها ۴۱

۲-۱۹-۹- تعداد تکرار ۴۲

۲-۱۹-۱۰- نحوه قرار گرفتن و موقعیت کیسه ها در شکمبه ۴۲

۲-۲۰- روش های بهبود ارزش تغذیه ای مواد لیگنوسلولزی و کاه ها ۴۲

۲-۲۰-۱- عمل آوری به روش شیمیایی ۴۳

۲-۲۰-۱-۱- روش های شیمیایی غنی سازی کاه توسط مواد شیمیایی قلیایی ۴۳

۲-۲۰-۱-۱-۱- آمونیاک ۴۴

۲-۲۰-۱-۱-۲- اوره ۴۴

۲-۲۰-۲- عمل آوری به روش فیزیکی ۴۵

۲-۲۰-۳- عمل آوری به روش بیولوژیکی ۴۶

۲-۲۱- تحقیقات انجام شده در زمینه عمل آوری کاه ها ۴۶

۲-۲۲- بررسی عمل آوری بر تجزیه پذیری کاهها ۴۹

۲-۲۳- مقایسه ارزش تغذیه ای کاه ها ۵۰

۲-۲۴- ارزش تغذیه ای کاه در واریته های مختلف ۵۲

۲-۲۵- اهداف ۵۷

۳-فصل چهارم: مواد و روش ها ۵۸

۳-۱- محل و زمان انجام آزمایش ۵۹

۳-۲- جایگاه حیوانات ۵۹

۳-۳- دام های مورد آزمایش و نحوه آماده سازی دام ۵۹

۳-۴- جیره غذایی مورد استفاده برای دام های مورد آزمایش ۶۰

۳-۵- آماده سازی نمونه مورد آزمایش ۶۰

۳-۶- نمونه های مورد آزمایش ۶۰

۳-۷- نحوه آماده سازی نمونه ها برای شکمبه گذاری ۶۱

۳-۸- خارج کردن کیسه ها از شکمبه و عملیات شستشو ۶۱

۳-۹- آنالیز شیمیایی تیمارها ۶۲

۳-۹-۱- روش تعیین ماده خشک ۶۲

۳-۹-۲- روش تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی(NDF) ۶۲

۳-۹-۳- روش تعیین درصد پروتئین خام: ۶۳

۳-۱۰- محاسبه درصد تجزیه پذیری ماده خشک، الیاف نامحلول در محلول شوینده خنثی و پروتئین کاه کلزا ۶۳

۳-۱۱- تجزیه پذیری مؤثر ۶۴

۳-۱۲- تجزیه و تحلیل آماری داده ها ۶۴

۴-فصل پنجم: نتایج ۶۵

۴-۱- آنالیز شیمیایی واریته های مختلف کاه گندم و کاه کلزا ۶۶

۴-۲- فراسنجه های تجزیه پذیری ۶۸

۴-۲-۱-تجزیه پذیری ماده خشک کاه های کلزا و گندم ۶۸

۴-۲-۲- تجزیه پذیری پروتئین خام واریته های مختلف کاه گندم و کلزا ۷۳

۴ -۲-۳- تجزیه پذیری مواد نامحلول در شوینده خنثی واریته های مختلف کاه های کلزا و گندم ۷۷

۵-فصل ششم: بحث ۸۲

۶-فصل هفت: نتیجه کلی و پیشنهاد **۸۶**

۷-خلاصه **۸۷**

۸-منابع **۸۹**

۱-۱- مقدمه:

انسان از ابتدای حیات برای به دست آوردن غذا همیشه در تکاپو بوده و همواره با مسله غذا و تغذیه به عنوان عامل اصلی تداوم حیات دست به گریبان بوده است. مواد غذایی یکی از عوامل برتری قدرت ها بوده و از این رو راه استقلال هر کشوری به خودکفایی نسبی در تولید مواد غذایی بستگی دارد. جمعیت جهان در سال ۲۰۰۹ به بیش از ۶ میلیارد رسید که همزمان با رشد روز افزون جمعیت جهان، تأمین حداقل احتیاجات مواد مغذی و ایجاد امنیت غذایی برای افراد جامعه امری ضروری است. با توجه به افزایش جمعیت و بهبود وضع تغذیه مردم نیاز به منابع جدید غذایی به ویژه پروتئین مورد توجه قرار گرفته است. از بین منابع پروتئینی گیاهی و حیوانی حداقل۲۰ تا ۳۰ درصد از پروتئین مورد نیاز باید از طریق پروتئین حیوانی تامین شود (۲۶). در حاضر بخشی از پروتئین حیوانی در داخل کشور تولید شده و مابقی از سایر کشورها تامین می شود. در این زمینه دام های نشخوارکننده سهم به سزایی را در تامین نیازهای انسان های و پروتئین حیوانی دارند (۱). جمعیت دامی کشور حدود ۱۱۰ میلیون واحد دامی برآورد شده، که در چند دهه اخیر به طور مداوم افزایش یافته است. بنابراین با توجه به محدودیت منابع خوراک دام و افزایش سالانه جمعیت جهان و نیاز به تولیدات بیشتر و کمبود مراتع مورد نیاز با توجه به تعداد واحد دامی و عدم وجود اراضی مناسب باید به دنبال روش هایی جهت امکان پذیر ساختن استفاده بهینه از منابع فرعی کشاورزی با ضایعات کشاورزی به عنوان ماده خوراکی با ارزش در تغذیه دام باشیم. از این رو امروزه دانشمندان علوم تغذیه و پرورش دام در صدد یافتن روش های جدید در تغذیه دام هستند. با افزایش قیمت تولید علوفه های با کیفیت بالا و افزایش فشار به استفاده از دانه ها برای مصرف انسان، علاقه در استفاده از باقی مانده های محصولات کشاورزی و ضایعات کارخانجات در تغذیه دام و طیور به ویژه نشخوارکنندگان را افزایش یافته است. این امر در حالیست که محصولات فرعی کشاورزی به خصوص غلات (کاه ،کلش ،پوشال) به عنوان منابع بالقوه جهت تغذیه نشخوارکنندگان در دسترس می باشد، که هدف اصلی فعالیت کشاورزی تولید آنها نمی باشد. و تولید آن رقم قابل توجهی را تشکیل می دهد (۱۱).

حدود ۴۰ درصد از توده گیاهی زراعی که در طول یک سال در اثر فتوسنتز تولید می گردند فراورده فرعی محسوب می شود (۳۷). در بعضی از منابع آمده است که به ازای هر کیلوگرم دانه غله حدود ۱/۳ کیلوگرم محصولات فرعی غلات (کاه ،کلش و پوشال) تولید می شود (۴۰).

استفاده مؤثر از ضایعات و محصولات فرعی کشاورزی، به علت ایجاد فشارهای اکولوژیکی و اقتصادی اجتناب ناپذیر است. فرآورده های فرعی را باید مواد خام با ارزشی محسوب کرد که در صورت عدم مصرف باعث آلودگی محیط زیست می شوند (۵). کاه یکی از محصولات فرعی غلات و بقولات می باشد. که بیشتر برای تامین مواد غذایی مورد نیاز دام در حالت نگهداری نشخوارکنندگان به ویژه در فصول سرد سال به کار می رود. در کشورهای توسعه یافته استفاده از کاه در تغذیه نشخوارکنندگان فقط ۱۳ درصد است (۳۲). اما در سرزمین های غله خیز آسیا، کاه یکی از مواد اصلی جیره نشخوارکنندگان را تشکیل می دهد. در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری تقریباً تمام کاه تولیدی به

مصرف تغذیه حیوانات می رسد. مصرف کاه در تغذیه دام از زمان های دور انجام مـی گرفـت و نیـز از همان آغاز دامداران به طور تجربی به کیفیت پایین آن نسبت به مـوادی چـون علوفـه تـازه پـی بـرده بودند، ولی دلیل اصلی آن تنها پس از پیدایش علم تغذیـه دام و پـی بـردن بـه ترکیبـات شـیمیایی و ساختمان دیواره سلولی آن مشخص گردید (۲۳).

نشخوارکنندگان به علت دارا بودن آنزیم ویژه سلولاز میکروبی در سیـستم گوارشـی خـود مـی تواننـد مصرف کنندگان مناسب فرآورده های فرعی به خصوص کاه ها محسوب شوند. لیگنین در برابر تجزیـه زیستی مقاوم می باشد و قابلیت هضم دیگر اجزاء سلولی را نیز کاهش می دهد. سلولز و همـی سـلولز در شکمبه نشخوارکنندگان توسط میکروارگانیسم های خاصی که قادر به تولید آنزیم سـلولاز هـستند شکسته و هضـــم می گردد، ولی لیگنین هضم نمی شود و دست نخوره باقی می مانـد و از آن جـایی که لیگنین با سلولز و همی سلولز در دیواره سلولی غلات کاملاً رسیده ترکیبات پیچیده ای را تـشکیل می دهد، بنابراین از تاثیر آنزیم های میکروبی بر روی سلولز و همی سلولز جلوگیری می کند (۲۳).

جدول۱- ۱ مقدار تولید محصول فرعی به ازای تولید هر کیلو گرم دانه غلات

منطقه نوع محصول	آفریقا	آمریکای شمالی و مرکزی	آمریکای جنوبی	آسیا	اروپا	اقیانوسیه	شوروی سابق
گندم	۲/۰	۲/۵	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۰
جو	۱/۵	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۳/۰
چاودار	۲/۰	۳/۰	۳/۰	۲/۰	۳/۰	۳/۰	۲/۰
یولاف	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
ارزن	۵/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰
گندم سیاه				۳/۰			
برنج				۱/۳			
مخلـــوط غله				۳/۰			

۲- بررسی منابع

۲-۱- تاریخچه گندم

غلات به گروهی از گیاهان علفی خانواده گندمیان (گرامینه) گفته می شود که دانه های ریز آن ها مصرف خوراکی دارند. غلات *(cereals)* از کلمه *cerealia munera* به معنی هدیه الهه *ceres* منشاء گرفته و شامل گیاهانی نظیر گندم، جو، چاودار، یولاف، برنج، ذرت، سورگوم و انواع ارزن‌ها می باشد. این گروه بزرگ از گیاهان زراعی در توسعه و تکامل جوامع انسانی اولیه بی تردید اهمیت زیادی داشته و امروزه در حدود نزدیک به نیمی از انرژی مورد نیاز مردم را تامین می کنند. شواهد تاریخی از تحقیقات زمین شناسی و کاوش‌ها در شرق عراق نشان داد که انسان های اولیه که ۱۰ تا ۱۶ هزار سال پیش در آنجا می زیسته اند، نیاز غذایی خود را از طریق کشت و کار به دست می آورده اند و گیاه عمده مورد کشت آن ها گندم و یا احتمالاً اجداد این محصول بوده است (۱۷).

گندم از جمله مهمترین محصولات زراعی جهان و ایران به شمار می رود. سطح زیر کشت و تولید آن از سایر غلات بیشتر است. گندم عمدتاً بین ۳۰ تا ۶۰ درجه عرض جغرافیایی در منطقه نیمکره شمالی و ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض جغرافیایی در منطقه معتدل جنوبی در مناطقی با بارندگی متوسط ۲۵۰ تا ۱۳۰۰ میلی متر در سال تولید می شود (۱۷).

۲-۲- سطح زیر کشت گندم

از مجموع زمین های زیر کشت دنیا، ۲۲۳/۷ میلیون هکتار یعنی حدود ۱۶ درصد آن به حدود ۲۵۰ میلیون هکتار به کشت گندم اختصاص دارد. مقدار تولید گندم بر اساس فائو بیش از ۶۰۷ میلیون تن و در میان کشورهای عمده تولید کننده آمریکا، کانادا و ترکیه بالاترین عملکرد در واحد سطح را دارند (۵۶).

بر اساس آمار موجود سطح زیر کشت گندم در ایران ۶/۴ میلیون هکتار بوده است. سطح زیرکشت گندم استان مازندران حدود ۵۷۶۰۹ هکتار برآورد شده است که ۶/۰۴ درصد آن آبی و ۹۳/۹۶ درصد به صورت دیم است. میزان تولید گندم استان حدود ۱۲۳۷۸۲ تن برآورد شده است (۱۸، ۵۶).

ترکیب شیمیایی کاه گندم به عوامل مختلفی بستگی دارد و بر این اساس ترکیب شیمیایی کاه های مختلف گندم با هم اختلاف دارند. پیرس در سال ۱۹۸۳ تغییرپذیری ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم به روش *in vitro* ۱۶رقم را مورد مطالعه قرار داد، که ازت ۰/۴۲، خاکستر ۶/۲، ماده نامحلول درشوینده خنثی ۷۵/۱ درصد، لیگنین ۹/۲ درصد نتیجه این بررسی بود (۱۰۸).

ترکیبات شیمیایی، نظیر فیبر خام، چربی خام، خاکستر، پروتئین خام، ماده نامحلول درشوینده خنثی، مواد نا محلول در شوینده اسیدی کاه گندم به ترتیب ۸۶، ۴۱/۷، ۱/۵، ۷/۱، ۳/۴، ۸۰/۹ و ۵۰/۲ درصد بر اساس ماده خشک بوده است (۲۱).

۲-۳- تاریخچه کلزا در جهان

کلزا گیاهی است قدیمی که اطلاعات و اسناد موجود از کشت این گیاه در ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد در هند حکایت دارد. در آن زمان روغن کلزا به عنوان روغن چراغ و روغن خوراکی مورد استفاده قرار می گرفته است. برخی از محققین به کشت کلزای زمستانه در آلمان و استفاده از روغن کلزا به عنوان روغن چراغ و روغن خوراکی اشاره نموده اند. در اواخر سده های میانی، از روغن کلزا برای تولید صابون و به عنوان روغن روشنایی استفاده می شد، و هنوز نیز در چراغ محراب در برخی از کلیساها روغن کلزا می سوزد، با توسعه صنعت ماشین های بخار این روغن به عنوان لغزان کننده در موتور های بخار به کار گرفته شده با شروع جنگ جهانی دوم، در ابتدای سال های دهه ۴۰ میلادی و محاصره منابع تأمین روغن اروپا و آسیا، کمبود روغن های لغزان کننده در امریکای شمالی که برای استفاده در موتور های بخار کشتی های جنگی ضروری بودند، سبب توسعه کشت کلزا در کانادا گردید. قبل از آغاز جنگ، کشت کلزا در کانادا تنها به صورت تحقیقاتی انجام می شد. در بهار ۱۹۴۲، تحقیقات زراعی برای تولید این دانه آغاز شد، و در سال ۱۹۴۳ مقادیر قابل توجهی از این دانه در کانادا تولید گردید. در آن زمان کلزای کشت شده در کانادا دو گونه مختلف از جنس *Brassica* بود (۱۵).

اولین گونه *B. Campsteris* (شلغم روغنی) از مدت ها قبل از جنگ توسط یک کشاورز لهستانی کشت می شده و سپس به دلیل شرایط زمان جنگ، کشت آن گسترش یافت، این محصول به عنوان کلزای لهستانی شناخته می شد. دومین گونه کلزا *B. napus* که در سال ۱۹۴۳ از ایالات متحده خریداری و در کانادا کشت شده بود، با توجه به ریشه آرژانتینی آن به عنوان کلزای آرژانتینی معروف گردید. آغاز استفاده از روغن کلزا در کانادا به عنوان یک روغن خوراکی به سال های حدود دهه ۶۰ باز می گردد. در آن سال ها با اجراء عملیات به نژادی توسط کشاورزان میزان اسید اروسیک در روغن دانه های تولید شده کاهش یافت (۱۵).

در سال ۱۹۷۳ متخصصین تغذیه دام، اثرات نامطلوب ماده ای بنام گلوکوزینولات را که در بخش غیر روغنی دانه وجود داشت،اعلام نمودند و تلاش ها برای کاهش این ماده آغاز شد. دکتر بالدر استفانس، پژوهشگر دانشگاه مانیتوبا (۱۹۷۴) اولین واریته کلزای اصلاح شده *Double Low* (دو صفر) را معرفی کرد (۱۵).

اولین واریته اصلاح شده *B. napus* به عنوان رقم تاور[۲] معروف گردید. در اواخر دهه ۷۰ اصطلاح کانولا توسط انجمن صنایع روغنکشی غرب کانادا به ثبت رسید و بر اساس آن تعریف، کانولا دانه ای بود که میزان اسید اروسیک در روغن حاصل از آن کمتر از ۵ درصد و میزان گلوکوزینولات در کنجاله کمتر از ۳ میلی گرم در هر گرم بوده و از واریته های *B. napus* و *B. campsteris* حاصل شده است. در سال ۱۹۸۶ این تعریف اصلاح شده و میزان اسید اروسیک در روغن به حداکثر ۲ درصد و مقدار گلوکوزینولات های آلیفاتیک حداکثر ۳۰ میکرومول در گرم وزن خشک بدون چربی دانه اعلام

1- Tower

گردید. اکنون دانه اصلاح شده کلزا در سراسر جهان به صورت گسترده کشت می شود. مالکیت تجاری نام کانولا در اختیار انجمن کانولای کانادا می باشد (۱۵).

۲-۴- اهمیت و جایگاه کلزا در ایران

دانه روغنی کلزا از سال های گذشته وارد ایران شده و تحقیقات متعددی بر روی آن ها انجام گرفته است. در سال های اخیر به دلیل توجه بیشتر به توسعه و ترویج کلزا، سطح زیر کشت آن افزایش قابل ملاحظه ای یافته و در سال ۱۳۸۰ - ۱۳۸۱ به بیش از هفتاد هزار هکتار رسیده است. ویژگی های گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی اهمیت این محصول را بیشتر نموده و به عنوان نقطه امیدی جهت تامین روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار آمده است. در این خصوص می توان به موارد زیر اشاره کرد (۱۵):

- کلزا می تواند در تناوب با زراعت گندم و جو قرار گرفته و از تراکم آفات، بیماری ها و علف های هرز بکاهد و باعث افزایش عملکرد دانه این محصولات شود.
- در کشت پائیزه نیاز به آبیاری کمتری بوده و امکان استفاده از نزولات آسمانی پاییزه و زمستانه وجود دارد.
- کلزا دارای پتانسیل عملکرد بالا بوده و در بین دانه های روغنی از درصد دانه بالایی (۳۰ تا ۴۵ درصد) برخوردار است.
- در اراضی شالیزار بعد از برداشت برنج می توان ارقام بسیار زودرس کلزا را جهت کشت آماده نمود.
- فصل رشد کلزا با سایر دانه های روغنی متفاوت است و زمانی که ظرفیت واحدهای روغن کشی خالی است، این گیاه برداشت می شود.
- کلزا با تقدم برداشت در مقایسه با گندم زمینه لازم برای کشت دوم محصولات تابستانه را فراهم می سازد.
- با اعمال مدیریت صحیح و استفاده از روش های ساده، امکان کاشت، داشت و برداشت آن در شرایط مختلف و با امکانات محلی وجود دارد.
- به علت بقایای گیاهی مطلوب، علاوه بر تاثیر مثبت در میزان ماده آلی خاک در تامین علوفه مورد نیاز نیز موثر است.
- در توسعه صنعت زنبورداری نقش مهمی را می تواند ایفا کند.
- به علت پاییزه بودن بر خلاف سایر دانه های روغنی در رقابت با محصولات پر درآمد بهاره قرار نمی گیرد.در مناطقی که بهار، به علت محدودیت آب و همزمانی آبیاری محصولات بهاره با آخرین آب، مشکلاتی در آب دارند می توان با کشت کلزا، به ویژه ارقام زودرس این مشکل را حل نمود.

- با کشت ارقام زودرس کلزا در مناطق دیم که بارندگی پاییزه مطلوب دارند، ولی در بهار با خشکی مواجه می شوند، نتیجه بیشتر از غلات حاصل می شود (۱۵).

۲-۵- ترکیبات شیمیایی کلزا

دانه کلزا (کانولا) دارای ۴۰ تا ۴۸ درصد روغن در دانه و ۳۸ تا ۴۵ درصد پروتئین در کنجاله می باشد و میزان رطوبت آن حدود ۵ درصد است. نسبت اسیدلینولئیک به اسیدلینولنیک در روغن کلزا ۱:۲ می باشد که برای مصرف انسان نسبت متعادلی به شمار می رود. کنجاله کلزا حاوی ۱۳ درصد فیبر می باشد. وجود مقدار زیاد فیبر در کنجاله یک عامل محدود کننده در استفاده از آن به عنوان خوراک تک معده ای محسوب می شود، زیرا توان تولید انرژی در جیره غذایی را کاهش می دهد. پوسته دانه کلزا ۵/۱۶ تا ۵/۱۸ درصد وزن خشک دانه را تشکیل می دهد و ثابت شده است که رنگ پوسته دانه کلزا با ترکیب شیمیایی دانه در ارتباط می باشد(۱۵).

جدول ۲-۱. ترکیبات شیمیایی دانه وکنجاله کلزا (NRC،۲۰۰۱)

ترکیب شیمیایی	فرآورده ها(بر حسب میلی گرم)	
	دانه	کنجاله
اسید آمینه ضروری		
ایزولوسین	۳/۸۳	۳/۸۳
لوسین	۶/۷۷	۶/۷۷
لیزین	۵/۶۲	۵/۶۲
متیونین	۱/۸۷	۱/۸۷
فنیل آلانین	۴/۰۶	۴/۰۶
ترئونین	۴/۴۲	۴/۴۲
تریپتوفان	۱/۴۶	۱/۴۶
آلانین	۴/۷۳	۴/۷۳
اسید آمینه غیر ضروری		
هیستیدین	۲/۰۸	۲/۰۸
هیستین	۲/۵۴	۲/۵۴
آرژینین	۷/۰۱	۷/۰۱
ماده نامحلول درشوینده خنثی	۱۷/۸۰	۲۲/۸
ماده نامحلول در شوینده اسیدی	۶/۱۱	۵/۲۰
خاکستر	۴/۶۰	۷/۴۰
پروتئین خام	۲۰/۵	۸/۳۷

جدول ۲-۲. عناصر معدنی دانه وکنجاله کلزا(بر حسب میلی گرم) (NRC،۲۰۰۱)

مواد معدنی	دانه	کنجاله
کلسیم	۰/۴۴	۰/۷۵
فسفر	۰/۶۸	۱/۱۰
منیزیم	۰/۲۱	۰/۵۳
پتاسیم	۰/۹۱	۱/۴۱
سدیم	۰/۰۳	۰/۰۷
کلر	-	۰/۰۴
گوگرد	۰/۴۲	۰/۷۳
کبالت	-	-
مس	۱۲	۵
ید	-	-
آهن	۲۵۳	۲۹۶
منگنز	۴۸	۶۲
سلنیم	-	۱/۰۹
روی	۸۸	۶۱
مولیبدن	-	۲/۷

۲-۶- کشت و تولید کلزا

سطح زیر کشت کلزا در جهان براساس سازمان خواربار و کشاورزی جهانی، در سال ۲۰۰۰ سطح زیر کشت کلزا در جهان ۲۶۸۴۴۶۷۸ هکتار بوده است (۱۲). هند وچین و کانادا ۷۰ درصد سطح زیر کشت را به خود اختصاص دادند. اما ایران تنها ۰/۰۶ درصد این سطح کشت را به خود اختصاص می دهد. در سال ۲۰۰۰ تولید کلزا در جهان ۳۹۵۱۸۷۴۸ تن برآورد شده که در این بین چین رتبه اول را در این زمینه داراست (۱۱).

در حال حاضر سطح زیرکشت کلزا استان مازندران حدود ۳۱۵۸۱ هکتار برآورد شده است که معادل ۴۱ درصد سطح زیر کشت کشور است که (۱۰۰ درصد) به صورت دیم بوده است (۱۲). میزان تولید کلزا حدود ۶۴۹۱۹ تن برآورد شده است که ۱۰۰ درصد مابقی از کشت دیم به دست آمده است (۱۵). ارقام کشت شده در استان شامل ارقام ساری گل، هایولا ۴۰۱، اپشن ۵۰۰ می باشد (۱۵).

۲-۷- پس مانده های کشاورزی

۲-۷-۱- ترکیب پس مانده های کشاورزی

پس مانده های کشاورزی شامل موادی هستند که پس از برداشت و استحصال محصولات اصلی حاصل از زراعت بر جای می مانند. هرچند خوراک دام و طیور نسبت به غذاهای انسانی از تنوع کیفی و کمی بیشتری برخوردارند، اما دامنه تغییرات و تفاوت های مواد مغذی در فراورده های فرعی و پس مانده های کشاورزی به مراتب از وسعت بیشتری برخوردار می باشند. زیرا علاوه بر اثرات اقلیمی و منطقه ایی روش های استحصال و فراوری تکنولوژی منطقه ای نیز بر ارزش تغذیه ای آن ها موثر است. کاه غلات و حبوبات بسته به روش برداشت محصول و نحوه جمع آوری و استحصال کاه، دارای کیفیت متفاوتی خواهد بود. مثلا اگر محصول با کمباین برداشت شود نسبت برگ و ساقه جمع آوری شده در کاه جمع آوری شده کمتر خواهد بود که این تغییر نسبت باعث کاهش ارزش تغذیه ای آن می گردد (۳).

پس مانده های کشاورزی از مواد خشبی تشکیل شده اند و مقدار قابل توجهی از منابع خوراک دام را به خود اختصاص داده اند. از خصوصیات عمده این دسته از خوراک ها حجیم بودن، دارا بودن درصد بالایی از الیاف خام و لیگنین، پایین بودن ارزش تغذیه ای و ارزش هضمی، پایین بودن پروتئین خام و عدم خوشخوراکی آن ها می باشد (۳).

۲-۷-۲- انواع پس مانده های کشاورزی

پس مانده های کشاورزی به سه دسته تقسیم می شود:

- **کلش**: باقی مانده ساقه‌هایی که بعد از درو در زمین باقی می ماند کلش نامیده می شود (۱۲).
- ***کاه:*** به آن قسمت از برگ و ساقه که درو می گردد کاه گفته می شود. در بعضی از تحقیقات اشاره شده که محور گل آذین خوشه را شامل نمی شود. زیرا این قسمت در نتیجه درو حذف می شود (۱۲).
- **پوشال**: پوسته خارجی دانه، مقداری دانه و کمی کاه خرد شده را پوشال می گویند. پوشال اولین قسمتی است که توسط حیوان مصرف می شود (۱۲).

۲-۸- ترکیبات لیگنوسلولزی

لیگنوسلولزها بزرگترین ماده تولیدی درطبیعت می باشند که با دارا بودن ۶۰ الی ۷۰درصد پلی ساکاریدهای طبیعی در ساختارشان می توانند به عنوان یکی ازچشم اندازهای آینده بشری برای غذا و انرژی باشند. ازجمله ارزان ترین مواد لیگنوسلولزی کاه می باشد که با داشتن حدود ۶۵ درصد پتانسیل مواد قندی هیچ استفاده خاصی درکشور ما ندارد. مشکل اصلی در استفاده از لیگنوسلولزها غیرقابل استفاده بودن قندهای آن به شکل پلیمرهای سنگین قندی مثل سلولز و همی سلولز می باشد. به علت تولید مداوم این مواد، با توجه به این که ۴۰ درصد توده زنده تولیدی توسط فرایند

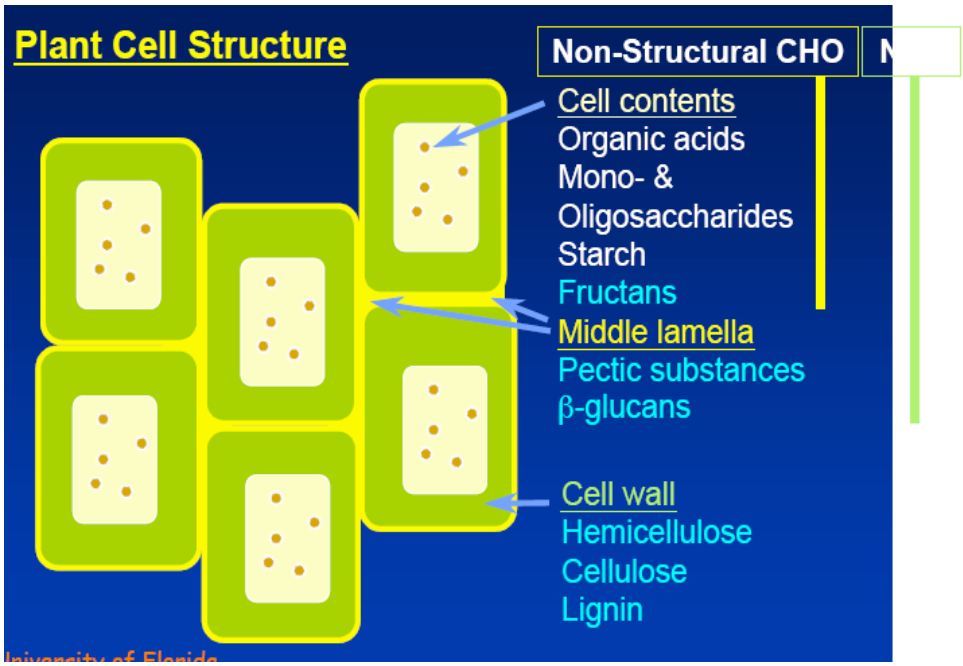
فتوسنتز در پایان هر سال زراعی را فرایند های کشاورزی تشکیل می دهند. سلولز و همی سلولز منابع انرژی قابل تجدید بر روی زمین محسوب می شوند (۵ ، ۳۷).

۲-۹- دیواره سلول

ضخامت دیواره سلولی گیاهی به عواملی چون سن، نوع گیاه، زمان و فصل رویش و بسیاری از عوامل دیگر که در هضم علوفه و گیاه موثر هستند، بستگی دارد. یک برش عرضی از ساقه نشان می دهد که آن از سه لایه (اسکلرانشیم، پارانشیم و مغز درونی) تشکیل شده است. اسکلرانشیم بافتی است که از یک لایه لیگنینی شده و یک دیواره ضخیم از سلول های مرده تشکیل شده است (۴). پارانشیم از یک دیواره سلولی زنده تشکیل شده است و مغز درونی یک بافت سلولی اسفنجی دارد. با نگاهی دقیق تر به ساختار دیواره سلولی ابتدا یک مجرای سلولی می توان دید و سپس دیواره ثانویه سلولی، لاملای میانی و دیواره سلولی اولیه دیده می شود (۷۱).

یک سلول لیگنینی شده کاه، توسط دیواره اولیه احاطه می شود. بین دیواره سلول های مجاور، توده بین سلولی وجود دارد. دیواره اولیه از تعداد اندکی فیبریل های سلولزی تشکیل شده است که اغلب فاقد آرایش منظم اند و پیوندهای ضعیفی با پلیمر پکتیک همی سلولز و ساختارهای پروتئینی ایجاد می کند. لاملای میانی فاقد هرگونه سلولز است و بیشتر پکتین دارد. مولکول های سلولز و همی سلولز در داخل لاملای میانی، یک دیواره ثانویه با لایه های بیشتر و یک ساختمان متفاوت لیفی تشکیل می دهند. پس از متوقف شدن افزایش ضخامت دیواره سلولی، تشکیل لیگنین بسیار تشدید می گردد. لیگنین ابتدا درگوشه های سلول های دیواره اولیه و سپس در دیواره ثانویه انباشته می شود. وقتی تجمع لیگنین تکمیل شد، سلول می میرد (۴، ۷۱).

شکل ۲-۱ شکل شماتیک دیواره سه لایه سلول گیاهان



۲-۱۰- ترکیبات شیمیایی دیواره سلول

ترکیبات اصلی موجود در دیواره سلولی گیاهان، سلولز، همی سلولز، پکتین، لیگنین و غیره می باشند.

۲-۱۰-۱- سلولز

سلولز فراوان ترین ماده تشکیل دهنده الیاف در گیاهان است که نیروی مقاوی در برابر کشش ها به گیاهان می دهد. هم چنین از لحاظ شیمیایی سلولز به عنوان پلی ساکارید ها طبقه بندی می شوند. چون آن ها ملکول های درشتی هستند و از تعداد قابل توجهی گلوکز که در زنجیره های بلندی متراکم شده اند، ترکیب شده است. نشاسته الیاف نیستند و از تعداد زیادی ملکول تشکیل شده است، ولی در نوع پیوند شیمایی بین ملکول های گلوکز از سلولز متفاوتند. سلولز یک هموپلی ساکارید خطی است که بیش از ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ واحد بتا-دی گلوکز با پیوند بتا(۱-۴) تشکیل شده است. رشته های منفرد سلولز با یکدیگر به صورت جانبی پیوندهای هیدروژنی متعددی برقرار می نماید که این حالت باعث ایجاد میکروفیل ها می شود که نهایتاً به استحکام گیاه کمک می کند. نشاسته پیوند گلیگوزیدی الفا دارد که با پیوند بتا سلولز فرق دارد. پیوند بتا سلولز به ۲ علت مهم است:

- □ اولاً پیوند بتا در سلولز در برابر کشش ها بسیار مقاوم است.
- □ ثانیا دستگاه گوارش حیوانات تک معده ای آنزیمی ندارد که بتواند این نوع پیوند را بشکند، ولی سلولز با این پیوند توسط میکروارگانیسم های شکمبه تخمیر می شود (۲۲).

۲-۱۰-۲- همی سلولز

همی سلولز دومین قسمت تشکیل دهنده الیاف است. همان گونه که از اسم آن مشخص است، این ترکیبات شبیه سلولز است و از نظر مقاومت به عوامل شیمیایی نسبت به سلولز متفاوت است و قابلیت هضم آن ها کمتر است. همی سلولز بر خلاف سلولز ها مخلوطی از پلی ساکاری های کمپلکس با واحدهای ساختمانی قندهای ساده هستند. که اغلب قند ۵ کربنه دارند. پنتوزان ها ۲۰ درصد کربوهیدرات های کمپلکس علوفه را تشکیل می دهد و از اجزای عمده چوب ذرت و پوسته یولاف هستند. ملکول های ساده به کار رفته در ترکیب همی سلولز دی گلوکز، دی گالاکتوز، دی مانوز، دی زایلوز و ال آرابینوز هستند که با پیوندهای مختلف با یکدیگر در ارتباط هستند. لایه زاینده همی سلولز شامل زایلان است. زایلان ها در حدود ۵۰ تا ۲۰۰ واحد زایلوز با پیوند (۱-۴) بتا تشکیل شده است (۲۲).

۲-۱۰-۳- پکتین

پکتین ها گروهی از پلی ساکاریدهای عمده در بافت نرم گیاهان هستند. پکتین زنجیره خطی از واحدهای دی گالاکتورونیک اسید همراه با مقداری استر متیل است (۵).

۲-۱۰-۴- لیگنین

لیگنین پلیمر فنلی مهمی است که در دیواره سلولی ثانویه گیاهان با ساختار سه بعدی دیده می شود. از فراوان ترین پلیمرهای تجدیدنشدنی در طبیعت محسوب می شود. شیمیدان های چوب اولین بار لیگنین را به عنوان ترکیب پلی فنلی نامحلول غیر قابل هضمی مشخص کردند که با جدا کردن پی در پی ترکیبات قابل عصاره گیری با حلال و به دنبال آن با اسید سولفوریک ۷۲ درصد، رقیق کردن با آب و تکرار این مراحل به دست می آید. ماده نامحلول باقی مانده لیگنین کلاسون خوانده می شود. روش کلاسون به عنوان معیاری برای ارزیابی لیگنین مورد استفاده قرار می گیرد. ۲۵ درصد دیواره سلولی گیاه را لیگنین تشکیل می دهد، که باعث استحکام گیاهان می گردد و گیاه را در مقابل عوامل فاسدکننده محافظت می کند. رابطه مقاومت و غیرقابل هضم بودن لیگنین مبنای این نظریه بیولوژیکی است که سیستم های گیاهی از لیگنین به عنوان جز غیر قابل تجزیه در محافظت خود در برابر گیاه خواران استفاده می کنند (۷۵، ۱۱۴). لیگنین از سه ترکیب اساسی پروپان مشتق شده است. در هنگام لیگنینی شدن اسیدهای فنلی شامل اسید فرولیک و اسیدپ-کوماریک در دیواره سلولی جذب شده و به سرعت با مولکول های همی سلولز، پیوندهای استری ایجاد می کند. همچنین به غیر از اشکال ترانس اسید پ-کوماریک و اسید فرولیک اشکال دیگری از اسیدهای فنلی در کاه غلات دیده می شود (۷۵). اخیرا با استفاده از روش اسپکتروسکوپی چند بعدی، همراه با مواد نشان دار شده با کربن ۱۳، مطالعاتی در زمینه شناخت ساختار زنجیره لیگنین در بافت های خشبی گیاهان صورت گرفته است (۳۹).

لیگنین مهمترین عامل محدودکننده قابلیت استفاده ترکیبات دیواره سلولی گیاهان برای حیوانات علفخوار و نشخوارکننده و سیستم های بی هوازی است. برای شناخت مسیر متابولیکی و مولفه های آنزیمی موثر در سیستم تجزیه پذیری لیگنین از روش های بیوشمیایی آنزیم شناسی، بیولوژی و ملکولی استفاده می شود (۳۹). لیگنین سخت ترین جزء دیواره سلولی است، لذا نسبت های بالای لیگنین باعث کاهش قابلیت زیست فراهمی لایه های زیرین آن می شود. اثرات عمده لیگنین بر قابلیت دسترسی دیگر اجزاء دیواره سلولی محدودیت فیزیکی و کاهش سطوح موجود برای نفوذ و فعالیت آنزیم می باشد. به هرحال، انرژی زیادی از تغذیه دیواره سلولی در مواد خوراکی حاوی لیگنین بالا حاصل نمی شود. قابل توجه است که شناخت سیستم های تجزیه پذیری لیگنین و استفاده از آن سیستم ها باعث بهره برداری موثر از بیوماس تولیدی، ایجاد تکنیک های غیر آلاینده در جنگل ها و همچنین پاکسازی مواد زایدسمی می گردد (۷۵، ۹۱). تنوع بیولوژیکی لیگنین بیانگر این امر است که لیگنین گرامینه ها به واسطه داشتن اتصالات استری زیاد متنوع بوده و در حالی که اتصالات استری در لگوم ها وجود ندارد. همچنین در گرامینه ها صابونی شدن با قلیا باعث محلول شدن قابل

ملاحضه ای از لیگنین می شود و اثرات زیادی روی قابلیت هضم دارد. اما این مسله در مورد لگومینه ها به علت محلول شدن اندک لگنین اثرات کمی بر روی قابلیت هضم دارد (۴۲).

۲-۱۰-۵- سیلیس

سیلیس به صورت گسترده ای در مورد مواد خوراکی یافت شده ودر عمل احتمال برخورد به موارد کمبود آن بسیار ناجیز است. کالیزل (۱۹۷۸) بیان کرد که کمبود سیلیس در حیوانات باعث عدم ساخت طبیعی کلاژن می شود که نتیجه آن اختلال در تشکیل استخوان می شود. غلات علوفه ای و بذور غلات می تواند حدود ۱۴ تا ۱۹ گرم سیلیس در کیلوگرم ماده خشک باشند. در برخی گیاهان مرتعی تا حدود ۲۸ گرم ماده خشک مشاهده شده است. وجود سیلیس زیاد در برخی از مواد غذایی، کاه برنج، قابلیت هضم مواد آلی را کاهش می دهد. در علوفه بالغ سیلیس به شکل ذرات جامد است. که سخت تر از بافت دندان بوده و منجر به تضعیف دندان در گو.سفندان می شود (۸۹). کاه برنج کمترین لیگنین و بیشترین سیلیس را نسبت به دیگر غلات دارد. در بین کاه ها تفاوت ژنتیکی وجود دارد اما نباید اثرتفاوت محیطی را کم اهمیت جلوه داد. امروزه در اصلاح گیاه برای پرورش گیاهانی که کوتاه تر ولی محصول بیشتری بدهد تلاش می شود. این پیشرفت کمیت، مقدار کاه را کاهش داده است ولی ارزش غذایی را کاهش نداد.

سیلیس و لیگنین فاکتورهای محدود کننده اصلی در کیفیت کاه می باشند. سیلیکون یک عنصر غذایی به علت وفور شیمیایی آن در گیاهان بسیار زیاد یافت می شود. سیلیکون چندین نقش در کاه را در بر دارد: سنتز کربوهیدرات دانه، سنتز فنولیک و حفظ و نگهداری دیواره سلولی گیاه است. اثرات آمونیاک و اوره روی سیلیس شکستن لایه های سیلیس گیاه است. سیلیس در واکنش اثر تقابل با هیدروکسید سدیم حل نمی شود (۱۴۵).

۲-۱۱- کاه

کاه عبارت است از ساقه خشک گیاهان تیره غلات و بقولات که پس از کوبیدن و جدا کردن دانه به دست می آید. مهم ترین کاه ها در سطح دنیا کاه گندم، جو، برنج (شلتوک)، ذرت و ارزن می باشد. پوشینه دانه ها و سبوس، تکه های شکسته دانه ها نیز دیگر محصولات فرعی غلات هستند که در طی جداسازی دانه ها به دست می آیند (۱۲۹).

۲-۱۲- انواع روش های به کارگیری کاه:

از کاه به دست آمده استفاده های زیادی می شود. مهمترین کاربردهای کاه عبارتند (۱۱):

- □ سوزاندن مستقیم
- □ هضم بی هوازی
- □ تبدیل کاه به گاز

- □ تولید ذغال
- □ تولید سوخت مایع
- □ کاه منبع تولید پروتئین و ویتامین
- □ کاه بستر پرورش حیوان اهلی
- □ کاه تولیدات صنعتی
- □ کاه ماده اولیه در رشد قارچ

۲-۱۳- اهمیت استفاده از کاه در تغذیه نشخوارکنندگان

در مقیاس جهانی کل تولید کاه ها و مواد وابسته جهت تامین احتیاجات نگهداری کلیه نشخوارکنندگان دنیا کافی است. نشخوارکنندگان تبدیل کنندگان ارزشمندی هستند که خوراک های الیافی و فرآورده های فرعی و ضایعات غیر قابل استفاده توسط انسان و دیگر حیوانات تک معده ای را مصرف نموده و آن ها را به خوراک های مغذی همچون گوشت و شیر تبدیل می کنند (۱۸).

برای این که حیوان نشخوارکننده دارای عملکرد قابل قبولی باشد، باید نیازهای میکروارگانیسم های شکمبه با توجه به سطح تولید تامین شود. یکی از این نیازها تامین و تغذیه به مقدار کافی الیاف موثر است. کربوهیدرات ها منبع عمده انرژی در جیره غذایی نشخوارکنندگان هستند و از ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل جیره را تشکیل می دهند. کربوهیدرات ها به طور کلی تحت عنوان ساختمانی و غیر ساختمانی تقسیم می شوند (۲۰).

قند ها، نشاسته، اسیدهای آلی و سایر کربوهیدرات های ذخیره ای نظیر فروکتان ها بخش عمده کربوهیدرات های غیرساختمانی (NSC)[۱] را تشکیل داده و منابع اصلی انرژی هستند. کربوهیدرات های ساختمانی در دیواره سلول های گیاهی یافت می شوند. الیاف حاصل از شوینده خنثی بیشتر ترکیبات ساختمانی سلول های گیاهی یعنی سلولز، همی سلولز و لیگنین را اندازه گیری می کند. ماده نامحلول درشوینده خنثی بهترین معیار از موادی است که به کندی هضم می شوند و رابطه عکس با مصرف اختیاری خوراک دارد. ترکیب شیمیایی ماده نامحلول درشوینده خنثی (نسبت های سلولز، لیگنین و مقداری پروتئین) قابلیت هضم بخش ماده نامحلول درشوینده خنثی را متاثر می کند. پکتین و بتا گلوکان ها که بخشی از دیواره سلولی هستند، جزیی از کربوهیدرات های غیرساختمانی را شامل می شود، زیرا آن ها به سرعت تخمیر شده و به راحتی قابل هضم می باشند (۲۰).

وجود مقادیر کافی از الیاف موثر برای ایجاد و حفظ توده فیبری، انجام عمل نشخوار و تولید حجم مناسب بزاق برای بافرسازی شکمبه جهت رشد و نمو میکروارگانیسم ها، تولید پروتئین میکروبی و عملکرد صحیح شکمبه ضروری است (۲۰).

---

[۱]-Non-stractural carbphydrate