

نام خانوادگی: بهروز	نام: محمد
عنوان پایان نامه: مقایسه عملکرد کمی و کیفی علوفه در دو الگوی کشت مخلوط ذرت/ آمارانت و ذرت/ ماش	
استاد راهنما: دکتر امیر آینه بند	استاد مشاور: مهندس عبدالحمید افشار
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی کشاورزی
محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز	گرایش: زراعت
محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز	دانشکده: کشاورزی
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۰۳/۲۵	تعداد صفحه: ۱۲۱
واژه های کلیدی: ذرت، آمارانت، ماش، کشت مخلوط، عملکرد علوفه	
چکیده فارسی	
<p>به منظور بررسی اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد کمی و کیفی علوفه در گیاهان ذرت، آمارانت و ماش، آزمایشی طی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه‌ی تحقیقاتی شرکت کشت و صنعت شهید بهشتی واقع در شهرستان دزفول انجام گرفت. این آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار و به روش جایگزینی اجرا شد. فاکتور اول شامل الگوهای مختلف کشت مخلوط در دو سطح (الگوی کشت مخلوط ذرت/ آمارانت و الگوی کشت مخلوط ذرت/ ماش) و فاکتور دوم نیز شامل نسبت‌های مختلف کشت گیاهان زراعی در مخلوط در پنج سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از هر یک از گیاهان زراعی) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت/ آمارانت وزن برگ، وزن ساقه، وزن کل مخلوط، درصد پروتئین مخلوط و همچنین نسبت وزن ساقه به کل بیشتری در مقایسه با الگوی کشت مخلوط ذرت/ ماش تولید کرد. در مقابل صفاتی همچون نسبت برابری زمین، نسبت وزن برگ به ساقه و نسبت وزن برگ به کل در الگوی کشت مخلوط ذرت/ ماش بهتر بودند. در بین نسبت‌های مختلف کشت نیز نسبت کشت (۲۵:۷۵) دارای بیشترین نسبت برابری زمین و درصد پروتئین مخلوط بود. در حالیکه بیشترین وزن کل علوفه مخلوط و نسبت وزن ساقه به کل نیز در نسبت کشت (۱۰۰:۰) (شرایط تک کشتی ذرت) به دست آمد. وزن کل علف-های هرز و تعداد آنها نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت به طوری که کمترین وزن علف‌های هرز در الگوی کشت مخلوط ذرت/ ماش در نسبت کشت (۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد ماش) و کمترین تعداد آنها در تک‌کشتی آمارانت به دست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که کشت گیاهان ذرت، آمارانت و ماش در شرایط مخلوط عملکرد علوفه بیشتری در مقایسه با تک‌کشتی هر یک از گیاهان تولید می‌کند. بعلاوه کیفیت علوفه مخلوط نیز بهتر از شرایط تک‌کشتی آنها بود. لذا به نظر می‌رسد که اجرا و توسعه کشت مخلوط ذرت با هر یک از گیاهان آمارانت و ماش در منطقه، به لحاظ زراعی و اقتصادی امکان‌پذیر می‌باشد.</p>	

۱-۱- اهمیت گیاهان علوفه‌ای

علوفه به موادی گفته می‌شود که از نباتات مختلف علوفه‌ای به دست آمده و به صورت تازه، خشک و یا سیلو شده به مصرف تغذیه دام می‌رسد (۷). گیاهانی که منحصراً به منظور تغذیه دام‌های اهلی کشت می‌شوند و پیش از رسیدگی کامل، قسمت‌های هوایی آنها (ساقه، برگ‌ها و در برخی موارد گل‌آذین) برداشت و جهت تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرد را گیاهان علوفه‌ای می‌نامند. این علوفه ممکن است به صورت سبز و تازه مورد استفاده قرار گیرد و یا پس از تقلیل میزان رطوبت و بسته بندی (علوفه خشک) مصرف گردد و یا به صورت سیلو شده و در فصل مقتضی به مصرف برسد. در بسیاری از موارد ممکن است دام از ساقه‌ها و برگ‌های جوان و شاداب گیاهان علوفه‌ای در مزرعه استفاده نماید که به این حالت چرای دام گفته می‌شود و زمینی که این گیاهان در آن به طور طبیعی یا با اجرای عملیات زراعی و بذرکاری روییده می‌شوند چراگاه یا مرتع نامیده می‌شود (۷ و ۳۴). با توجه به این که نیازمندی‌های مردم کشور به گوشت، شیر و سایر فراورده‌های دامی با افزایش جمعیت روز به روز افزایش می‌یابد، بنابراین برای حفظ تعادل بین تغذیه دام و تولید محصول دامی و جلوگیری از خطر کمیابی فراورده‌های دامی لازم است اقدامات اساسی جهت زراعت گیاهان علوفه‌ای صورت پذیرد تا از این راه مشکل تغذیه دام، کمبود و گرانی فراورده‌های دامی که نتیجه آن سوء تغذیه و مشکلات بهداشتی فراوان برای بشر است، حل گردد. متأسفانه در کشور ما به تولید گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر محصولات زراعی کمتر توجه شده است. از سویی عدم توجه به افزایش کمی و کیفی علوفه موجب کمبود گوشت و مواد لبنی و کاهش کیفیت آنها شده و از سوی دیگر چرای بی رویه دام در مراتع منجر به نابودی بخش عظیمی از پوشش گیاهی موجود و فرسایش خاک شده است. از این رو توجه به کشت محصولات علوفه‌ای با شیوه علمی به خصوص در کشور ما که با رشد زیاد جمعیت و کمبود مراتع غنی روبروست، اهمیت خاصی دارد.

در سال‌های اخیر، افزایش قیمت غلات به دلیل بحران انرژی منجر به افزایش اهمیت استفاده از گیاهان علوفه‌ای شده است. زیرا مصرف غلات فقط نیاز غذایی جمعیت رو به رشد انسان را تأمین کرده و مصرف آنها به عنوان غذای دام میسر نیست. قابلیت تولید غیر مستقیم پروتئین و چربی از طریق دام‌ها در مراتع و چراگاه‌ها بیشتر و با صرفه‌تر از دیگر بخش‌های کشاورزی است. در جهانی با نرخ بالای رشد جمعیت چنین منابع ارزشمندی مستلزم مطالعه دقیق، ارزیابی و شناخت بیشتر است. با توجه به اینکه زراعت گیاهان علوفه‌ای به تعداد کارگر و هزینه زیاد احتیاج نداشته و مزایای زیادی نیز دارا می‌باشد، در نتیجه می‌توان زراعت آنها را در سطح وسیعی گسترش داده و بهره‌برداری از دام و در نتیجه تولید مواد غذایی و تهیه کود لازم را برای مصارف کشاورزی توسعه داد (۷).

زراعت گیاهان علوفه‌ای چه به صورت خالص و چه به صورت مخلوط (گیاهان خانواده گرامینه و بقولات) بخش مهم خوراک دام‌های کشور را تأمین می‌کند. افزایش سطح زیر کشت و میزان محصول تولید شده توسط این گیاهان توانایی کشاورزان برای نگاهداری دام‌های شیری و پرواری را بیشتر می‌کند. این امر منجر به بهبود وضع معیشت کشاورزان و مهمتر از همه تقویت بنیه اقتصادی کشور می‌شود (۷).

کشت گیاهان علوفه‌ای و ایجاد چراگاه در تناوب‌های صحیح زراعی و مصرف کود و سایر عملیات زراعی مزایای فراوانی دارد. از جمله این مزایا، ازدیاد و تجدید مواد آلی خاک، جلوگیری از فرسایش خاک، متوقف ساختن تشکیل و توسعه مسیل‌ها و آبکندها، اصلاح خاک زراعی و در نتیجه حل مشکلات حفاظت خاک و بسیاری مسائل دیگر می‌باشد که با اجرای روش‌های صحیح می‌توان از سطحی نسبتاً محدود، مقدار محصول بیشتری به دست آورده و هزینه تولید را در واحد سطح به حداقل رسانید (۷، ۳۴ و ۵۸).

۱-۲- گیاهان علوفه‌ای خانواده غلات

تعداد قابل توجهی از گیاهان خانواده گرامینه یا تیره غلات به منظور تهیه علوفه سبز، علوفه خشک، احداث چراگاه‌های دائمی و یا موقتی به صورت خالص و یا مخلوط با گونه‌هایی از گیاهان خانواده بقولات و همچنین استفاده از دانه آنها برای تأمین غذای انسان و خوراک دام کشت و کار می‌شوند (۷). گونه‌های زراعی این خانواده در دو گروه بزرگ سردسیری و گرمسیری جای می‌گیرند. همچنین گونه‌هایی یافت شده که معمولاً یک ساله‌اند و از دانه و شاخ و برگ آنها استفاده می‌شود. عده‌ای دیگر نیز دائمی یا چند ساله هستند که ساقه و برگ آنها برای تأمین علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا برای احداث مرتع کشت می‌شوند (۱، ۷ و ۱۰). گیاهان دائمی خانواده گرامینه سهم قابل توجهی از مراتع و علوفه خشک مورد نیاز دام‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و تا کنون حدود ۶۰ گونه از آنها که در تأمین علوفه و احداث چراگاه اهمیت اقتصادی قابل ملاحظه‌ای دارند شناخته شده است. گرامینه‌های یک ساله بر خلاف چند ساله‌ها تقریباً تمام ماده اندوخته‌ای کربوهیدرات خود را در بذر ذخیره می‌کنند. بخش رویشی این گونه‌ها که پیش از تشکیل کامل دانه برداشت می‌شود علوفه‌ای عالی به شمار می‌رود (۷ و ۱۰). بنابراین برای به دست آوردن یک محصول متوازن و قابل هضم از گیاهان یک ساله این خانواده باید پیش از خشبی شدن و انتقال کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای از برگ‌ها و ساقه‌ها به درون بذر، آنها را برداشت کرد. اساساً گیاهان خانواده گرامینه از دو طریق نیازهای ما را بر طرف می‌کنند: نخست به شکل محصولات غله‌ای که هیدرات کربن و بخش اصلی رژیم غذایی ما را تشکیل می‌دهند و دوم اینکه دام‌ها که پروتئین و چربی رژیم غذایی ما را فراهم می‌آورند از علوفه این تیره تغذیه می‌شوند. مهمترین انواع غلات که ممکن است به صورت سبز و به عنوان علوفه دامی مورد مصرف قرار گیرند عبارتند از: ذرت، ذرت خوشه‌ای، جو، چاودار و تعداد زیادی از گراس‌ها که اکثر آنها معمولاً به صورت سبز مصرف شده و کمتر به عنوان علوفه خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته تعدادی از آنها مانند ذرت ممکن است به صورت سیلو نیز مورد استفاده قرار گیرند (۱، ۷ و ۱۰).

۱-۳- گیاهان علوفه ای خانواده بقولات

خانواده بقولات (حبوبات) از خانواده‌های مهم و پر ارزش گیاهان زراعی به شمار می‌آیند که شامل انواع گونه‌های علفی، درختچه‌ای، درختی، یکساله و یا چندساله بوده و بسیاری از آنها دارای ساقه‌های راست و افراشته می‌باشند (۶ و ۷). بقولات حدود ۶۰۰۰ سال است که کاربرد کشاورزی دارند و گروهی از گیاهان هستند که برای کشاورزی در سراسر جهان از بیشترین اهمیت برخوردارند. تهیه و تولید گیاهان پروتئین‌دار و پر ارزش برای دام‌هایی که مورد استفاده انسان قرار دارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا برای دام‌هایی که احتیاج به مقدار پروتئین بیشتری دارند باید از غذاهای مکمل و دانه‌های حاوی پروتئین استفاده شود، لذا برای جبران این کمبود از علوفه خانواده بقولات که دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای مواد پروتئینی است استفاده می‌شود. علوفه حبوبات علاوه بر غنی بودن از نظر پروتئین، باعث خوش‌خوراکی جیره غذایی نیز می‌شود و به همین دلیل، بهترین مواد ازته در تغذیه دام‌ها بوده و به جبران کمبود پروتئین علوفه غلات کمک می‌کند. میزان پروتئین علوفه گیاهان بقولات از مقدار پروتئین موجود در سایر گیاهان علوفه‌ای بیشتر است و بنابراین با مصرف آن پروتئین لازم و مورد نیاز دام از نظر توازن جیره غذایی به مقدار قابل ملاحظه‌ای تأمین می‌شود (۶). همچنین از نظر ویتامین‌های A، D و سایر ویتامین‌ها غنی‌ترین علوفه بوده و کشت مخلوط آنها با غلات موجب افزایش میزان پروتئین علوفه مخلوط می‌شود. از سایر خواص ویژه گیاهان علوفه‌ای این خانواده، استعداد همزیستی آنها با برخی از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن است که در نتیجه این همزیستی نیتروژن موجود در هوا توسط این باکتری‌ها با سایر مواد شیمیایی ترکیب شده و گیاهان مجاور قادر به استفاده از نیتروژن تثبیت شده برای رشد و نمو خود هستند (۶، ۷، ۳۴ و ۵۸). حداقل میزان نیتروژنی که معمولاً گیاهان خانواده بقولات در یک هکتار تثبیت و به خاک اضافه می‌کنند برای یونجه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، شبدر ۱۱۵ کیلوگرم، سویا ۶۰ کیلوگرم، شبدر قرمز ۱۱۴ کیلوگرم، شبدر هیبرید ۱۱۹ کیلوگرم، شبدر سفید ۱۰۲ کیلوگرم، ماشک گل خوشه‌ای ۸۰ کیلوگرم، عدس ۱۰۳ کیلوگرم، شنبلیله ۸۲ کیلوگرم، بادام زمینی ۴۲ کیلوگرم و نخود ۶۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (۶).

۴-۱- ذرت

۴-۱-۱) سطح زیر کشت و میزان تولید ذرت علوفه‌ای

از استان‌های عمده تولیدکننده ذرت علوفه‌ای می‌توان تهران، اصفهان، فارس، خوزستان، قزوین، خراسان، مرکزی، اردبیل، گلستان، کرمان و مازندران را نام برد که در سال ۱۳۸۲ با تولید بیش از ۳۱۰۰ هزار تن معادل ۹۰ درصد سهم تولید ذرت علوفه‌ای کشور را به خود اختصاص داده‌اند. حداقل در بیش از ۲۰ استان کشور پتانسیل تولید ذرت علوفه‌ای وجود دارد و بازار مصرف آن نیز به دلیل توسعه دامداری‌های صنعتی رو به گسترش می‌باشد (۳).

جدول ۱-۱ نشان می‌دهد که در ده ساله گذشته سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای روند صعودی داشته و از ۳۳ هزار هکتار در سال ۱۳۷۴ به ۱۰۰ هزار هکتار در سال ۱۳۸۳ افزایش یافته است، که این افزایش در حدود سه برابر می‌باشد. به موازات آن، تولید از ۱۳۸۷ هزار تن به ۴۵۶۷ هزار تن افزایش یافته که ۲۲۹ درصد رشد نشان می‌دهد، در حالی که میزان عملکرد تنها ۸/۷ درصد رشد داشته است. از جمله دلایل ثابت ماندن میزان عملکرد ذرت علوفه‌ای در ده سال گذشته، کشت مداوم یک رقم (رقم هیبرید ۷۰۴) در مزارع سراسر کشور و نبود جایگزین مناسب برای این رقم است. این بررسی ضرورت ایجاد تنوع در ارقام ذرت علوفه‌ای را کاملاً مشخص می‌نماید. در نهایت در سال ۱۳۸۸ سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای به حداکثر رسیده (۱۲۰۰۰ هکتار) و همچنین تولید به حدود ۵۴۰۰ هزار تن رسیده است. این آمار نشان دهنده وجود پتانسیل بالا جهت افزایش تولید ذرت علوفه‌ای در کشور است و تنها نیاز اولیه آن، متنوع ساختن ارقام مورد کشت می‌باشد (۳).

جدول ۱-۱- سطح زیر کشت، عملکرد و تولید ذرت علوفه‌ای در دهه ۸۳-۱۳۷۴

موضوع سال	سطح زیر کشت (هکتار)	تولید (تن)	عملکرد (کیلوگرم)
۱۳۷۴	۳۳۳۳۸	۱۳۸۷۱۳۸	۴۱۶۰۸
۱۳۷۵	۴۹۲۹۱	۱۹۹۵۸۴۷	۴۰۴۹۱
۱۳۷۶	۶۲۳۲۹	۲۵۸۴۴۳۳	۴۱۴۶۴
۱۳۷۷	۵۴۶۳۶	۲۳۹۹۱۶۹	۴۳۹۱۲
۱۳۷۸	۵۰۶۵۲	۲۲۲۹۴۴۰	۴۴۰۱۵
۱۳۷۹	۵۹۱۰۹	۲۵۱۷۳۸۹	۴۲۵۸۹
۱۳۸۰	۶۸۱۵۷	۲۹۵۶۶۳۹	۴۳۳۸۰
۱۳۸۱	۶۶۳۶۶	۲۹۵۰۱۸۹	۴۴۴۵۳
۱۳۸۲	۷۵۲۰۰	۲۹۷۰۴۰۰	۳۹۵۰۰
۱۳۸۳	۱۰۰۹۷۰	۴۵۶۷۹۲۵	۴۵۲۴۰
متوسط ده ساله	۶۲۰۰۵	۲۶۵۵۸۵۷	۴۲۸۳۳
۱۳۸۸	۱۲۰۰۰۰	۵۴۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰

۱-۴-۲- منشأ و پیشینه ذرت

منشأ اولیه ذرت آمریکای مرکزی است. ذرت اصلی ترین زراعت جهت تأمین مواد غذایی در آمریکای شمالی، مرکزی و جنوبی قبل از کشف قاره جدید بوده است (۱۰ و ۱۰). پژوهش‌های باستان‌شناسی در کشور مکزیک مشخص نموده است که ذرت حدود ۴۵۰۰ سال قبل از میلاد در آن مکان کشت گردیده است. وجود بوته ذرت در دست Taloc Aztec (خدای باران) متعلق به تمدن‌های قدیم مکزیک، دلیل بر کشت آن در زمان‌های بسیار دور است (۱۰). ذرت نه تنها به عنوان غذای اصلی مردم محسوب می‌شده، بلکه نقش و اهمیت بسیار مهمی در زندگی مردم، آداب و رسوم مذهبی و تاریخ مردم آمریکای جنوبی، مرکزی و شمالی داشته است. پس از کشف قاره آمریکا توسط کریستوف کلمب در سال ۱۴۹۳ ذرت وارد اسپانیا گردید و از آن جا به ایتالیا، پرتغال و سایر کشورهای اروپایی گسترش یافت. پرتغالی‌ها در اوایل قرن شانزدهم میلادی ذرت را وارد اندونزی، آفریقا، هندوستان و چین نمودند. زراعت ذرت در اواخر قرن شانزدهم میلادی در چین انجام می‌گرفته است. پس از ورود ذرت به اروپا به ویژه در جنوب و غرب اروپا (قرن ۱۶ تا ۱۹) تا مدت‌ها تصور بر این بود که منشأ این گیاه کشورهای آسیایی است و به همین دلیل آن را گندم ترکی (Turkish corn) می‌نامیدند و عقیده داشتند که ذرت از آسیای صغیر یا مصر وارد اروپا شده است. در سال ۱۷۳۷ لینه ذرت را *Zea Mays* نامید. کلمه *Zea* لغتی یونانی است که ریشه آن *Zoein* به معنای زندگی است (۱۰ و ۱۰).

۱-۴-۳- ویژگی‌های گیاه شناسی و مورفولوژیکی ذرت

۱-۴-۳-۱- ساقه

ذرت دارای یک ساقه استوانه‌ای است که در مقطع عرضی بیضوی است. ارتفاع ساقه بسیار متغیر و بسته به شرایط اقلیمی ۳۰ تا ۹۰ سانتی‌متر، ولی به طور معمول ۳-۱/۵ متر طول دارد. امروزه محققین بیشتر در فکر به وجود آوردن هیبریدهای پا کوتاه هستند، زیرا ارقام پا کوتاه نسبت به ارقام پا بلند تراکم پذیر هستند و در نتیجه عملکرد بیشتری تولید خواهند کرد، همچنین تراکم از جمله عوامل اصلی جهت افزایش تولید می‌باشد. کاهش ارتفاع ساقه ذرت در یک گره معین با کاهش تعداد میان گره‌ها صورت نمی‌گیرد، بلکه با کوتاه و ضخیم شدن آنها صورت می‌گیرد. ساقه ذرت دارای ۸ تا ۱۵ الی ۲۱ گره توپر می‌باشد و از نظر علوفه‌ای بسیار با ارزش است. قطر میان گره‌ها از ۶-۲ سانتی متر متغیر است. تعداد گره‌ها بستگی به طول عمر گیاه دارد (تعداد گره‌ها در ارقام زودرس ۱۰-۸ و در ارقام دیررس تا ۲۰ گره می‌رسد). اغلب ارقام ذرت بر خلاف سایر غلات، پنجه تولید نمی‌کنند. فقط در برخی موارد ممکن است از گره‌های تحتانی تعداد کمی پنجه به وجود آید. این پنجه‌ها تولید سنبله نمی‌کنند و با وجودی که ریشه‌های مستقل به وجود می‌آورند ولی متصل به سیستم آوندی ساقه اصلی باقی می‌مانند (۱ و ۱۰).

۱-۴-۳-۲- برگ

در هر گره ساقه یک برگ قرار دارد و گره‌ها همانند سایر غلات به طور متناوب در دو طرف طول ساقه قرار می‌گیرند. برگ‌ها از غلاف و پهنک تشکیل شده‌اند. طول برگ‌ها ۸۰-۵۰ سانتی‌متر و عرض آنها ۱۲-۴ سانتی‌متر است. رگبرگ‌ها موازی بوده و رگبرگ میانی توسعه بسیار زیادی یافته و برجسته است. لیگول برگ ذرت ۳-۵ میلی‌متر می‌باشد. سطح زیرین پهنک برگ صاف و روی آن پرز دار است. در اپیدرم سطح بالایی پهنک برگ، تعداد بسیار زیادی سلول‌های پیازی شکل دیده می‌شود که در هوای گرم این سلول‌ها آب خود را از دست می‌دهند و پهنک برگ به طرف داخل پیچ می‌خورد و به همین دلیل سطح تعرق به

وسیله برگ‌ها به مقدار زیادی کاهش می‌یابد و مقاومت گیاه نسبت به خشکی افزایش می‌یابد. هنگامی که رطوبت دوباره به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد برگ‌ها به حالت اولیه خود بر می‌گردند. تعداد برگ‌ها از خصوصیات تقریباً ثابت هر هیبرید می‌باشد و بین ۶ تا ۸ برگ در ارقام خیلی زودرس و تا ۴۸ برگ در ارقام خیلی دیررس متغیر است و تحت شرایط محیطی مانند گرما و رطوبت قرار نمی‌گیرد. بین تعداد برگ‌ها در ساقه اصلی و طول دوره رشد گیاه رابطه مستقیمی وجود دارد، به این صورت که تعداد برگ‌ها در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای زودرس می‌باشد. تعداد برگ‌ها در ذرت فقط تحت تأثیر فتوپریودیسم تغییر می‌کند. نحوه قرار گرفتن برگ بر روی ساقه یک صفت ژنتیکی است که رابطه مستقیمی با جذب انرژی خورشیدی دارد (۱ و ۱۰).

۱-۴-۳-۳- ریشه

ذرت مانند سایر غلات دارای ریشه‌های افشان می‌باشد، با این تفاوت که ریشه‌های ذرت توسعه خیلی زیادی یافته است. جنین در زمان جوانه زدن فقط تولید یک ریشه می‌کند که بسیار سریع رشد کرده و انشعاباتی تولید نموده و در عمق خاک نفوذ می‌کند. از مزوکوتیل نیز ۷-۳ ریشه نابجا خارج می‌شود. این ریشه‌ها همراه با ریشه جنینی، سیستم ریشه‌ای اولیه را در ذرت به وجود می‌آورد که تأمین کننده آب و مواد غذایی برای ذرت در ۲-۳ هفته اول می‌باشد. هیبریدهای نیمه‌رس و دیررس به دلیل داشتن تعداد زیاد گره‌های زیر زمینی نسبت به ارقام زودرس دارای سیستم ریشه‌ای قوی و توسعه یافته‌تری است، بنابراین قدرت بیشتری در جذب آب و عناصر غذایی خاک دارد. رشد جانبی ریشه‌های دائمی ذرت تا ۱۲۰ سانتی‌متر و در عمق ۲/۵ متری است، ولی قسمت اعظم ریشه‌های دائمی (ثانویه) تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دیده می‌شوند. ریشه‌های یک گیاه ذرت تقریباً ۲ متر مکعب از فضای خاک را اشغال می‌کنند. سیستم ریشه‌ای ذرت در اراضی با رطوبت کم، توسعه بیشتری نسبت به اراضی مرطوب خواهد یافت. سطح جذب مواد معدنی ریشه‌های ذرت نسبت به حجمی که اشغال نموده‌اند کم می‌باشد، زیرا رشد ریشه‌ها در رابطه با افزایش سطح جذب نخواهد

بود. شعاع جذب در ۴ هفته بعد از رویش تا ۶۰ سانتی‌متر و در موقع رسیدن تا ۱۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. از دومین تا هفتمین گره ساقه که بالای سطح خاک قرار دارد، ریشه‌های هوایی به وجود می‌آید. تعداد بسیار زیادی از ریشه‌های هوایی در داخل خاک فرو می‌روند. این ریشه‌ها علاوه بر اینکه باعث می‌شوند گیاه بهتر در داخل خاک مستقر گردد، در جذب مواد غذایی نیز نقش مهمی دارند (۱ و ۱۰).

۱-۴-۳-۴- گل و میوه

ذرت گیاهی است یک پایه و دگرگرده افشان. گل آذین نر به صورت یک پانیکول غیر متراکم می‌باشد که بر روی آخرین گره بالایی ساقه قرار دارد. طول آن ۱۵-۴۰ سانتی‌متر بوده و دارای ۱۰-۴۰ انشعاب می‌باشد. سنبلچه‌ها به صورت جفتی می‌باشند، چنانکه یکی بدون دمگل و دیگری با دمگل است. سنبلچه‌ها به صورت مارپیچی بر روی محور سنبله قرار گرفته‌اند. هر سنبلچه در قسمت تحتانی خود دارای دو گلوم می‌باشد که درون آن دو گل قرار دارد. هر گل پوشیده از دو پوشینک و شامل سه پرچم، یک تخمدان ناقص و ابتدایی و دو لودیکول می‌باشد. هر پرچم می‌تواند تا ۲۰۰۰ دانه گرده تولید کند (اندازه دانه گرده ذرت بزرگتر از سایر غلات است، ۱۴۵-۸۰ میکرون)، به نحوی که تعداد دانه‌های گرده یک گل آذین نر به حدود ۲۵ میلیون و حتی بیشتر نیز می‌رسد (۱۰). گل آذین نر (گل تاجی) قبل از بلال ظاهر می‌شود. دانه‌های گرده معمولاً ۵-۷ روز قبل از ظهور ابریشم‌ها از پرچم رها می‌گردند و در مواردی که درجه حرارت زیاد باشد این فاصله به ۲۰-۱۰ روز هم خواهد رسید که در نتیجه باعث افزایش گیاهان عقیم خواهد شد. گل آذین ماده یا سنبله ماده یا بلال که به وسیله برگ‌های تغییر شکل یافته احاطه شده است از جوانه‌های جانبی واقع بر روی گره‌های ساقه ظاهر می‌گردد. تعداد گل آذین ماده (بلال) در ارقام اصلاح شده معمولاً یک عدد است. معمولاً ۵-۷ گره انتهایی ساقه دارای جوانه‌های تولید کننده بلال هستند. سنبلچه‌های مادگی به صورت جفت شده هستند و هر دو جفت سنبلچه معمولاً فاقد دمگل می‌باشند و شامل دو گل هستند که فقط گل بالایی در آنها بارور می‌شود و به صورت منظم بر روی محور سنبله اصلی قرار می‌گیرند. هر گل دارای دو پوشینک

است. گل‌های ماده معمولاً دارای پرچم و لودیکول نمی‌باشند. گل‌آذین ماده به وسیله تعداد زیادی برگ‌های تغییر شکل یافته (غلاف) به طور کامل پوشیده می‌گردد و فقط در انتهای آن کلاله و قسمتی از خامه مادگی (ابریشم) ظاهر می‌گردد (۱). در موقع گل‌دادن، ابریشم گلها از انتهای بلال و از داخل برگ‌های تغییر شکل یافته خارج می‌گردد. طول ابریشم معمولاً ۱۵ تا ۲۰ الی ۴۰ سانتی‌متر است. قدرت جذب گرده‌ها توسط ابریشم ۱۰-۶ روز می‌باشد. طول هر بلال ۱۰ تا ۳۰ الی ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد که بر روی یک پایه بلند به طول ۱۰-۵ سانتی‌متر قرار دارد و از گره‌های پایینی آن تعداد زیادی برگ به وجود می‌آید، این برگ‌ها فقط تولید غلاف می‌کنند (پوست بلال). دانه در ذرت گندمه بوده و به طول ۲۲-۲/۵ میلی‌متر، عرض ۱۸-۳ میلی‌متر و ضخامت ۸-۲/۷ میلی‌متر می‌باشد. دانه‌ها به رنگ‌های سفید، زرد، پرتقالی، قرمز و گاه آبی و یا بنفش می‌باشند. شکل دانه ذرت تقریباً گرد بوده و وزن هزار دانه بین ۳۰ تا ۱۲۰۰ گرم متغیر است (۱) و (۱۰).

۱-۴-۴- ویژگی‌های اکولوژیکی و زراعی ذرت

ذرت در خاک‌های لومی که دارای عمق کافی بوده و نرم و زهکشی شده و از نظر هوموس و مواد آهکی غنی باشد بهترین رشد را خواهد داشت. اراضی خیلی سنگین و سله دار و اراضی خیلی شنی و سبک برای کشت ذرت مناسب نیستند، ولی در صورتی که زمین‌های شنی سبک کود داده شده باشند بر اراضی رسی و مرطوب ترجیح داده می‌شوند. بهترین pH برای رشد ذرت ۷-۵/۵ می‌باشد، یعنی در خاک‌های کمی اسیدی تا خنثی و در خاک‌های قلیایی در صورتی که آبیاری شوند قادر به رشد می‌باشد (۱ و ۱۰). این گیاه در دوره رشد احتیاج به حرارت و گرمای زیاد داشته و در مناطقی که تابش خورشید زیاد و تابستان گرم دارند بهترین عملکرد دانه را دارد. شروع جوانه زدن زمانی است که درجه حرارت محیط بین ۶ تا ۱۰ درجه باشد و بعد از سبز شدن درجه حرارت پایین و نزدیک به صفر را تحمل نمی‌کند. اپتیمم درجه حرارت در طول دوران رشد ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. نیاز حرارتی در واریته‌های زودرس ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ درجه

و در وارپته‌های دیررس ذرت حدود ۲۳۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ارتفاع زیاد از سطح دریا باعث دیررسی ذرت می‌شود، ولی در صورتی که تا ارتفاع ۳۰۰۰ متری از سطح دریا کاشته شود، به خوبی رشد و نمو کرده و به موقع می‌رسد (۱۰). ذرت به آب نسبتاً زیادی نیاز دارد و در صورتی که میزان بارندگی به ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلیمتر در سال و پراکندگی آن برای رشد و نمو ذرت مناسب باشد می‌توان آن را بدون آبیاری به محصول رساند. مقدار آب مورد نیاز نسبت به تغییرات درجه حرارت و نوع خاک متفاوت و از زمان کاشت تا برداشت حدود ۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار است. طول دوره رشد ذرت بر حسب آب و هوا و درجه حرارت و زودرس یا دیررس بودن وارپته، متفاوت و بین ۹۰ تا ۲۴۰ روز می‌باشد. ذرت گیاهی است روز کوتاه و یکساله و نمو آن در روزهای بلند باعث افزایش تعداد برگ و دیررس شدن بلال می‌شود و با کوتاه‌تر شدن طول روز گل دادن آن جلو می‌افتد و نمو شاخ و برگ آن کند می‌شود (۱ و ۱۰).

۱-۴-۵- موارد مصرف ذرت

قسمت اعظم ذرت تولید شده به مصرف تغذیه دام می‌رسد. ذرت حاوی فیبر کمی است و از نظر هیدرات-های کربن و روغن غنی است و از خوش‌خوراک‌ترین غلات می‌باشد. ارزش آن در تغذیه گاوهای شیری و گوسفند بی‌نظیر است. این گیاه در جیره غذایی گاوهای گوشتی به میزان زیاد مصرف می‌شود و معمولاً بخش مهمی از ترکیب مواد کنسانتره را تشکیل می‌دهد. در جیره‌های مخلوط مرغداری‌ها مورد استفاده قرار گرفته و مقادیر بسیار محدودی از آن نیز برای مصرف اسب و قاطر مصرف می‌گردد. در تغذیه گوسفند، گاو گوشتی و برخی اوقات گاو شیری، ذرت غذای اصلی می‌باشد. این گیاه به صورت سیلو، علوفه تازه و علوفه خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱، ۷ و ۱۰). تقریباً ۸ تا ۹ درصد ذرت تولیدی، جهت مصرف انسان تولید بعضی ترکیبات صنعتی به کار برده می‌شود. آرد ذرت از نمونه غذاهایی است که برای مصرف انسان تولید می‌شود. الکل، نشاسته ذرت، روغن ذرت، شربت و شکر ذرت ترکیبات صنعتی هستند که از ذرت تهیه می‌شوند. اضافاتی از قبیل غذای گلوتن ذرت، کنجاله و بقایای خشک شده بعد از تقطیر جهت تغذیه دام به

کار برده می‌شوند. در بعضی از موارد از ساقه ذرت در تهیه کاغذ، عایق بندی، تهیه مقوا، لوله، پلاستیک، متانول، تارفورفورال، غذای دام و مواد سوختی استفاده می‌شود. گرد حاصله از آسیاب کردن چوب بلال در تهیه پودر صورت و لوازم آرایش به کار برده می‌شود (۱۰).

۱-۵- ماش

۱-۵-۱- منشأ و پیشینه ماش

ماش حدود ۲۰۰۰ سال است که در هندوستان کشت و کار می‌شود. احتمالاً کشت و کار آن قبل از نخود فرنگی، عدس، خلر و نخود بوده است. ماش بومی منطقه هند و برمه در آسیا است، جایی که احتمالاً ابتدا در آنجا اهلی شده است (۶ و ۷). هندوستان دارای دامنه وسیعی از تنوع ماش زراعی و همچنین انواع ماش وحشی بوده و از این رو به عنوان اولین منطقه اهلی شدن ماش، بیشتر مورد توجه است. واویلوف آسیای مرکزی را به عنوان خاستگاه اولیه ماش عنوان کرد که شامل شمال غربی شبه قاره هند، افغانستان و چندین ناحیه همجوار اتحاد جماهیر شوروی سابق است. اما عمدتاً خاستگاه ماش را هندوستان یا منطقه Indo-Burmese قلمداد می‌کنند، جایی که این گیاه چندین هزار سال است که کشت می‌شود. ماش توسط مهاجرین شرقی و تجار از آسیا به خاورمیانه، شرق آفریقا، آمریکای لاتین، بخشی از آمریکای جنوبی و استرالیا منتقل شد. با این وجود، به صورت یک محصول تجاری عمده در این کشورها توسعه نیافت. عمده تولید کننده‌های ماش کشورهای آسیایی هستند (۷).

۱-۵-۲- ویژگی‌های گیاهشناسی ماش

ماش گیاهی یکساله، علفی، ایستاده تا نیمه ایستاده به ارتفاع ۱۳۰-۲۵ سانتی‌متر، دارای سیستم ریشه متراکم و عمودی است. ساقه‌های آن توخالی و دارای مقطع چهار گوش و کرکدار است (۶). معمولاً شاخه-دهی از گره‌های پایینی و میانی شروع می‌شود. دو برگ اول متقابل و ساده، برگ‌های بعدی متناوب و سه

برگچه‌های است. برگچه‌ها تقریباً تخم مرغی شکل و به ابعاد ۱۸-۵ × ۱۵-۴ سانتی‌متر و پوشیده از کرک‌های کوتاه می‌باشند. دم‌برگ و رگ‌برگ شیاردار و کرک‌دار است. گل‌ها درشت، به قطر ۲-۱ سانتی‌متر، زرد تا زرد متمایل به سبز، خود بارور و با گل‌آذین محوری یا انتهایی هستند. گل‌آذین به صورت مجتمع (۲۵-۵ عددی) است. غلاف‌ها آویزان، استوانه‌ای شکل و طول آن تا ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد. غلاف‌ها معمولاً راست، صاف یا کرک‌دار، سیاه یا قهوه‌ای برنزه و با حداکثر ۲۰ دانه کروی تا بیضوی است. دانه‌ها به رنگ زرد یا سبز گاهی قهوه‌ای یا سیاه فام بوده و لپه‌ها زرد روشن، سفید مات یا سفید مایل به سبز می‌باشند. ناف نیز پهن و سفید است. جوانه‌زنی ماش به صورت اپی‌ژیل (لپه‌ها روی خاک) می‌باشد (۶ و ۷).

۱-۵-۳- ویژگی‌های اکولوژیکی ماش

ماش گیاهی است خاص آب و هوای گرم که عمدتاً به صورت محصول فصل تابستان کشت و کار می‌شود. این گیاه تا حد زیادی مقاوم به خشکی می‌باشد. ماش سبز برای رشد خوب به آب و هوای گرم و خشک نیازمند است (۶ و ۷). درجه حرارت‌های پایین در کشت‌های زمستانه، رشد گیاه را محدود می‌کند. کشت این گیاه قبل از محصولات زمستانه (به عنوان یک محصول پیش زمستانه) نتایج بهتری داشته است (۷). نیاز آبی ماش سبز به ویژه در فصل تابستان بالا است. نیاز آبی گیاه با توجه به شرایط اقلیمی و نوع خاک، متغیر است. به طور کلی آبیاری در مراحل اولیه رشد ماش هر ۷ الی ۱۰ روز و در مراحل بعدی رشد، هر ۱۰ الی ۱۲ روز یک‌بار باید انجام گیرد. تنش خشکی تعداد برگ، سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت رشد نسبی برگ و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. تأثیر تنش خشکی در مرحله گل‌دهی این گیاه بیشتر است. تقریباً تمام ارقام ماش سبز به استثنای چند رقم در طول روز ۱۳ ساعت، ۴۰ روز پس از کشت گل می‌دهند. با افزایش طول روز تأخیر در گل‌دهی صورت می‌گیرد. کاهش مرحله رشد رویشی حتی با معرفی ارقام حساس به فتوپریود که در نواحی با طول روز کمتر از ۱۴ ساعت رشد کرده‌اند، اجتناب ناپذیر است (۶ و ۷).

۱-۶- آمارانت

۱-۶-۱- منشأ و پیشینه گیاه آمارانت

آمارانت یک شبه غله (Pseudo-Cereal) بوده و مبدأ آن آمریکای مرکزی است که برای چندین قرن کشت شده است (۲، ۴ و ۸۴). به طور کلی در دوره Pre-Hispanic جمعیت بومی از این گیاه در مناطق خشک و بایر به منظور غذا، آرایش و تزئینات، تولید و بیش از ۲۰۰۰۰ تن در سال برداشت می‌شده است. در زمان‌های کهن، آمارانت‌های دانه‌ای، محصول اصلی در آمریکا بودند و این موضوع تا امروز ادامه داشته است. آمارانت‌ها گیاهانی هستند که برگ‌های پهن آنها به طور قابل توجهی به رنگ‌های گوناگون در همه قسمت‌های گیاه ظاهر می‌شود، آنها بذره‌های ریز و در مقادیر زیاد تولید می‌کنند. گونه‌های اصلی تولید کننده دانه شامل *A. hypochondriacus* و *A. creuntus* بومی مکزیک و گواتمالا بوده و تا آمریکای جنوب شرقی گسترش می‌یابند و گونه *A. caudatus* بومی مناطق آند و پرو که از سمت شمال تا اکوادور و از سمت جنوب تا بولیوی و آرژانتین گسترش می‌یابند. این سه گونه می‌توانند به عنوان گیاهان چند منظوره مورد استفاده قرار گیرند، زیرا برگ‌های خوراکی دارند (۲ و ۴). در مجموع سه گونه دانه‌ای اصلی و گونه *A. hypochondriacus* L. به عنوان یک گونه علف هرزی، بومی مناطق گرمسیر آمریکا هستند اما اکنون در بسیاری از مناطق و حتی در مناطقی با دمای زیاد گسترش یافته‌اند و به عنوان یک علوفه رایج مورد استفاده قرار می‌گیرند. فرایند انتخاب گونه‌های مناسب به منظور تولید دانه، گونه‌های مفیدی به منظور دورگه‌گیری با *A. hypochondriacus* L. و *A. creuntus* به وجود آورده که قامت کوتاه‌تری دارند و زودرس‌تر نیز هستند. تعداد دیگری از گونه‌های آمارانت وجود دارد که کشت و زرع نشده‌اند، اما به عنوان گیاهان یکساله گلدانی یا در زمان کمبود مواد غذایی مورد استفاده بوده و هستند (۲ و ۸۴). چندین نوشته قدیمی از چین، هندوستان، مصر و یونان استفاده از آمارانت را به عنوان گیاهان یکساله گلدانی یا به عنوان گیاهان دارویی تأیید می‌کند. آمارانت دانه‌ای در قرون اخیر در آسیا مورد استقبال قرار گرفته و در نواحی کوهپایه‌ای

هندوستان، پاکستان، نپال، چین و تبت و نواحی روستایی رایج شده است. *A. hypochondriacus* L. و *A. creuntus* L. به صورت گسترده‌ای در هیمالیا وارد شدند و به گیاه اصلی در شمال شرقی هندوستان تبدیل شدند. این گیاه همچنین به یک گیاه فرعی در جلگه‌های شمالی و در مرکز و جنوب هندوستان تبدیل شد. امارانت دانه‌ای اخیراً در کشور تایلند معرفی شده است. تنها در حدود ۱۵ سال امارانت آمریکایی از گیاهی گمنام به بذری معروف تبدیل گردید که با توجه به علاقه شدید به گیاه امارانت در ایالات متحده توسط ۴ سمپوزیوم بین‌المللی امارانت و اولین کنگره بین‌المللی امارانت در سال ۱۹۹۱ در مکزیک کشت آن افزایش یافت که در حال حاضر منطقه نبراسکا به متمرکزترین منطقه تولید امارانت در ایالات متحده تبدیل شده است (۲، ۴ و ۸۴).

۱-۶-۲- ویژگی‌های گیاه شناسی امارانت

امارانت از خانواده تاج خروس و شامل ۶۰ گونه می باشد. تعداد معدودی از آنها زراعی و بیشتر آنها گونه‌های علفی و به صورت علف‌هرز می باشند (۴ و ۸۴). ژرم پلاست امارانت در ۱۱ کشور جهان مناسب است. چندین هزار ژرم‌پلاست در ایالات متحده در مؤسسه تحقیقاتی رودال (مرکز معرفی گیاهی مناطق شمالی و مرکزی USDA در دانشگاه آیوا) موجود هستند. از زمانی که برگ‌های گیاهان جهان می‌توانند به عنوان سبزیجات مصرف شوند هیچ تفاوت مشخصی میان ارقام علوفه‌ای و بذری وجود ندارد. امارانت گیاهی چهار کربنه و دو لپه‌ای است که اولین محصول فتوسنتزی در آن، ترکیبی چهارکربنی می‌باشد. ترکیب ویژگی‌های ساختمانی در گیاه امارانت و متابولیسم چهار کربنه منجر به افزایش بازده مصرف آب و دی اکسید کربن در این گیاه شده است. امارانت دارای برگ‌های انبوه و ساقه‌های ضخیم بوده که گونه‌ها و انواع مختلف آن نشان دهنده پتانسیل قابل توجه تولید آن است. شکل ظاهری گیاه به دو صورت ساده و منشعب وجود دارد. برگ‌ها به صورت بیضی شکل، تخم مرغی، لوزی شکل تا نیزه دار تخم مرغی شکل و انواع نوک‌تیز، نوک‌گرد یا باریک شده وجود دارد. گل‌آذین‌ها به صورت نرم و منشعب شده با سنبله‌های نرم و سنگین است. براکته‌ها

هرگز دراز نمی‌شوند و از گل‌های ماده منشعب می‌شوند. ناخنک‌های نازک با نوار استوانه‌ای باریک به صورت عمودی، منشعب شده و باریک هستند. ارتفاع این گیاه از ۱ تا ۲/۵ متر دسته بندی شده است. گل‌های این گیاه حاصل‌گرده افشانی مستقیم و غالباً به رنگ‌های اغوانی، قرمز، صورتی، نارنجی و یا سبز می‌باشند. بذر-های آمارانت به رنگ سفید تا قهوه‌ای روشن، طلایی یا صورتی هستند. بسیاری از گونه‌های آمارانت به روزهای بلند که در تکامل وارسته مؤثرند، حساسند. این گیاه دارای اسید آمینه لیزین زیادی بوده و محتوی پروتئین آن حدود ۱۴ تا ۱۸ درصد می‌باشد، به عبارت دیگر غذایی با کیفیت بالا برای مصارف حیوانی و انسانی می‌باشد (۲، ۴ و ۸۴).

۱-۶-۳- ویژگی‌های اکولوژیکی آمارانت

آمارانت گیاهی کاملاً سازگار با مناطق گرم با شدت تابش خورشیدی زیاد است و مانند سورگوم در برابر خشکسالی مقاوم می‌باشد (۲، ۴ و ۸۴). اگر آمارانت در برابر آفتاب قرار گیرد به دمای گرم هوا واکنش مثبت نشان می‌دهد. خسارت یخبندان علی‌رغم اهمیت زیاد آن در برداشت محصول، مشکل ساز نخواهد بود، زیرا محصول تا اواسط تیرماه کاشته نمی‌شود و از آنجایی که آمارانت بومی نواحی جنوبی آمریکای شمالی و گیاهی یکساله است، در نواحی میانه شمالی که فصل رشد کوتاه می‌باشد به سن بلوغ کامل نمی‌رسد. اکثر ارقام قدیمی آمارانت دانه‌ای در مناطقی با ارتفاع زیاد نظیر سرامیدر مکزیک، آند و مناطقی از هیمالیا وجود داشته‌اند، اما همین ارقام در سرزمین‌های پست با دماهای پایین پراکنده شدند (۲). ارقام قدیمی آمارانت در عرض‌های جغرافیایی حدود ۳۰ درجه در اکوادور وجود داشته‌اند، اما در حال حاضر آمارانت‌های کنونی در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از آمارانت‌های قدیمی‌تر رشد می‌کنند. علی‌رغم اینکه گل‌دهی آنها در روزهای بلندتری نسبت به انواعی که در نواحی گرمسیری هستند شروع می‌شود، ارتفاع زیاد از سطح زمین عامل محدود کننده نیست. آمارانت‌های دانه‌ای از سطح دریا تا ارتفاع ۳۵۰۰ متر رشد می‌کنند. گونه A. *hypochondriacus* در مناطق پست و کم ارتفاع تا مکان‌های بلند و مرتفع رشد می‌کند. گونه A.

creuntus در مناطقی پست‌تر و *A. caudatus* نیز به طور کلی در مناطقی با ارتفاع بیشتر و بلندتر رشد می‌کند. البته سازگاری *A. creuntus* به مناطق مرتفع نسبت به دو گونه دیگر، کمتر است (۲، ۴ و ۸۴).

۲-۱- تاریخچه کشت مخلوط

در طی روند تکامل نظام‌های کشت گیاهان زراعی احتمالاً بشر ابتدا در مناطق رسوبی یا در مناطق کم‌درخت در جنگل‌های انبوه، با وسایل ابتدایی مانند سنگ و چوب شروع به کشت گیاهانی مانند کاساوا و یام نموده است (۹). ولی زراعت این گیاهان به صورت تک‌کشتی نبوده و با کشت چند گیاه در حقیقت زمین زراعی آنها مانند آشپزخانه‌ای متنوع، غذاهای مورد نیاز آنها را فراهم می‌کرده است. در تاریخ زراعت، مزارع به صورت چندکشتی بوده و حداقل علف‌های هرز به همراه گیاه زراعی رشد می‌کرده‌اند. اگرچه علف‌های هرز باعث کاهش محصول می‌شده ولی در بسیاری از موارد مفید بوده‌اند، زیرا باعث انتقال ژن‌های مفید به گیاه اصلی شده و زمانی خود علف هرز به عنوان گیاه اصلی شناخته شده است. مثلاً چاودار و یولاف که زمانی به عنوان علف‌های هرز مزارع گندم و جو در خاورمیانه و اروپای شرقی محسوب می‌شدند، امروز جزء گیاهان زراعی خانواده غلات محسوب می‌شوند (۹، ۳۴ و ۷۰). بنابراین اگرچه تاریخ مدونی برای زراعت مخلوط وجود ندارد ولی با توجه به شواهدی که اشاره شد، رویش گیاهان به صورت مخلوط، سابقه طولانی داشته و احتمالاً تاریخ آن به نخستین دوره‌هایی که بشر با کشاورزی آشنا گردیده باز می‌گردد. ناحیه آمازون و حوضه رودخانه‌های زهکشی شده منطقه اورینوکو به عنوان یک مرکز زراعت چندکشتی، مرکب از گیاهان غده‌ای و دانه‌ای شناخته شده است. البته با افزایش ارتفاع از سطح دریا در مناطق استوایی، تعداد گونه‌های ترکیب شونده در مخلوط کاهش یافته است (۳۴). همزمان با مهاجرت بشر به نواحی مختلف و ایجاد مستعمرات کشورهای اروپایی در قرن شانزدهم و هفدهم، زراعت چندکشتی نیز توسعه یافته است. در نواحی پست و مرطوب، مخلوط گیاهان غده‌ای با دیگر گیاهان، پایه و اساس رژیم غذایی اصلی ساکنین آن مناطق را تشکیل می‌داده است. در آمریکا، کاساوا، سیب زمینی شیرین و انواع یام از مهمترین گیاهانی هستند که به صورت چندکشتی کاشته می‌شوند. گیاهان غده‌ای مذکور به صورت مخلوط با گیاهانی که میوه آنها مورد استفاده قرار می‌گرفته و یا مصرف دارویی داشته‌اند به صورت مخلوط کشت می‌شده است. ذرت از جمله گیاهانی است که تاریخچه کشت آن به صورت مخلوط نسبت به گیاهان دیگر نسبتاً جدید است. در دوران