

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

بخش مهندسی بیوتکنولوژی کشاورزی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بیوتکنولوژی
کشاورزی

جمع آوری و شناسایی گونه‌های گیاهی جنس آلئنه ایران با استفاده از توالی یابی ژن
rbcL کلروپلاست

مؤلف :

فرید مهدوی

استاد راهنما :

دکتر جعفر ذوالعلی

استاد مشاور :

دکتر حمیدرضا کاوسی

شهریور ماه ۹۲



دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی بیوتکنولوژی کشاورزی

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: فرید مهدوی

استاد راهنما: دکتر جعفر ذوالعلی

استاد مشاور: دکتر حمیدرضا کاوسی

دور ۱: دکتر شهرام پورسیدی

دور ۲: دکتر ابراهیم شکوهی

نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر مهدیه اسدی زیدآبادی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر مجید رحیم پور

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است

تقدیم به:

مادر عزیزم

که رسم زندگی را به سادگی با نگاهش، با مهر، با صداقت معصومانه‌اش و با صبرش به من آموخت.

پدر مهربانم

که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی قدم بردارم و ایستادگی را تجربه کنم.

خواهر عزیزم

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.

برادرانم و همسرانشان

که همواره در طول تحصیل متحمل زحماتم بودند و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات، و وجودشان مایه دلگرمی من می باشند.

تشکر و قدردانی:

اعتراف می‌کنم که نه زبان شکر تو را دارم و نه توان تشکر از بندگان تو اما بر حسب وظیفه: به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که بهترین پشتیبانان هستند، پدر و مادر عزیزم، خواهر و برادران مهربانم سپاسگزارم.

از کلیه اساتید ارجمندم در طول سال‌های به یادماندنی شاگردیشان تشکر می‌نمایم. از استاد گرامی جناب آقای دکتر جعفر ذوالعلی که در این دوران تحصیل و در این تحقیق مشوق اینجانب بوده و همواره از آموزش‌ها و راهنمایی‌هایشان بهره‌مند گردیده‌ام، خاضعانه سپاسگزارم. همچنین از استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر حمیدرضا کاوسی، داوران گرامی جناب آقای دکتر شهرام پورسیدی و دکتر ابراهیم شکوهی، همچنین سرکار خانم دکتر مهدیه اسدی نماینده تحصیلات تکمیلی کمال تشکر و امتنان را دارم.

صمیمانه‌ترین سپاس‌ها به حضور دوستان مهربانم که موجب دلگرمی و آرامش من بودند تقدیم می‌دارم.

چکیده

جنس آلوئه شامل گیاهانی تک پایه و متعلق به خانواده *Asphodelaceae* است که بومی آفریقای شمالی بوده و به واسطه توانایی بالایی تحمل شرایط محیطی سخت از لحاظ خشکی و گرمی هوا، در بسیاری از مناطق جهان گسترش یافته است. این جنس دارای بیش از ۴۰۰ گونه در دنیا می باشد. اکثر تحقیقات انجام شده بر روی جنس *Aloe* و به ویژه گونه *A. barbadensis* محدود به بررسی اثرات و خواص دارویی آن می شوند. گیاهان آلوئه در مناطق وسیعی از ایران که دارای اقلیم مناسب برای رشد خودروی گونه های این جنس می باشند، پراکنده شده اند. با این حال، نقشه پراکنش و تنوع گونه های این جنس در کشور تاکنون تعیین نشده است. در این پژوهش به منظور بررسی تنوع گونه های جنس آلوئه در ایران، ۹۵ بوته آلوئه از مناطق مختلف کشور شامل استان های هرمزگان، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، بوشهر، جزیره قشم و گلخانه های زینتی سراسر کشور جمع آوری شد. نمونه های مورد نظر در ابتدا بر اساس شاخص های مورفولوژیکی به گروه های مختلف تفکیک شدند. برای هر گروه مورفولوژیکی، بخشی از ژن *rbcL* کلروپلاستی در واکنش های PCR با آغازگرهای اختصاصی تکثیر و تعیین توالی گردید. شناسایی گونه ها از طریق تطبیق توالی قطعه تکثیر شده با توالی متناظر مربوط به هر گروه در بانک جهانی ژن (NCBI) میسر گردید. گونه های *Aloe barbadensis*، *A. littoralis* و *A. greatheadii* از رویشگاه های طبیعی جنوب کشور و گونه های *A. delatetti*، *A. juvenna*، *A. spinosissima*، *A. arborescens* از گلخانه های زینتی جمع آوری شدند.

کلمات کلیدی: آلوئه، فلور گیاهی، رده بندی، ژن *rbcL*، بارکد گذاری

| عنوان..... | صفحه..... |
|---|-----------|
| فصل اول..... | ۱..... |
| مقدمه..... | ۱..... |
| ۱-۱ مقدمه..... | ۲..... |
| فصل دوم..... | ۴..... |
| کلیات و بررسی منابع..... | ۴..... |
| ۲-۱ گیاه شناسی آلوئه..... | ۴..... |
| ۲-۱-۱ مورفولوژی گیاهان جنس آلوئه..... | ۵..... |
| ۲-۱-۲ خصوصیات ساختمان برگ گیاه آلوئه..... | ۶..... |
| ۲-۱-۳ تاکسونومی و پراکنش جنس آلوئه..... | ۷..... |
| ۲-۱-۴ موقعیت سیستماتیکی تیره <i>Asphodelaceae</i> | ۸..... |
| ۲-۲ آلوئه‌ورا، معروفترین گونه در جنس آلوئه..... | ۹..... |
| ۲-۲-۱ جایگاه تاریخی استفاده از فرآورده های آلوئه‌ورا..... | ۹..... |
| ۲-۲-۲ موقعیت تجاری محصولات گیاه آلوئه..... | ۱۰..... |
| ۲-۲-۳ اندام مورد استفاده و ترکیبات دارویی گیاه آلوئه..... | ۱۰..... |
| ۲-۲-۴ کاربردهای دارویی آلوئه ورا..... | ۱۲..... |
| ۲-۲-۵ کاربردهای آرایشی و بهداشتی آلوئه ورا..... | ۱۳..... |
| ۲-۲-۶ کاربردهای غذایی آلوئه ورا..... | ۱۳..... |
| ۲-۳ تکثیر، کاشت، داشت و برداشت گیاه آلوئه..... | ۱۴..... |
| ۲-۴ شناسایی مولکولی گونه‌های گیاهی با استفاده از توالی‌های ژنی (بارکد گذاری)..... | ۱۶..... |
| ۲-۴-۱ برخی از توالی‌های ژنی مورد استفاده در سیستماتیک مولکولی..... | ۱۷..... |
| ۲-۴-۱-۱ توالی‌های DNA هسته ای..... | ۱۷..... |

| | |
|---------|---|
| ۱۷..... | ۲-۱-۴-۲ توالی های DNA کلروپلاستی..... |
| ۱۸..... | ۳-۱-۴-۲ مکان ژنی <i>rbcL</i> |
| ۲۰..... | ۲-۴-۲ تاکسونومی مولکولی در جنس آلوئه..... |
| ۲۰..... | ۵-۲ زیستگاه و انتشار جغرافیایی آلوئه..... |
| ۲۰..... | ۱-۵-۲ پراکنش آلوئه در جهان..... |
| ۲۰..... | ۲-۵-۲ پراکنش آلوئه در ایران..... |
| ۲۱..... | فصل سوم..... |
| ۲۱..... | مواد و روش ها..... |
| ۲۲..... | ۱-۳ جمع آوری نمونه ها و مناطق جمع آوری..... |
| ۲۳..... | ۲-۳ تثبیت نمونه های آلوئه در شرایط گلخانه..... |
| ۲۳..... | ۱-۲-۳ تهیه خاک..... |
| ۲۳..... | ۲-۲-۳ نحوه ی آماده سازی و پرکردن گلدانها..... |
| ۲۴..... | ۳-۳ شناسایی مورفولوژیکی نمونه های آلوئه جمع آوری شده..... |
| ۲۴..... | ۴-۳ شناسایی مولکولی نمونه های آلوئه جمع آوری شده..... |
| ۲۴..... | ۱-۴-۳ استخراج DNA ژنومی..... |
| ۲۵..... | ۲-۴-۳ تعیین غلظت و خلوص DNA..... |
| ۲۵..... | ۳-۴-۳ آغازگرهای استفاده شده برای تکثیر جزئی و تعیین توالی ژن <i>rbcL</i> در گیاه آلوئه..... |
| ۲۶..... | ۴-۴-۳ واکنش زنجیرهای پلیمراز..... |
| ۲۶..... | ۵-۴-۳ تعیین توالی ژن <i>rbcL</i> و شناسایی مولکولی گونه های آلوئه..... |
| ۲۷..... | فصل چهارم..... |
| ۲۷..... | نتایج و بحث..... |
| ۲۸..... | ۱-۴ جمع آوری و شناسایی فلور آلوئه ایران..... |

| | |
|---------|--|
| ۲۸..... | ۱-۱-۴ تثبیت نمونه های آلوئه جمع آوری شده در شرایط گلخانه |
| ۳۰..... | ۲-۱-۴ شناسایی مورفولوژیکی و مولکولی نمونه های آلوئه جمع آوری شده |
| ۳۱..... | ۱-۲-۱-۴ <i>A. barbadensis (A. vera)</i> گونه |
| ۳۵..... | ۲-۲-۱-۴ <i>A. littoralis</i> گونه |
| ۳۸..... | ۳-۲-۱-۴ <i>A. greatheadii</i> گونه |
| ۴۱..... | ۴-۲-۱-۴ <i>A. arborescens</i> گونه |
| ۴۲..... | ۵-۲-۱-۴ <i>A. juvenna</i> گونه |
| ۴۵..... | ۶-۲-۱-۴ <i>A. delaetii</i> گونه |
| ۴۷..... | ۷-۲-۱-۴ <i>A. spinosissima</i> گونه |
| ۴۹..... | ۸-۲-۱-۴ <i>Aloe spp.</i> گونه |
| ۵۰..... | ۹-۲-۱-۴ <i>Haworthia attenuatea</i> گونه |
| ۵۳..... | ۱۰-۲-۱-۴ <i>Gasteria nitida</i> گونه |
| ۵۴..... | ۲-۴ تجزیه خوشه ای نمونه های جمع آوری شده بر اساس داده های توالی ژن <i>rbcL</i> کلروپلاستی..... |
| ۵۶..... | ۳-۴ نتیجه گیری و جمع بندی..... |
| ۵۸..... | ۴-۴ پیشنهادات..... |
| ۵۹..... | فصل پنجم..... |
| ۶۰..... | منابع..... |

فهرست جداول

جدول ۱-۲: تاکسونومی جنس *Aloe* ۸

جدول ۱-۴: پارامترهای هواشناسی مکان‌های جمع‌آوری نمونه‌های آلوئه ۲۹

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲: مرفولوژی گیاهان جنس آلوئه. ۶
- شکل ۲-۲: خصوصیات ساختمان برگ گیاه آلوئه، پوست برگ. ۷
- شکل ۳-۲: بخش‌های مختلف برگ آلوئه و شامل شیرابه و ژل. ۱۱
- شکل ۴-۲: یکی از مزارع کشت آلوئه‌ورا واقع در شهرستان نیکشهر استان سیستان و بلوچستان. ۱۵
- شکل ۵-۲: ناحیه ژنی nrDNA-ITS، زیرواحدها، جهت و موقعیت آغازگرها نشان داده شده است. ۱۷
- شکل ۶-۲: توالی DNA کلروپلاستی دو منطقه غیر کدشونده اینترون *trnL* و فاصله گر بین ژنی *trnL-trnF* جهت و موقعیت آغازگرها نشان داده شده است. ۱۸
- شکل ۱-۳: مناطق جمع‌آوری نمونه‌های آلوئه در این تحقیق. ۲۳
- شکل ۲-۳: کشت گلدانی پاجوش‌های گیاه آلوئه. ۲۴
- شکل ۱-۴: نمونه‌های مختلف گیاهان جنس آلوئه جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های وحشی، زراعی و گلخانه‌های زینتی مناطق مختلف ایران. ۳۰
- شکل ۲-۴: تکثیر قطعه منطبق بر اندازه مورد انتظار (۷۴۴ bps) در واکنش PCR تکثیر اختصاصی قطعه‌ای از ژن *rbcL* نمونه‌های گیاهی جنس آلوئه جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور. ۳۱
- شکل ۳-۴: گونه *A. barbadensis*، گونه غالب آلوئه در ایران. ۳۲
- شکل ۴-۴: نتایج حاصل از هم‌ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *Aloe barbadensis* جمع‌آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی گونه مزبور در بانک جهانی ژن (accession number: JQ273907) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit. ۳۳
- شکل ۵-۴: واریته‌های مختلف آلوئه ورا جمع‌آوری شده در این تحقیق. ۳۵
- شکل ۶-۴: گونه *A. littoralis* جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های ایران. ۳۶

- شکل ۴-۷: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *Aloe littoralis* جمع - آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی *Aloe barbadensis* در بانک جهانی ژن (accession number: JQ273907) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit..... ۳۸
- شکل ۴-۸: گونه *A. greatheadii* جمع آوری شده از رویشگاه‌های ایران..... ۳۹
- شکل ۴-۹: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *Aloe greatheadii* جمع آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی گونه مزبور در بانک جهانی ژن (accession number: JQ024512) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit..... ۴۰
- شکل ۴-۱۰: گونه *A. arborescens* جمع آوری شده از گلخانه‌های زینتی ایران..... ۴۱
- شکل ۴-۱۱: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *A. arborescens* جمع آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی گونه مزبور در بانک جهانی ژن (accession number: AY323646) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit..... ۴۲
- شکل ۴-۱۲: گونه *A. juvenna* جمع آوری شده از گلخانه‌های زینتی ایران..... ۴۳
- شکل ۴-۱۳: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *A. juvenna* جمع آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی گونه مزبور در بانک جهانی ژن (accession number: AY323640) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit..... ۴۴
- شکل ۴-۱۴: گونه *A. delaetii* جمع آوری شده از گلخانه‌های زینتی..... ۴۵
- شکل ۴-۱۵: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *A. delaetii* جمع آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی *A. vera* در بانک جهانی ژن (accession number: JQ273907) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit..... ۴۶
- شکل ۴-۱۶: گونه *A. spinosissima* جمع آوری شده از گلخانه‌های زینتی..... ۴۷

- شکل ۴-۱۷: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *A. spinosissima* جمع‌آوری شده در این تحقیق با ترادف نوکلئوتیدی *A. vera* در بانک جهانی ژن (accession number: JQ273907) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit. ۴۸.....
- شکل ۴-۱۸: گونه *Aloe sp.* جمع‌آوری شده از گلخانه‌های زینتی. ۴۹.....
- شکل ۴-۱۹: نتایج حاصل از توالی‌یابی ژن *rbcL* کلروپلاست *Aloe sp* ۵۰.....
- شکل ۴-۲۰: گونه *Haworthia attenuatea* جمع‌آوری شده از گلخانه‌های زینتی. ۵۰.....
- شکل ۴-۲۱: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *Haworthia attenuatea var. caespitosa* در بانک جهانی ژن (accession number: AJ512315) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit... ۵۲.....
- شکل ۴-۲۲: گونه *Gasteria nitida* جمع‌آوری شده از گلخانه‌های زینتی. ۵۳.....
- شکل ۴-۲۳: نتایج حاصل از هم ردیف کردن توالی نوکلئوتیدی ژن *rbcL* نمونه‌های *Gasteria nitida var. nitida* در بانک جهانی ژن (accession number: JQ024567) با استفاده از نرم‌افزار BioEdit. ۵۴.....
- شکل ۴-۲۴: بررسی فیلوژنتیکی نمونه‌های جمع‌آوری شده و توالی‌های مشابه آنها در بانک ژن با استفاده از نرم‌افزار MEGA 5. ۵۵.....

فصل اول

مقدمه

جنس آلوئه شامل گیاهانی تک پایه و متعلق به خانواده *Asphodelaceae* است که بومی آفریقای شمالی بوده و به واسطه توانایی بالای تحمل شرایط محیطی سخت از لحاظ خشکی و گرمی هوا، در بسیاری از کشورهای جهان گسترش یافته است. اکثر تحقیقات انجام شده بر روی جنس *Aloe* و به ویژه گونه *A. barbadensis* محدود به بررسی اثرات و خواص دارویی آن می شوند. تاثیر مطلوب فرآورده های آلوئه در درمان یا پیشگیری از بسیاری از بیماری ها گزارش شده است که از آن جمله می توان به دیابت، بیماری های دهان و دندان، زخم معده، سندرم های دستگاه گوارش و بیوست اشاره نمود. قدیمی ترین کاربرد گیاه آلوئه در بهبود زخم ها و سوختگی است که سابقه ای بسیار طولانی دارد. اخیراً گزارشی از سوی سازمان غذا و داروی کشور کره مبنی بر تاثیر آلوئه بر افزایش توانایی سیستم ایمنی بدن در مقابله با آنفلوآنزای نوع A (H1N1) نیز منتشر شده است. این گیاه جزو ترکیبات پایه بیش از ۴۰ نوع دارو و ماده آرایشی و بهداشتی قرار دارد که امروزه در سطح جهان به فروش می رسند. آلوئه به عنوان غذا نیز دارای مزایای بسیاری است که از آن جمله می توان به دارا بودن ۸ اسید آمینه ضروری برای انسان اشاره کرد. همچنین وجود ویتامین های A، B₁، B₂، B₆، B₁₂، C و E در فرآورده های غذایی آلوئه به راحتی می تواند تمام یا بخشی از نیاز ویتامین روزانه انسان را تأمین کند. گیاه آلوئه به دلیل دارا بودن سابقه طولانی مصرف در رژیم های غذایی و دارویی انسان و برخورداری از انواع متابولیت های سودمند، در سال های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان رشته های مختلف اعم از کشاورزی، صنایع غذایی، دارویی و پزشکی قرار گرفته است.

گیاه آلوئه از مقاومت ذاتی بسیار بالایی نسبت به شرایط خشکی، کم آبی و شوری خاک برخوردار است، به طوری که در شرایط کشت آبی نیز تنها به ۶-۴ بار آبیاری در سال نیاز دارد. توان بالای گیاه آلوئه برای تحمل شرایط محیطی سخت، همراه با ارزش های اقتصادی و کاربردی فراوان این گیاه، موجب محبوبیت آن در بسیاری از اقلیم های خشک و نیمه خشک جهان شده است. مزارع بسیار وسیعی از گیاه آلوئه در مناطق خشک و نیمه خشک کشورهای هم چون آمریکا و هندوستان ایجاد شده است. گیاه آلوئه علاوه بر قابلیت کشت و زرع در مناطق خشک، استعداد خود را به عنوان یک گیاه مرتعی مناسب برای بیابان زدایی در کشورهای نظیر یمن به اثبات رسانده است. در ایران نیز در سال های اخیر، گیاه آلوئه و فرآورده های حاصل از آن از رواج قابل ملاحظه ای برخوردار شده است. گونه هایی از خویشاوندان وحشی آلوئه به صورت بومی در اقلیم های مختلف کشور گسترده شده اند که حاکی از تناسب شرایط آب و هوایی مناطق مختلف ایران برای رویش و پرورش این گیاه می باشد. با این حال، پتانسیل های ارزشمند این گیاه به عنوان یک گیاه دارویی زراعی با صرفه اقتصادی، قابل کشت و زرع در شرایط محیطی سخت برخوردار از قابلیت احیای مراتع و بیابان زدایی، و همچنین محصولی با ارزش افزوده به دلیل تنوع صنایع تبدیلی، چندان مورد توجه قرار

نگرفته است. از جمله مهمترین پتانسیل‌های موجود در گونه‌های مختلف گیاهی جنس آلوئه می‌توان موارد ذیل را ذکر نمود:

۱- بیابان‌زدایی

۲- احیای کشاورزی در مناطق خشک

۳- استخراج مواد موثره

۴- احیای زمین‌های فقیر از جمله خاک‌های شور

۵- استفاده به منظور گیاه‌پالایی

۶- کاربرد به عنوان گیاه زینتی در فضای سبز شهری

۷- جداسازی ژن‌های مقاومت و استفاده در مهندسی ژنتیک.

تاکنون تحقیق جامعی در رابطه با بررسی فلور آلوئه موجود در ایران انجام نشده است. این در حالی است که هریک از گونه‌های گیاهی جنس آلوئه از قابلیت بالقوه معرفی به عنوان یک گیاه دارویی، خوراکی و یا زینتی برخوردار می‌باشد. همچنین گونه‌های وحشی آلوئه، منابع گیاهی ارزشمندی برای شناسایی و مطالعه ترکیبات موثره با خواص درمانی و صنعتی هستند. از این رو، در این تحقیق با هدف شناسایی و معرفی پتانسیل‌های کاربردی فلور آلوئه ایران، اقدام به جمع‌آوری گونه‌های مختلف این گیاه از رویشگاه‌های وحشی، مزارع و گلخانه‌های گیاهان زینتی مناطق مختلف کشور گردید.

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱ گیاه‌شناسی آلوئه

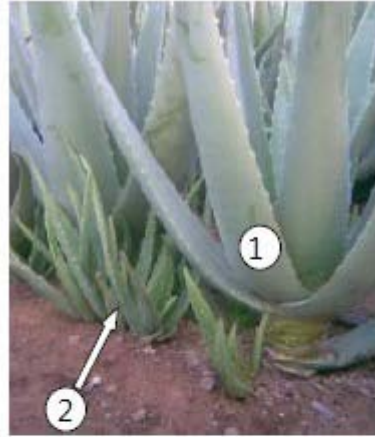
۲-۱-۱ مورفولوژی گیاهان جنس آلوئه

این گیاه در ایران به نام صبر زرد معروف است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۴). صبر زرد گیاهی است چند ساله و خشکی پسند که دارای برگ‌های ضخیم گوشتی، بدون دم‌برگ، خنجری شکل، با کناره خاردار، و به رنگ سبز نخودی می‌باشد. این گیاه در سال اول دارای ساقه نامحسوس است، اما در گیاه چندساله ساقه کاملاً مشخص و قابل تشخیص می‌باشد (Surjushe et al., 2008). برگ‌های گوشتی آن ۶۰-۵۰ سانتیمتر طول و ۸-۵ سانتی‌متر در قسمت قاعده، پهنا دارند. ضخامت برگ‌ها ۳-۰/۸ سانتی‌متر است که شدیداً به مقدار رطوبت برگ وابسته می‌باشد. کنار برگ دارای خارهایی مثلی به طول ۲ میلی‌متر است که با فاصله ۸-۱۰ میلی‌متری از یکدیگر بر روی کناره برگ قرار دارند. برگ‌های جوان اغلب دارای خال‌های سفیدی با قطر حدود ۴ میلی‌متر می‌باشند (Willem and Van Schooten, 1992). برگ‌ها به صورت متراکم در نزدیکی پایه گیاه قرار دارند و با الگوی مارپیچی بر روی گیاه رشد و نمو می‌کنند (Jin et al., 2007).

این گیاه دارای دو نوع ریشه است: (۱) ریشه اصلی افشان که مواد غذایی و آب را جذب می‌نماید و (۲) ریزوم که تولید پا جوش می‌کند (Tom, 2004). سیستم ریشه ای اصلی ۱۰-۵ سانتی‌متر طول و ۵ سانتی‌متر پهنا دارد. این سیستم ریشه‌ای دارای ۱۵-۵ ریشه ثانویه با ضخامت ۷-۵ میلی‌متر و طول ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد. از ریشه‌های ثانویه ریشه‌هایی با طول ۵ سانتیمتر منشعب می‌شوند. معمولاً قسمت اصلی سیستم ریشه‌ای آن در ۱۵ سانتی‌متر اول پروفیل خاک قرار دارد (Willem and Van Schooten, 1992). گل‌های آن زردرنگ و لوله‌ای شکل و روی محوری به صورت گل آذین سنبله قرار دارند (شکل ۲-۱) (زرگری، ۱۳۷۲).



ب. ریشه افشان (1) و ریزوم (2)



الف. برگ (1)، پاجوش (2)



د. گل آذین



ج. ساقه گل دهنده

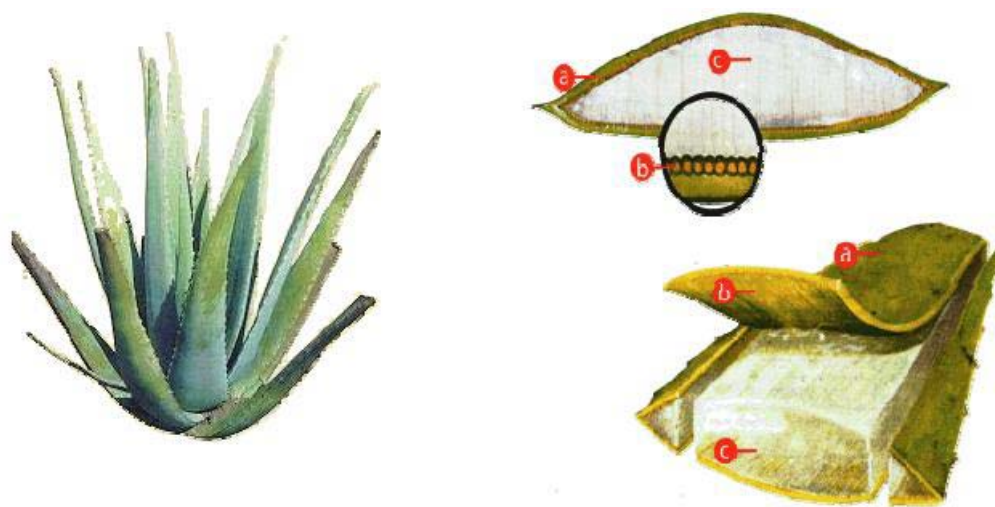
شکل ۲-۱: مرفولوژی گیاهان جنس آلوئه

۲-۱-۲ خصوصیات ساختمان برگ گیاه آلوئه

برگ گونه‌های مختلف آلوئه از نظر تشریحی، ساختمان یکسانی دارند و برش عرضی برگ، قسمت‌های زیر را نشان می‌دهد (شکل ۲-۲).

- ۱- بصره برگ دارای کوتیکول ضخیم است و در فواصل مختلف آن روزنه‌هایی دیده می‌شود.
- ۲- پارانشیم کلروفیل‌دار زیر بصره در ردیف اول، همانند برگ سایر گیاهان سلول‌های دراز منشوری وجود دارد. در این ناحیه و زیر بافت مذکور، سلول‌های دراز با بلورهای سوزنی شکل اکسالات کلسیم (رافید) مشاهده می‌شود. سلول‌های مترشح آلوئین در این ناحیه مستقر هستند.
- ۳- ضخامت برگ از پارانشیم بی‌رنگ موسیلاژدار و محتوی شیره چسبنده است.

۴- دسته‌های چوب-آبکش که بلافاصله در زیر سلول‌های کلروفیل قرار دارند و در مجموع حجم کمی از مقطع عرضی برگ را بافت‌های محافظ و پارانشیم آوندی تشکیل می‌دهند. دسته‌سومی از بافت‌های لوله‌ای در این ناحیه وجود دارد که ساختار موئین داشته و محتوی شیرابه زرد رنگ گیاه می‌باشد. قسمت اعظم بافت مرکزی برگ از سلول‌های نامنظم نسبتاً بزرگ و بدون کلروفیل چندوجهی با دیواره‌های سلولی نازک، سیتوپلاسم، هسته و واکوئل بزرگ تشکیل شده است. واکوئل محتوی مایع موسیلاژی است که قسمت اعظم آن را آب تشکیل می‌دهد. این قسمت از برگ به عنوان بافت ذخیره کننده آب در گیاه محسوب می‌شود (Reynolds, 2004).



شکل ۲-۲: خصوصیات ساختمان برگ گیاه آلوئه، پوست برگ (a)، سلول‌های لوله‌ای شکل محتوی شیرابه در زیر اپیدرم برگ (b)، ژل برگ (c)

سیستم فتوسنتزی در این گیاه با به دام انداختن مولکول‌های دی‌اکسید کربن هوا توسط مالیک اسید سازگار شده و از همین روی، pH بخش داخلی برگ در حدود ۴ می‌باشد (زرین‌پنجه، ۱۳۸۹).

۲-۱-۳ تاکسونومی و پراکنش جنس آلوئه

تاکسونومی جنس *Aloe* در جدول ۲-۱ آورده شده است. گونه *A. barbadensis* بومی آفریقای جنوبی و شرقی است و به تدریج به آفریقای شمالی، شبه جزیره عربستان، چین، جبل الطارق، کشورهای مدیترانه‌ای و غرب هندوستان وارد شده است (van and van Wyk, 2006). دو گونه موجود در ایران گونه‌های *A. littoralis* و *A. barbadensis* می‌باشند که در نواحی جنوب ایران در استان هرمزگان بویژه در بندر لنگه، بندر خمیر، بندر سیریک، ارتفاعات بشاگرد، قشم، بوشهر و سیستان و بلوچستان می‌روید (میرزایی ندوشن و