



دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری روی برخی آنتی اکسیدان‌های آنزیمی

سه رقم بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)

از:

بنت الهدی دمسی

استاد راهنما: دکتر منصور افشار محمدیان

شهریور 1393



دانشکده علوم پایه  
گروه زیست شناسی  
گرایش فیزیولوژی گیاهی

بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری روی برخی آنتی اکسیدان‌های آنزیمی

سه رقم بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)

نگارش:

بنت الهدی دمسی

استاد راهنما: دکتر منصور افشار محمدیان

استاد مشاور: دکتر معصومه جمال امیدی

شهریور 1393

تقدیم به

خدایی که آفرید

جهان راه انسان راه عقل راه علم راه معرفت راه عشق را

و به کسانی که عشقشان را در وجودم دمید.

تقدیم به:

همسر عزیزم که در تمام طول تحصیل همواره پشتیبانم بود.

پدر و مادرم عزیزم که صمیمانه مرا در این راه یاری کردند و عالمانه به من آموختند تا چگونه در زندگی، ایستادگی

را تجربه نمایم.

خرد ابزار تواناییست و خردمند با فر دانش و اندیشه پاک خویش می آفریند، او زایشگر رخدادهای امروز و فرداهاست.

ارد بزرگ

سپاس فراوان پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمون مان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزی مان ساخت.

و با سپاس فراوان از:

استاد راهنمای گرامی و بزرگوارم جناب آقای دکتر افشارمحمدیان و استاد مشاور سرکار خانم جمال امید به خاطر راهنمایی ها و محبت های بی دریغشان.

اساتید محترم سرکار خانم دکتر سرمد و جناب آقای دکتر بخشی که زحمت داوری پایان نامه ام را پذیرفتند.

کارشناسان محترم آزمایشگاه خانم ها هادوی و امیدی.

آقای مهندس نالوسی بخاطر کمک های بی دریغش.

دوستان و همکلاسی های عزیزم به خصوص خانم ابراهیمی که صمیمانه مرا یاری نمودند.

صفحه	عنوان
	فهرست مطالب
د	چکیده فارسی
ذ	چکیده انگلیسی
1	فصل اول: مقدمه
2	1- مقدمه:
2	1-1- بادام زمینی
2	1-2- تاریخچه بادام زمینی
2	1-3- تولید بادام زمینی در ایران و جهان
3	1-4- سازگاری بادام زمینی
4	1-5- اهمیت اقتصادی بادام زمینی
5	1-6- گیاهشناسی بادام زمینی
5	1-6-1- دانه بادام زمینی
5	1-6-2- ریشه بادام زمینی
6	1-6-3- ساقه بادام زمینی
6	1-6-4- برگ بادام زمینی
7	1-6-5- گل و گل‌دهی بادام زمینی
7	1-6-6- میوه
8	1-7- تنش
9	1-7-1- تنش شوری
10	1-7-2- شوری در جهان و ایران
10	1-7-3- پاسخ گیاه به شوری
10	1-7-3-1- رشد گیاه
11	1-7-3-2- فعالیت آنزیمی
11	1-7-3-3- پروتئین
12	1-7-3-4- لیپیدها
12	1-7-3-5- آنتی‌اکسیدان‌ها

13	1-7-3-6- اختلالات متابولیکی
13	1-7-3-6-1- جذب سدیم و کلرید و سمیت در گیاهان
14	1-8- اثرات تنش شوری بر گیاهان
14	1-8-1- تنش اسمزی
14	1-8-2- تنش یونی
15	1-8-3- تنش اکسیداتیو
15	1-8-3-1- منابع تولید ROS در سلول‌ها
16	1-9- مکانیسم‌های مقاومت به شوری
16	1-9-1- برقراری هموستازی یونی
17	1-9-2- برقراری هموستازی اسمزی
17	1-9-3- سمیت زدایی
18	1-10- آنتی‌اکسیدان‌ها
18	1-10-1- آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی
19	1-10-1-1- سوپراکسید دیسموتاز (SOD)
19	1-10-1-2- آسکوربات پراکسیداز (APX)
20	1-10-1-3- پراکسیداز (POD)
20	1-10-1-4- کاتالاز (CAT)
21	1-11- مروری بر مطالعات گذشته
22	1-12- اهداف تحقیق حاضر
23	<b>فصل دوم: مواد و روش‌ها</b>
24	2-1- تجهیزات آزمایشگاهی و مواد شیمیایی
24	2-1-1- مواد شیمیایی
24	2-1-2- تجهیزات آزمایشگاهی
25	2-2- اجرای تحقیق
25	2-2-1- بخش اول: بررسی واکنش جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌ای ارقام بادام زمینی
26	2-2-2- بخش دوم: کشت گلدانی
27	2-2-2-1- ارزیابی فلورسانس کلروفیل برگ ارقام بادام زمینی
27	2-2-2-2- ارزیابی پارامترهای فتوسنتزی (کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئید کل) برگ ارقام بادام زمینی

28	3-2-2-2- نمونه برداری
28	4-2-2-2- سنجش فعالیت آنتی اکسیدان‌های آنزیمی
28	1-4-2-2-2- تهیه بافر استخراج
29	2-4-2-2-2- استخراج آنزیم‌ها
29	3-4-2-2-2- سوپراکسید دیسموتاز (SOD)
29	1-3-4-2-2-2- بافرهای سنجش آنزیم SOD
30	2-3-4-2-2-2- تعیین فعالیت آنزیم SOD
30	4-4-2-2-2- آنزیم پراکسیداز (POD)
30	1-4-4-2-2-2- تهیه بافرهای سنجش
31	2-4-4-2-2-2- تعیین فعالیت آنزیم
31	5-4-2-2-2- آسکوربات پراکسیداز (APX)
31	1-5-4-2-2-2- بافرهای سنجش آنزیم APX
31	2-5-4-2-2-2- سنجش فعالیت آنزیم APX
32	6-4-2-2-2- سنجش آنزیم کاتالاز (CAT)
32	1-6-4-2-2-2- بافرهای سنجش آنزیم CAT
32	2-6-4-2-2-2- سنجش فعالیت آنزیم CAT
32	5-2-2-2- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها
33	<b>فصل سوم: نتایج</b>
34	1-3- نتایج بخش اول
34	1-1-3- واکنش جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌ای ارقام بادام زمینی
38	2-1-3- ارزیابی فلورسانس کلروفیل و پارامترهای فتوسنتزی برگ ارقام بادام زمینی
41	3-1-3- فعالیت آنتی اکسیدان‌های آنزیمی برگ ارقام بادام‌زمینی
41	1-3-1-3- فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)
43	2-3-1-3- فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)
44	3-3-1-3- فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD)
45	4-3-1-3- فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX)



---

47	فصل چهارم: بحث
48	1-4- تاثیر تنش شوری بر واکنش جوانه زنی بذور و رشد گیاهچه‌ای ارقام گیاه بادام زمینی
50	2-4- تاثیر تنش شوری بر محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی
52	3-4- تاثیر تنش شوری بر فلورسانس کلروفیل برگ ارقام گیاه بادام زمینی
54	4-4- تاثیر تنش شوری بر فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی
54	1-4-4- فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز
55	2-4-4- فعالیت آنزیم کاتالاز
56	3-4-4- فعالیت آنزیم پراکسیداز
57	4-4-4- فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز
58	5-4- جمع بندی نهایی
58	6-4- پیشنهادها
60	فصل پنجم: منابع

صفحه	عنوان
25	شکل 1-2: پتری دیش‌های حاوی تیمارهای آزمایشی در ژرمیناتور
27	شکل 2-2: اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل برگ بادام زمینی با دستگاه فلورومتر
28	شکل 2-3: اندازه‌گیری میزان کلروفیل
42	نمودار 1-3: اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز
43	نمودار 2-3: اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر فعالیت آنزیم کاتالاز
44	نمودار 3-3: اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز
45	نمودار 4-3: اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

صفحه	عنوان
34	جدول 1-3: تجزیه واریانس صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
35	ادامه جدول 1-3: تجزیه واریانس صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
36	جدول 2-3: مقایسه میانگین اثرات ساده صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
37	ادامه جدول 2-3: مقایسه میانگین اثرات ساده صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
37	جدول 3-3: اثرات متقابل صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
38	ادامه جدول 3-3: اثرات متقابل صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
39	جدول 4-3: تجزیه واریانس پارامترهای فتوسنتزی تحت تنش شوری
39	جدول 5-3: مقایسه میانگین اثرات ساده صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
40	جدول 6-3: اثرات متقابل صفات بررسی شده ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری
41	جدول 7-3: تجزیه واریانس آنتی اکسیدان‌های آنزیمی تحت تنش شوری
42	جدول 8-3: مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی آنتی اکسیدان‌های آنزیمی ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری

## بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری روی برخی آنٹی اکسیدان های آنزیمی سه رقم بادام زمینی

(*Arachis hypogaea* L.)

بنت الهدی دمسی

بادام زمینی که به اسامی گوناگون نظیر پسته شامی و بادام کوهی معروف است، که بیشتر در تمام کشورهای استوایی و نیمه استوایی کشت می شود. شور شدن تدریجی خاک از مسائل مهم در بسیاری از مناطق جهان به خصوص در کشور ما می باشد. مطالعه این تحقیق به منظور بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام بادام زمینی، تحت تنش شوری، در دانشگاه گیلان در سال 1392 به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار در شرایط کشت گلدانی با 4 سطح شوری 0، 50، 100 و 150 میلی مولار حاصل از کلرید سدیم و در 3 رقم بادام زمینی محلی گیلان، ICGV96177 و ICGV03060 انجام شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل رقم در شوری بر روی صفات سرعت و درصد جوانه زنی، طول ریشه چه، نسبت طول ریشه چه به ساقه چه، مجموع ریشه چه و ساقه چه، وزن تر گیاهچه، بنیه بذر، پراکسیداز، کاتالاز، آستوربات پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز،  $F_0$ ،  $F_m$  و عملکرد در سطح یک درصد و در صفات کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل a+b در سطح 5 درصد معنی دار بود و در صفات کاروتنوئید، وزن خشک و طول ساقه چه غیر معنی دار بود. بررسی نتایج این نشان داد که بیشترین مقدار خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی، در سطح صفر و رقم محلی گیلان و بالاترین مقدار آنٹی اکسیدان های آنزیمی نیز در رقم محلی گیلان و سطح شوری 150 میلی مولار بدست آمد. لذا رقم محلی گیلان حساسیت کمتر نسبت به تنش شوری نسبت به ارقام دیگر بررسی شده می باشد.

واژه های کلیدی: بادام زمینی، شوری، رنگدانه های فتوسنتزی، فلورسانس کلروفیل، آنٹی اکسیدان های آنزیمی

## The effect of different levels of salinity on some enzymatic antioxidant of three genotype of (*Arachis hypogaea* L.)

Bentolhoda Damsi

Peanut has various names such as pistachios dinner and the famous mountain peanut, mostly cultivated in all tropical and subtropical countries. Gradual soil salinization is a major problem in many regions of the world, particularly in our country. In order to investigate morphological characterization and physiological activities of peanut cultivars, under salt stress, research has been carried out as factorial arrangement based on completely randomized design with three replications in pott with four salinity levels (0, 50, 100 and 150 Mm) of sodium chloride using three cultivars of peanut (Guilan local, ICGV96177 and ICGV03060) at the university of Guilan In 1392. The results indicated that interaction effects of cultivar and salinity regarding the characteristics of germination percent and speed, length of root and root length/shoot length, total root and shoot, seedling fresh weight, seed vigor, peroxidase, catalase, ascorbate peroxidase, superoxide dismutase,  $F_0$ ,  $F_m$  and quantity yield at the level one percent and the traits of chlorophyll a, chlorophyll b and chlorophyll a + b at the level the five percent were significant and the traits of carotenoids, seedling dry weight and shoot length were not significant. The results showed that the most amount of morphological characteristics and physiological activities at zero level in local cultivar of Guilan and use of the highest amount of enzymatic antioxidants at salinity level of 150 mM, observed in local cultivar of guilan. There fore, the local cultivar of Guilan is the less sensitivity cultivar under salinity stress.

**Keywords:** Peanuts, Salinity, Photosynthetic pigments, Chlorophyll fluorescence, Antioxidant enzyme.

فصل اول

مقدمه

## 1- مقدمه:

## 1-1- بادام زمینی:

بادام زمینی که به اسامی گوناگون نظیر پسته شامی و بادام کوهی معروف است. معمولاً در تمام کشورهای استوایی و نیمه استوایی به منظور استفاده خوراکی کشت می‌شود. بادام زمینی از خانواده بقولات و یکی از عمده‌ترین نباتات زراعی جهان است (احمدی، 1368).

## 2-1- تاریخچه بادام زمینی:

منشاء اصلی این گیاه به عقیده دانشمندان، از آمریکای جنوبی و در منطقه‌ای به نام گران چاکو در قاره آمریکای جنوبی بوده و اولین بار در سال 1289 خورشیدی از لبنان وارد ایران شد و به طور آزمایشی در روستایی به نام آتسگاه از توابع شهر رشت، کاشته شد و از آن پس به سایر نقاط استان گیلان انتقال پیدا کرد (عبدزاد گوهری و همکاران، 1390). گزارش باستان شناسان حاکی از آن است که بین 300 تا 2500 سال قبل از میلاد بادام زمینی کشت می‌شده است. به نظر می‌رسد که گیاهان بومی توسط بومیان آمریکای جنوبی، با انتخاب گونه‌های وحشی و یا به وسیله تلاقی به شکل پر محصول درآمده‌اند. راثو در سال 1987 گزارش کرد که جنس‌های *Arachis* به طور طبیعی در 5 کشور در آمریکای جنوبی (آرژانتین، بولیوی، برزیل، پاراگوئه و اروگوئه) تطابق پیدا کرده‌اند و شامل 70 زیر گونه می‌باشند (Smarrt, 1994).

## 3-1- تولید بادام زمینی در ایران و جهان:

بیش از نیمی از نواحی زیر کشت بادام زمینی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد (Reddy *et al.*, 2003) بر اساس آمار فائو در سال 2005 سطح کشت جهانی این گیاه 23/427 میلیون هکتار و تولید میوه آن 37/228 میلیون تن و تولید روغن از آن 5/483 میلیون تن بوده است (FAO, 2007) سطح زیر کشت بادام زمینی در 108 کشور جهان حدود 25/3 میلیون هکتار است که سالانه بیش از 37 میلیون تن محصول بادام زمینی از آن برداشت می‌شود. آسیا با تولید 25/5 میلیون تن بادام زمینی حدود 70 درصد تولید این محصول را به خود اختصاص داده است (Murata, 2003). کاشت بادام زمینی در ایران محدود به مناطق دارای خاک آبرفتی و آب و هوای معتدل بوده و امروزه کشت آن فقط در استان‌های گیلان، گلستان و خوزستان رایج است (Abdzade and Noorhosseini, 2010). در سال 1361 سطح زیر کشت بادام زمینی حدود 2000 هکتار با میانگین حدود یک تن دانه بود (خواجه پور، 1386). هم اکنون سطح زیر کشت بادام زمینی در استان گیلان حدود

2583 هکتار بوده و میزان تولید نیز 8691/8 تن می‌باشد بیشترین سطح زیر کشت و تولید بادام زمینی مربوط به شهرستان آستانه اشرفیه می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی گیلان، 1389)

#### 1-4- سازگاری بادام زمینی:

بادام زمینی مانند سایر دانه‌های روغنی یکساله، با دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگاری دارد. به طور کلی تغییرات آب و هوا، انواع تیپ ایستاده را بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد و بر انواع رونده حداقل تاثیر را دارد (Maiti and Ebeling, 2002) حداقل درجه حرارت برای جوانه‌زنی بذر بادام زمینی حدود 13 درجه سانتی‌گراد است. دمای 30-25 درجه سانتی‌گراد دمای مطلوب برای بادام زمینی است و دمای کمتر از 20 درجه سانتی‌گراد رشد گیاه را به تعویق می‌اندازد. همچنین دمای بیش از 35 درجه سانتی‌گراد نیز تاثیر منفی بر تولید گل دارد، با این وجود دیده شده است که در بسیاری از وارته‌های رونده، نژادهایی وجود دارند که در برابر خشکی و دمای بالا مقاومند. بادام زمینی، هنگامی که مستقر شود در برابر خشکی نسبتاً مقاوم است و می‌تواند درجه حرارت‌های بالا را نیز تحمل کند (Ntare, 1999). بارندگی به میزان 1000 - 500 میلی‌متر تولید تجاری بادام زمینی دیم را امکان پذیر می‌سازد. دیمکاری بادام زمینی به حداقل 550 - 450 میلی‌متر باران با توزیع یکنواخت در طی فصل رشد (بسته به پتانیل تبخیر و تعرق) نیاز دارد (خواجه پور، 1386، صفرزاده ویشکائی، 1378). از طرفی، در مراحل انتهایی رشد بادام زمینی، فراوانی باران مطلوب نیست، زیرا موجب افت کیفیت دانه می‌شود. به عبارت دیگر هنگامی که غلاف‌ها رسیدند، بهتر است باران نبارد، زیرا دانه برخی از وارته‌های بادام زمینی دوره خواب بسیار کوتاهی دارند که با ریزش باران بذرها ممکن است قبل از برداشت به صورت روی بوته‌ای جوانه بزنند (صفرزاده ویشکائی، 1378). خاک ایده‌آل برای بادام زمینی باید کاملاً زهکشی شده، سبک، دارای بافت لومی شنی با کلسیم کافی و مواد آلی به مقدار متوسط باشد. دلیل استفاده از خاک‌های شنی و سبک این است که نفوذ ریشه، پگ و آب باران به داخل آنها راحت‌تر بوده و نیز در زمان برداشت، میوه به راحتی از خاک بیرون کشیده می‌شود، زیرا اگر مقدار رس زیاد باشد، بسیاری از غلاف‌ها در حین بیرون آوردن بوته می‌شکنند و یا در خاک باقی می‌مانند. خاک‌هایی که مواد آلی زیادی دارند برای تولید بادام زمینی مطلوب نیستند، زیرا شیوع آفات و امراض در این خاک‌ها زیاد بوده و رنگ غلاف‌های بادام زمینی نیز تیره می‌شود. بادام زمینی خاک‌های با pH کمی اسیدی (6-6/5) را ترجیح می‌دهند، اما pH در دامنه 5/5-7 نیز مناسب است. خاک‌های شور برای بادام زمینی مناسب نیستند و از این نظر این گیاه در گروه گیاهان حساس به شوری قرار دارد. به طور کلی نمک باعث کاهش اندازه و



تعداد غلاف‌ها و نیز کاهش خروج از خاک گیاهچه و رشد گیاه بادام زمینی می‌شود (Smarrt, 1994; Beasley *et al.*, 2002).

#### 1-5- اهمیت اقتصادی بادام زمینی:

بادام زمینی از دانه‌های روغنی اصلی جهان و از گیاهان غذایی محسوب می‌شود. بادام زمینی بیشتر به خاطر دانه آن که از نظر روغن و پروتئین و کربوهیدرات‌ها غنی است، کشت می‌شود. به طور کلی هر صد گرم قسمت خوراکی بادام زمینی، تقریباً شامل 5/4 گرم آب، 30/4 گرم پروتئین، 47/7 گرم چربی، 11/7 گرم کربوهیدرات، 2/5 گرم فیبر و 2/3 گرم خاکستر است. میانگین میزان انرژی در هر صد گرم معادل با 2457 کیلوژول است. بادام زمینی منبع خوبی از ویتامین های B و E است. وزن دانه بادام زمینی به ازای هر صد عدد بین 25 و 115 گرم متغیر است. دانه‌های بادام زمینی به دلیل دارا بودن روغن و پروتئین زیاد با ارزش هستند. میزان پروتئین خام در دانه‌های آن در دامنه‌ای بین 22 تا 30 درصد است که با تیپ، رقم، محل، سال و بلوغ فیزیولوژیکی بذر تغییر می‌نماید. میزان اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک، و آرژنین حدود 45 درصد از کل اسیدهای آمینه بر آورد شده است. بادام زمینی از کمبود لیزین، ترئونین و متیونین برخوردار است. میزان روغن دانه بادام زمینی در دامنه‌ای بین 44 و 65 درصد با میانگین 50 درصد است. ارقام تیپ ویرجینیا دارای میزان روغن کمتری نسبت به تیپ‌های اسپانیایی است. 80 درصد اسیدهای چرب آن به اسیدهای اولئیک و لینولئیک که از جمله اسیدهای چرب اشباع نشده‌اند اختصاص دارد. اسید پالمیتیک به میزان بیش از 10 درصد است و دامنه غلظت اسیدهای چرب عمومی دیگر از 0/01 تا 0/04 است. هر قدر نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک در روغن بادام زمینی بیشتر باشد، به همان نسبت روغن پایدارتر است و نسبت به اکسیداسیون حساسیت کمتری دارد. این نسبت در دانه‌های رسیده می‌تواند در دامنه‌ای از 1 تا بیش از 3 باشد. ارقام زراعی تیپ اسپانیایی دارای نسبت‌های کمتری نسبت به ارقام تیپ ویرجینیا است (سعیدی، 1383). بادام زمینی در طب قدیم ایران برای تقویت ریه و طحال، افزایش کلسترول خوب خون، کاهش درد معده و ناراحتی‌های گوارشی، بر طرف کردن سرفه خشک، ازدیاد شیر در مادران شیرده، به عنوان ملین و تقویت قوای دماغی استفاده می‌شده است. به علاوه، برخی خواص دیگر این گیاه دارویی نیز مورد توجه و مطالعه قرار گرفته است که از جمله آنها بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی در پوسته آن را می‌توان نام برد (Lou *et al.*, 2004).

### 1-6-6- گیاه‌شناسی بادام زمینی:

بادام زمینی متعلق به تیره *Fabaceae* زیر تیره *Papilionoidae* قبیله *Aechnomeneae* زیر قبیله *Stylosanthisinae* جنس *Arachis* و گونه *hypogaea* می‌باشد. کلمه *Arachis* از کلمه *arachis* به معنی تک ساقه استخراج شده است و به عدم ساقه‌های عمودی اشاره دارد. کلمه *hypogaea* نیز از کلمه *hupo-ge* به معنی زیر زمین گرفته شده است و اشاره به ژینوفر (ساقه گل یا پگ) دارد که به سمت پایین خاک رشد می‌کند، به طوری که غلاف‌ها در زیر خاک رشد و توسعه پیدا می‌کنند (Murata, 2003; Pandey et al., 2002).

### 1-6-6-1- دانه بادام زمینی:

دانه‌ها تفاوت زیادی از نظر اندازه، شکل و رنگ از یکدیگر نشان می‌دهند. تستا یا پوسته بذر نازک و کاغذی است. پوسته بذر شامل 3 لایه تک سلولی، اپیدرم یا اسککلرانسیم، پارانشیم میانی و پارانشیم بیرونی می‌باشد (Smartt, 1994). لایه بیرونی به رنگ‌های متفاوتی از سفید تا صورتی، ارغوانی، قهوه‌ای مایل به زرد و قهوه‌ای تیره دیده می‌شود (سعیدی مهرورز، 1383). اندازه دانه همراه با وزن دانه به میزان زیادی در طبقه‌بندی زراعی بادام زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانه‌های درشت برای اهداف آجیلی و در صنعت شیرینی‌پزی ترجیح داده می‌شوند، در حالی که بیشتر انواع ریز و متوسط در صنعت روغن کشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اندازه دانه در جنس *Arachis* وحشی بسیار کم بوده و از 8 تا 18 میلی‌متر طول و 4 تا 7 میلی‌متر قطر دارند (Smartt, 1994).

### 1-6-6-2- ریشه بادام زمینی:

بادام زمینی گیاه علفی یک‌ساله با ریشه سطحی و تقریباً گسترش یافته است. بیشتر تراکم ریشه در عمق 5 تا 35 سانتیمتری خاک است. در روز دوم بعد از جوانه‌زنی ریشه اصلی ظاهر می‌شود و به طور سریع و عمودی به سمت پایین رشد می‌کند. طول ریشه اصلی از 50 تا 55 سانتی‌متر در خاک‌های نامناسب و سنگین، تا 90 الی 130 سانتی‌متر در شرایط مناسب می‌باشد. طول ریشه بستگی به رقم، خاک و رطوبت قابل دسترس دارد (Smartt, 1994). سیستم ریشه‌ای شامل یک ریشه اصلی کاملاً نمو یافته با ریشه‌های جانبی زیاد، قادر به نفوذ به خاک تا عمق بیش از 2 متر، فاقد تارهای کشنده و دارای گرهک‌های تثبیت کننده ازت است (سعیدی مهرورز، 1383). بادام زمینی دارای یک ریشه اصلی مشخص با ریشه‌های جانبی و ریشه‌های نابجای فراوان است که از هیپوکوتیل و ساقه‌های هوایی منشعب می‌شود. ریشه‌ها نرم و کشیده بوده و فاقد تارهای

موئین هستند، به طوری که جذب آب و مواد غذایی مستقیماً توسط بافت خارجی ریشه‌ها انجام می‌گیرد. میوه‌ها بافتی مشابه تارهای موئین دارند و آشکارا قادرند مواد غذایی را از محلول خاک جذب کنند (احمدی، 1368).

#### 1-6-3- ساقه بادام زمینی:

عموماً ساقه‌ها زاویه‌دار، کرکدار، محکم و در مراحل ابتدایی دارای مغز می‌باشد. وقتی که گیاه رشد کرد، ساقه‌ها توخالی و گرد می‌شوند و بیشتر کرک‌ها به خصوص در میان گره‌های پایینی می‌ریزند. هیچ نشانه‌ای از چوبی شدن در *Arachis hypogaea* دیده نمی‌شود، اما در گونه‌های وحشی ساقه می‌تواند چوبی شود. رنگدانه‌های آنتوسیانین در سلول‌های اپیدرمی ساقه رنگ‌های متفاوتی را می‌سازند. رنگ ساقه به وسیله حضور و یا تفاوت شدت رنگدانه‌ها تعیین می‌شود. رنگ‌های ارغوانی، صورتی، قرمز تیره، قرمز روشن یا سبز (عدم آنتوسیانین) و چندین ترکیب از رنگ‌های ارغوانی، صورتی و قرمز از رنگ‌های معمولی ساقه است (Smartt, 1994). بادام زمینی دارای یک ساقه مجزا و مستقل و چندین شاخه جانبی است. دو شکل مجزای رشد ساقه به شکل خزنده (رونده یا خوابیده روی زمین) و ایستاده (بانچ ایستاده و بانچ) شناخته شده است (رستگار، 1385). تنوع زیادی میان این دو شکل اصلی وجود دارد که تحت تاثیر اثرات متقابل عوامل ژنتیکی و سیتوپلاسمی و همچنین اثر متقابل با محیط می‌باشد. به نظر می‌رسد که اثر متقابل ژنتیکی - سیتوپلاسمی که نوع عادت رشد را تعیین می‌کند در مسیرهای بیوسنتز تولید هورمون‌های گیاهی و توقف تولید آنها نقش دارد (Smartt, 1994).

#### 1-6-4- برگ بادام زمینی:

برگ‌ها 4 برگچه‌ای می‌باشند، بجز گونه‌های متعلق به بخش *Trifoliolatae* که 3 برگچه‌ای هستند (Smartt, 1994). برگ‌ها دارای دو جفت برگچه تخم‌مرغی، متقابل، به طول 3 تا 7 و عرض 2 تا 3 سانتی‌متر، دم‌برگ به طول 3 تا 7 سانتی‌متر، بالشتک در قاعده دم‌برگ و در قاعده هر برگچه موجب حرکات مشخص شبانه شده به طوری که دم‌برگ به طرف پایین و برگچه‌ها به سمت بالا خمیده شده تا آنها را لمس کند (سعیدی مهرورز، 1383). رنگ برگ‌ها یک صفت مهم برای تفاوت قائل شدن در بین زیر گونه‌های بادام زمینی است. زیر گونه *hypogaea* دارای برگ‌های سبز تیره، در مقابل برگ‌های سبز روشن زیر گونه *fastigiata* است (Smartt, 1994). برگچه‌ها به شکل تخم‌مرغی وارونه و دارای کرک‌های نرم می‌باشند که طولی بین 3 تا 5 سانتی‌متر دارند. طول دم‌برگ اصلی 3 تا 7 سانتی‌متر است. وجود بافت خرطومی در زانوئی دم‌برگ اصلی

و دمبرگچه‌ها اجازه باز و بسته شدن برگچه‌ها و خواب شبانه را به برگ‌ها می‌دهند. برگ‌ها همزمان با رسیدگی محصول و از پایین به بالای بوته شروع به ریزش می‌کنند (صفرزاده ویشکائی، 1378، رستگار، 1385).

### 1-6-5- گل و گل‌دهی بادام زمینی:

گل‌ها بدون پایک، شامل یک کلاهک گل که از اتصال بخش‌های کاسه، جام و لوله پرچمی به وجود آمده است و راس آن دارای لوب‌های نمو یافته متشکل از 5 کاسبرگ و گلبرگ (زرد کم‌رنگ تا نارنجی-قرمز) و 10 میله پرچم کوتاه با بساک می‌باشند. تخمدان فوقانی، تک حجره‌ای، بدون پایک، با 2 تا 6 تخمک، واقع در قاعده لوله هیپانتیوم است. خامه منتهی به یک کلاله چماقی شکل در میان بساک‌ها شده، پس از لقاح، یک ساختار پایک مانند به نام پایک یا پایه تخمدان با یک مریستم میان گره‌ای در قاعده تخمدان امتداد می‌یابد (سعیدی مهرورز، 1383). گلدهی در بادام زمینی از 35 روز بعد از سبز شدن آغاز و تا دو ماه ادامه می‌یابد. گل‌ها کوچک و به طور تقریبی 11 میلی‌متر که روی شاخه‌های جانبی به صورت منفرد یا گروه‌های کوچک 2 تا 4 عددی و در نزدیکی انتهای ساقه و شاخه‌ها می‌رویند. دمگل کاملاً کوتاه، سبز و کرکدار است. گل بادام‌زمینی دارای پنج کاسبرگ است که به هم پیوسته و لوله‌ای را به طول 2 تا 3 متر تشکیل می‌دهند که دارای قسمت‌های کوچک نامنظم هستند. تعداد گل‌های تولیدی بسیار زیاد است، اما معمولاً کمتر از 15 تا 20 درصد آنها به صورت نیام کامل رشد می‌کنند. ریزش گل‌ها در آغاز گل‌دهی زیادتر است. حدود ثلث نیام‌های تشکیل شده نیز می‌ریزند. تعداد نهایی غلاف در بوته به پتانسیل ژنتیکی رقم و شرایط محیط رشد بستگی داشته و ارتباط زیادی به تعداد گل‌های تشکیل شده روی هر بوته ندارد. بادام زمینی غالباً گیاه خودگشن است. میزان دگرگشتی به فعالیت حشرات بستگی داشته و حداکثر تا 2 درصد می‌رسد (رستگار، 1385، خواجه پور، 1386).

### 1-6-6- میوه:

ارقام در نسبت پایک‌هایی که به خاک نفوذ می‌کنند و غلاف تشکیل می‌دهند، تفاوت معنی‌داری دارند. میوه یا غلاف رسیده به طور طبیعی تا 4 دانه در خود دارد. گاه‌گاهی 5 یا 6 دانه در غلاف نیز ثبت شده است. اندازه غلاف در دامنه‌ای از 2/7 تا 8 سانتی‌متر قرار دارد. پوسته شامل یک لایه اسفنجی خارجی، یک لایه میانی فیبری، یک لایه چوبی و یک لایه داخلی است که در زمان رسیدگی نازک و کاغذی می‌شود. تخمک‌ها تدریجاً تا گلدهی و رشد پیوسته بعد از تلقیح رشد می‌کنند. جنین در طی طویل شدن پایک خواب است و 3 تا 4 روز بعد از گسترش پایک شروع به نمو می‌کند. زمانی که پایک به بیشترین عمق خود