

## تأثیر تیمارهای آب گرم و هوای گرم بر جوانه‌زنی و عمر انباری غده‌های دو رقم سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

رحیم محمدزاده و مجید راحمی<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور بررسی آثار تیمارهای گرمایی بر جوانه‌زنی، کاهش وزن و دیگر ویژگی‌های دو رقم سیب زمینی (اگریا و دیامونت) در انبار سرد ( $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) و انبار معمولی ( $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) در سال ۱۳۸۳ آزمایش‌هایی انجام شد. پس از اعمال عمل التیام دهی، غده‌های هر دو رقم در هوای ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴، ۸ و ۱۲ ساعت و آب ۲۲، ۵۴ و ۵۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. و سپس تورهای محتوی غده‌ها در انبار سرد و انبار معمولی به مدت دو و چهار ماه نگهداری شدند. نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که هوای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ و ۱۲ ساعت، و آب گرم ۵۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه به طور معنی‌داری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی غده‌ها، بدون تغییر مواد درونی آنها نسبت به تیمار شاهد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: التیام دهی، تیمار گرمایی، جوانه‌زنی

### مقدمه

جوانه‌زنی غده‌ها باعث کاهش وزن، تغییر شکل ظاهری، افزایش تنفس و انتقال کربوهیدرات از غده به چشم‌ها می‌شود. سیب زمینی پس از برداشت جهت تشکیل پریدرم (چوب پنبه) و التیام زخم‌های ایجاد شده در طی برداشت، در دمای ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد به مدت ۱۰ روز یا بیشتر نگه داشته می‌شود (۳). اما گزینش ارقامی با دوره رکود طولانی، التیام دهی مناسب و کاربرد مواد شیمیایی باز دارنده‌های جوانه‌زنی مثل

با توجه به تولید سالانه سیب زمینی در کشور، که حدود چهار میلیون تن برآورد می‌شود (۱) مقدار کمی از آن به صورت تازه به مصرف می‌رسد. و بیشتر آن در انبارها نگهداری و به تدریج جهت مصارف مختلف به بازار فرستاده می‌شود. اما هر ساله در اثر شرایط نامناسب نگهداری، درصد زیادی از غده‌ها جوانه زده و یا دچار پوسیدگی می‌شود (۲).

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

بنابراین در این پژوهش آثار تیمارهای گرمایی به منظور افزایش عمر انباری غده‌های سیب زمینی از طریق کنترل جوانه زنی و پوسیدگی در دو رقم مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی آثار تیمارهای گرمایی (آب گرم و هوای گرم) بر جوانه زنی و افزایش عمر انباری دو رقم سیب زمینی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۸۳ انجام گردید.

در این آزمایش، غده‌های هر دو رقم آگریا (Agria) و دیامونت (Diamont)، در اواسط مهرماه که از روستای شهر بالای شهرستان اقلید برداشت شده بود، استفاده گردید. غده‌های سیب زمینی قبل از اعمال تیمارهای گرمایی به مدت ۱۰ روز در دمای ۱۵ درجه و رطوبت نسبی ۹۰ درصد، جهت التیام دهی قرار گرفت و سپس غده‌های هر تیمار در کیسه‌های توری قرار داده و قبل از اعمال تیمارهای گرمایی وزن شدند.

در آزمایش تیمار هوای گرم، غده‌های مورد نیاز در دمای ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴، ۸، ۱۲ ساعت در آن‌ها قرار گرفت. هم‌چنین برای جلوگیری از کاهش وزن غده‌ها، ظروف محتوی آب داخل آن‌ها قرار داده شد و در آزمایش با تیمار آب گرم، غده‌ها به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه در آب گرم ۲۲، ۵۴ و ۵۷ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم مدل Ycw-04 M که به راحتی دمای آن کنترل می‌شود. غوطه ور گردید سپس جهت خشک شدن آب سطح غده‌ها از پنکه استفاده گردید.

این آزمایش‌ها به صورت طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار گرمایی در سه تکرار اجرا گردید. هر تکرار محتوی ۷ غده، که در یک توری کیسه‌ای قرار گرفته بود. نیمی از کیسه‌ها به انبار معمولی و نیمی دیگر به سردخانه با

تانازین (Tanazene)، کلرپروفن (Chlorprophen) و مالئیک هیدرازید (Maleic hydrazide) می‌توان مانع جوانه زنی شد (۷). اگرچه آلودگی‌های باکتریایی و حدود ۱۰۰ درصد ممانعت می‌شوند، اما بقایای مواد شیمیایی، برای سلامتی بشر خطرناک هستند (۱۲). بنابراین تیمارهای گرمایی جایگزین مناسبی برای مواد شیمیایی جهت کنترل بیماری‌ها و جوانه زنی غده‌های سیب‌زمینی می‌باشد (۹).

میزان دمای کنترل کننده عوامل بیماری زای سطحی و جوانه زنی سیب زمینی بایستی در محدوده‌ای باشد، تا به کیفیت و ارزش غذایی و فرآیندی سیب زمینی، صدمه‌ای وارد نشود. رسیدن به این دو هدف با تیمار گرمایی امکان پذیر می‌باشد. اما فاکتورهایی مانند اندازه غده، عمق چشم‌ها، نفوذ عامل بیماری زا به لایه چوب پنبه‌ای شده، میزان کشندگی عامل بیماری زا و چشم‌ها توسط گرما و دمایی که به کیفیت آسیب می‌رساند، را تحت تأثیر قرار می‌دهند و هم‌چنین مدت زمان تیمار گرمایی، نقش مهمی در کنترل بیماری و جوانه زنی دارد (۱۲).

رانگانا و همکاران نشان دادند، که سیب زمینی‌های غوطه ور شده در حمام آب گرم با دمای ۵۷/۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه بدون آسیب به کیفیت غذایی آن از جوانه زنی غده‌ها به مدت ۱۲ هفته در انبار جلوگیری می‌نماید (۱۲).

ماکی و شپیتون گزارش کرده اند، که غوطه ور کردن غده‌های سیب زمینی در آب گرم ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه باعث کنترل باکتری *Erwinia carotovora* subsp. *Atrosptica* می‌شود (۱۱). امروزه تیمارهای هوای گرم جهت افزایش عمر انباری میوه‌ها به کار برده می‌شود. آثار تیمار هوای گرم بر جوانه زنی سیب زمینی موثر می‌باشد، به طوری که دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه می‌تواند بیماری *Oospera pustulans* در سیب زمینی را کنترل نماید (۹).

مطابقت دارد (۶).

هم چنین بررسی برهمکنش تیمارهای گرمایی و نوع انبار (سرد و معمولی) نشان داد، که در هوای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ و ۱۲ ساعت در هر دو رقم و آب گرم ۵۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در رقم آگریا نسبت به شاهد (هوای ۲۵ و آب ۲۲ درجه سانتی‌گراد)، مقدار کاهش وزن کمتری داشته و در رقم دیامونت به علت ضخامت کم پوست کاهش وزن در دمای ۵۷ درجه سانتی‌گراد بیشتر بوده است (جدول‌های ۱ و ۲). بدیهی است که با افزایش دما، میزان تنفس و تعرق از سطح غده‌ها افزایش یافته و وزن غده‌ها با از دست دادن آب، کاهش می‌یابد که این نتایج با گزارش بوچباکر و همکاران مطابقت دارد. نتایج پژوهش نشان دادند که میانگین کاهش وزن در تیمارهای گرمایی به غیر از آب ۵۷ درجه سانتی‌گراد (روی رقم دیامونت) اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نداشتند (۴).

#### تأثیر بر میزان جوانه زنی

مقایسه میانگین‌ها (جدول‌های ۳ و ۴) نشان می‌دهد. تیمارهای گرمایی (هوای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ و ۱۲ ساعت و آب گرم ۵۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه) در هر دو انبار (سرد و معمولی) به طور معنی‌داری نسبت به شاهد باعث کاهش جوانه زنی گردید. این نتایج با بررسی‌های رانگانا و همکاران و هاید و ماکی و شیپتون مطابقت دارد (۱۰، ۱۱ و ۱۳).

بررسی میانگین رقم‌ها هم نشان داد، رقم تأثیر زیادی در جوانه زنی غده‌ها داشته به طوری که مشاهده شد، رقم دیامونت نسبت به رقم آگریا دارای خواب کمتری می‌باشد، و نگره‌داری در انبار معمولی به دلیل دمای بالا، سبب تسریع رشد جوانه‌های موجود در قسمت تاج غده‌ها گردیده و به خاطر غالبیت انتهایی، بقیه چشم‌ها جوانه نزده و درصد جوانه زنی کمتر می‌شود، ولی اعمال تیمارهای گرمایی و نوع انبار تأثیر زیادی

دمای  $9 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $90 \pm 5$  درصد انتقال داده شدند. هم چنین در این آزمایش، تیمارهای شاهد شامل دمای اتاق و آب معمولی بوده است.

جهت تعیین کاهش وزن غده‌ها از ترازوی با دقت  $0/01$  گرم و برای درصد جوانه زنی، شمارش تعداد چشم‌های جوانه زده و برای تعیین چگالی از فرمول  $d = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$ ، تعیین نشاسته با روش آنترن (۱۴) و درصد ماده خشک از فرمول هاریس (۸) استفاده گردید و سپس میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه دانکن با هم مقایسه شدند.

#### نتایج و بحث

##### تأثیر آب گرم و هوای گرم بر خواص کمی و کیفی غده‌های سیب‌زمینی

در سال ۱۳۸۳ غده‌های سیب‌زمینی ارقام آگریا و دیامونت قبل از انبار در آب گرم و هوای گرم با دماهای مختلف قرار گرفتند. اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی غده‌ها بعد از ۲ و ۴ ماه انبارداری برای ارقام فوق در انبار سرد و معمولی مورد بررسی قرار گرفت.

##### تأثیر بر میزان کاهش وزن

نتایج آزمایش نشان داد که در هر دو رقم، غده‌هایی که در انبار ( $18 \pm 1^\circ\text{C}$ ) معمولی قرار داشتند، به طور معنی‌داری نسبت به انبار سرد ( $9 \pm 1^\circ\text{C}$ ) کاهش وزن بیشتری نشان دادند، که این به دلایل بالا بودن دما و پایین بودن رطوبت نسبی انبار معمولی می‌باشد. این نتایج با نظریه اشرو همکاران که اظهار می‌دارند کاهش وزن میوه‌ها و سبزی‌ها که بستگی به کمبود فشار بخار (Vapor pressure deficit) دارد که تحت تأثیر دما و رطوبت نسبی قرار می‌گیرد،

جدول ۱. اثر تیمار آب گرم بردرصد کاهش وزن دو رقم سیب‌زمینی (اگر یا و دیامونت) بعد از ۴ و ۲ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی - ۱۳۸۳

دیامونت		رقم		اگر یا	
مدت نگهداری (ماه)		مدت نگهداری (ماه)		مدت نگهداری (ماه)	
۴	۲	۴	۲	۴	۲
انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد
۲۹/۸۷ <sup>a</sup>	۹/۵۶ <sup>g</sup>	۵/۵۲ <sup>h-i</sup>	۵/۴۲ <sup>h-i</sup>	۲۰/۳۰ <sup>bc</sup>	۴/۶۲ <sup>h-i</sup>
۱۵/۸۱ <sup>cde</sup>	۸/۴۴ <sup>gh</sup>	۷/۴۴ <sup>g-i</sup>	۵/۲۶ <sup>h-i</sup>	۱۴/۶۶ <sup>c</sup>	۴/۵۰ <sup>i</sup>
۲۹/۸۷ <sup>a</sup>	۲۰/۱۷ <sup>bc</sup>	۱۹/۶۳ <sup>bcd</sup>	۱۲/۴۳ <sup>ef</sup>	۱۵/۰۶ <sup>de</sup>	۷/۱۶ <sup>g-i</sup>
-	۲۹/۹۹ <sup>a</sup>	-	۲۳/۰۶ <sup>b</sup>	۲۲/۵۷ <sup>b</sup>	۹/۶۴ <sup>g</sup>
-	۲۲/۹۷ <sup>b</sup>	-	۷/۶۸ <sup>g-i</sup>	-	-
-	-	-	-	-	-
انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد
آب معمولی (۱۵، ۲۲°C)	۲/۹۶ <sup>kl</sup>	۶/۶۹ <sup>g-i</sup>	۲/۹۶ <sup>kl</sup>	۱۵، ۲۲°C (دقیقه)	آب معمولی
آب معمولی (۳۰، ۲۲°C)	۲/۸۴ <sup>l</sup>	۶/۲۵ <sup>g-i</sup>	۲/۸۴ <sup>l</sup>	۳۰، ۲۲°C (دقیقه)	آب معمولی
آب گرم (۱۵، ۵۴°C)	۵/۲۵ <sup>h-l</sup>	۸/۰۵ <sup>gh</sup>	۵/۲۵ <sup>h-l</sup>	۱۵، ۵۴°C (دقیقه)	آب گرم
آب گرم (۳۰، ۵۴°C)	۵/۶۵ <sup>h-k</sup>	۹/۶۴ <sup>g</sup>	۵/۶۵ <sup>h-k</sup>	۳۰، ۵۴°C (دقیقه)	آب گرم
آب گرم (۱۵، ۵۷°C)	۴/۱۲ <sup>kl</sup>	-	۴/۱۲ <sup>kl</sup>	۱۵، ۵۷°C (دقیقه)	آب گرم
آب گرم (۳۰، ۵۷°C)	-	-	-	۳۰، ۵۷°C (دقیقه)	آب گرم

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۲. اثر تیمار هوای گرم بر درصد کاهش وزن دو رقم سیب‌زمینی (اگر با و دیامونت) بعد از ۲۰ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی - ۱۳۸۳

انبار معمولی	دیامونت		رقم		اگر با		تیمار
	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	
۲۳/۸۷ <sup>a-f</sup>	۱۰/۶۸ <sup>b-s</sup>	۱۱/۹۲ <sup>g-s</sup>	۷/۳۰ <sup>d</sup>	۲۰/۰۲ <sup>c-k</sup>	۵/۹۱ <sup>q-x</sup>	۷/۷۸ <sup>p-m</sup>	هوای معمولی (۴،۲۵°C) (ساعت)
۲۳/۸۷ <sup>a-f</sup>	۱۰/۶۸ <sup>b-s</sup>	۱۱/۹۲ <sup>g-s</sup>	۷/۳۰ <sup>d</sup>	۲۰/۰۲ <sup>c-k</sup>	۵/۹۱ <sup>q-x</sup>	۷/۷۸ <sup>p-m</sup>	هوای معمولی (۸،۲۵°C) (ساعت)
۲۳/۸۷ <sup>a-f</sup>	۱۰/۶۸ <sup>b-s</sup>	۱۱/۹۲ <sup>g-s</sup>	۷/۳۰ <sup>d</sup>	۲۰/۰۲ <sup>c-k</sup>	۵/۹۱ <sup>q-x</sup>	۷/۷۸ <sup>p-m</sup>	هوای معمولی (۲۵،۱۲°C) (ساعت)
۲۱/۴۶ <sup>b-g</sup>	۷/۸۲ <sup>n-w</sup>	۱۰/۰۸ <sup>k-u</sup>	۶/۳۶ <sup>p-x</sup>	۱۹/۰۷ <sup>d-l</sup>	۵/۴۲ <sup>q-x</sup>	۷/۰۲ <sup>o-x</sup>	هوای گرم (۴،۳۵°C) (ساعت)
۲۰/۳۹ <sup>c-i</sup>	۶/۸۵ <sup>o-d</sup>	۹/۸۷ <sup>v</sup>	۶/۳۵ <sup>p-x</sup>	۱۳/۸ <sup>f-q</sup>	۴/۳۵ <sup>s-x</sup>	۵/۴۵ <sup>p-x</sup>	هوای گرم (۸،۳۵°C) (ساعت)
۲۲/۲۶ <sup>a-f</sup>	۸/۲۱ <sup>n-w</sup>	۱۰/۳۸ <sup>t</sup>	۷/۰۸ <sup>o-d</sup>	۲۲/۶۲ <sup>b-f</sup>	۱۳/۷۲ <sup>q-x</sup>	۷/۱۸ <sup>o-x</sup>	هوای گرم (۱۲،۳۵°C) (ساعت)
۲۳/۶۰ <sup>a-f</sup>	۸/۳۹ <sup>m-v</sup>	۱۰/۸۲ <sup>b-s</sup>	۵/۹۲ <sup>p-x</sup>	۱۶/۴۳ <sup>c-n</sup>	۴/۳۹ <sup>t-d</sup>	۶/۲۷ <sup>p-x</sup>	هوای گرم (۴،۴۵°C) (ساعت)
۱۵/۶۵ <sup>c-o</sup>	۶/۲۲ <sup>p-x</sup>	۸/۵۶ <sup>m-v</sup>	۵/۵۲ <sup>q-x</sup>	۱۴/۶۱ <sup>f-p</sup>	۳/۱۹ <sup>u-d</sup>	۴/۵۸ <sup>s-x</sup>	هوای گرم (۸،۴۵°C) (ساعت)
۲۶/۳۱ <sup>a-f</sup>	۱۰/۶۷ <sup>b-s</sup>	۱۷/۶۶ <sup>c-m</sup>	۵/۳۵ <sup>p-x</sup>	۲۰/۶۶ <sup>c-n</sup>	۴/۲۵ <sup>s-x</sup>	۵/۴۴ <sup>p-x</sup>	هوای گرم (۱۲،۴۵°C) (ساعت)
۳۰/۹۱ <sup>a-d</sup>	۹/۱۲ <sup>m-v</sup>	۱۰/۸۹ <sup>b-s</sup>	۶/۴۹ <sup>p-x</sup>	۱۹/۴۲ <sup>c-d</sup>	۵/۲۳ <sup>s-x</sup>	۶/۸۵ <sup>o-x</sup>	هوای گرم (۴،۵۵°C) (ساعت)
۳۱/۳۳ <sup>abc</sup>	۱۰/۱۸ <sup>v</sup>	۱۳/۳۴ <sup>f-r</sup>	۶/۹۰ <sup>o-x</sup>	۲۰/۲۴ <sup>c-j</sup>	۵/۳۸ <sup>q-x</sup>	۷/۰۲ <sup>o-x</sup>	هوای گرم (۸،۵۵°C) (ساعت)
۳۵/۲۱ <sup>ab</sup>	۱۱/۱۴ <sup>b-s</sup>	۲۱/۶۰ <sup>b-g</sup>	۱۱/۱۵ <sup>b-s</sup>	۳۵/۲۳ <sup>a</sup>	۱۰/۸۳ <sup>b-s</sup>	۷/۲۲ <sup>p-x</sup>	هوای گرم (۱۲،۵۵°C) (ساعت)

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

جدول ۳. اثر تیمار آب گرم بردرصد جوانه‌زنی دو رقم سیب‌زمینی (اگریا و دیامونت) بعد از ۲ و ۴ ماه نگهداری در انبار سرد و انبارمعمولی - ۱۳۸۳

دیامونت		اگریا	
مدت نگهداری (ماه)		مدت نگهداری (ماه)	
رقم		رقم	
انبارمعمولی	انبارسرد	انبارمعمولی	انبارسرد
۲۲/۹ <sup>cd</sup>	۱۴/۸ <sup>a</sup>	۱۵/۲ <sup>d-h</sup>	۳۷/۳ <sup>ab</sup>
۲۰/۱ <sup>def</sup>	۳۰/۵ <sup>bc</sup>	۱۲/۱ <sup>g-j</sup>	۳۴/۷ <sup>ab</sup>
۲۱/۹ <sup>de</sup>	۳۳/۶ <sup>ab</sup>	۱۴/۸ <sup>d-h</sup>	۳۵/۸ <sup>ab</sup>
-	۳۳/۸ <sup>ab</sup>	-	۳۶/۲ <sup>ab</sup>
-	۲۰/۴ <sup>def</sup>	۱۲/۸ <sup>d-j</sup>	۱۱/۰ <sup>g-j</sup>
-	-	-	-
-	-	-	-
انبارمعمولی	انبارسرد	انبارمعمولی	انبارسرد
۲۲/۹ <sup>cd</sup>	۱۴/۸ <sup>a</sup>	۱۵/۲ <sup>d-h</sup>	۳۷/۳ <sup>ab</sup>
۲۰/۱ <sup>def</sup>	۳۰/۵ <sup>bc</sup>	۱۲/۱ <sup>g-j</sup>	۳۴/۷ <sup>ab</sup>
۲۱/۹ <sup>de</sup>	۳۳/۶ <sup>ab</sup>	۱۴/۸ <sup>d-h</sup>	۳۵/۸ <sup>ab</sup>
-	۳۳/۸ <sup>ab</sup>	-	۳۶/۲ <sup>ab</sup>
-	۲۰/۴ <sup>def</sup>	۱۲/۸ <sup>d-j</sup>	۱۱/۰ <sup>g-j</sup>
-	-	-	-
-	-	-	-
تیمار	انبارسرد	انبارمعمولی	انبارسرد
آب معمولی (۱۵، ۲۲°C)	۸/۶ <sup>hij</sup>	۱۵/۲ <sup>d-h</sup>	۳۷/۳ <sup>ab</sup>
آب معمولی (۳۰، ۲۲°C)	۶/۸ <sup>ij</sup>	۱۲/۱ <sup>g-j</sup>	۳۴/۷ <sup>ab</sup>
آب گرم (۱۵، ۵۴°C)	۷/۳ <sup>qj</sup>	۱۲/۸ <sup>d-j</sup>	۳۵/۸ <sup>ab</sup>
آب گرم (۳۰، ۵۴°C)	۷/۶ <sup>qj</sup>	۱۳/۲ <sup>i-j</sup>	۳۶/۲ <sup>ab</sup>
آب گرم (۱۵، ۵۷°C)	۲/۱ <sup>vk</sup>	-	۱۱/۰ <sup>g-j</sup>
آب گرم (۳۰، ۵۷°C)	-	-	-

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۴. اثر تیمار هوای گرم بر درصد جوانه زنی دو رقم سیب زمینی (اگر با و دیامونت) بعد از ۴۰۲ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی - ۱۳۸۳

دیامونت		رقم		اگر با		تیمار
مدت انباری (ماه)		مدت انباری (ماه)		مدت انباری (ماه)		
۴		۲		۴		۲
انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار سرد
۲۳/۵/۰ <sup>c-i</sup>	۴۴/۱/۳ <sup>a</sup>	۲۸/۱۹/۰ <sup>b-i</sup>	۱۸/۹/۰ <sup>h-o</sup>	۳۵/۶۶/۰ <sup>e-f</sup>	۳۲/۷۸/۰ <sup>a-h</sup>	۴/۲۵/۰ <sup>y</sup>
۲۳/۵/۰ <sup>c-i</sup>	۴۴/۱/۳ <sup>a</sup>	۲۸/۱۹/۰ <sup>b-i</sup>	۱۸/۹/۰ <sup>h-o</sup>	۳۵/۶۶/۰ <sup>e-f</sup>	۳۲/۷۸/۰ <sup>a-h</sup>	۴/۲۵/۰ <sup>y</sup>
۲۳/۵/۰ <sup>c-i</sup>	۴۴/۱/۳ <sup>a</sup>	۲۸/۱۹/۰ <sup>b-i</sup>	۱۸/۹/۰ <sup>h-o</sup>	۳۵/۶۶/۰ <sup>e-f</sup>	۳۲/۷۸/۰ <sup>a-h</sup>	۴/۲۵/۰ <sup>y</sup>
۴۴/۱/۳ <sup>a</sup>	۲۸/۱۹/۰ <sup>b-i</sup>	۱۸/۹/۰ <sup>h-o</sup>	۳۵/۶۶/۰ <sup>e-f</sup>	۳۲/۴۸/۰ <sup>d</sup>	۴۳/۲۰/۰ <sup>g</sup>	۳/۶۷/۰ <sup>y</sup>
۳۳/۸/۰ <sup>g</sup>	۳۷/۶/۱ <sup>a-e</sup>	f-m/۲۱/۲۶	۷/۲۸/۰ <sup>p-w</sup>	۳۵/۱۸/۰ <sup>f</sup>	۳۴/۰/۰ <sup>a-g</sup>	۳/۸/۰ <sup>y</sup>
۳۸/۸/۰ <sup>a-d</sup>	۴۵/۲۷/۰ <sup>a</sup>	۲۲/۴۶/۰ <sup>f-m</sup>	۱۰/۸۱/۰ <sup>m-v</sup>	۳۹/۱۷/۰ <sup>d</sup>	۴۰/۶۳/۰ <sup>a-c</sup>	۴/۶۷/۰ <sup>y</sup>
۲۳/۰/۶ <sup>e-l</sup>	۱۴/۷/۶ <sup>a-b</sup>	۱۸/۶۸/۰ <sup>i-o</sup>	۱۲/۸/۰ <sup>k-s</sup>	۲۷/۴۵/۰ <sup>i</sup>	۳۴/۲۰/۰ <sup>g</sup>	۹/۵۶/۰ <sup>z</sup>
۲۰/۴/۱ <sup>g-n</sup>	۲۰/۶/۸ <sup>g-m</sup>	۱۷/۱۷/۰ <sup>j-p</sup>	۶/۳۳/۰ <sup>q-d</sup>	۲۴/۸/۶ <sup>d-k</sup>	۱۲/۴۴/۰ <sup>s</sup>	۲/۶۷/۰ <sup>z</sup>
۱۲/۳۳/۰ <sup>k-s</sup>	۲۵/۸۸/۰ <sup>j</sup>	۱۵/۴۶/۰ <sup>k</sup>	۶/۸/۰ <sup>q-w</sup>	۲۰/۱/۶ <sup>e-n</sup>	۱۶/۵۸/۰ <sup>i-q</sup>	۲/۲۷/۰ <sup>z</sup>
۹/۱۷/۰ <sup>p-w</sup>	۱۲/۶/۵ <sup>k-s</sup>	۲/۷/۹ <sup>t-y</sup>	۰	۲/۳۶/۰ <sup>w-e</sup>	۹/۱/۱ <sup>n-w</sup>	۰
۰/۹/۰ <sup>v-z'</sup>	۲/۵۷/۰ <sup>w-z</sup>	۲/۲۱/۰ <sup>w-z</sup>	۰	۳/۶۷/۰ <sup>y</sup>	۱۱/۳۵/۰ <sup>t-s</sup>	۰
۰	۰/۹/۰ <sup>v-z'</sup>	۱۱/۴/۰ <sup>s</sup>	۰	۰/۱/۰ <sup>z-z'</sup>	۰	۰

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند

پژوهش با گزارش‌های تالبورت و اسمیت و هینز و گرفت. مطابقت دارد (۹ و ۱۵). تیمارهای مختلف هوای گرم علی‌رغم چروکیدگی غده‌ها تأثیر معنی داری بر میزان وزن مخصوص نداشت.

#### تأثیر بر میزان نشاسته

تیمارهای گرمایی تفاوت معنی داری در مقدار نشاسته غده‌های سیب زمینی ایجاد نکردند. هم‌چنین در مقایسه میانگین نشاسته غده‌های سیب زمینی در انبارها، تفاوت معنی داری از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مشاهده نشد. که با نتایج تالبورت و اسمیت و رانگانا و همکاران مطابقت دارد (جدول‌های ۷ و ۸).

#### تأثیر بر میزان ماده خشک

مقایسه برهمکنش تیمارهای گرمایی و نوع انبار و هم‌چنین مقایسه این تیمارها نشان داد که در غده‌های سیب زمینی، افزایش دما و مدت زمان اعمال تیمار، تأثیر معنی داری بر مقدار ماده خشک ندارد، که با نتایج پلازا و همکاران مطابقت دارد (۱۲). که از آوردن جداول خودداری گردید. هم‌چنین مقدار ماده خشک در غده‌هایی که در انبار معمولی نگه‌داری شده بودند بیشتر از انبار سرد بود که این به دلیل پایین بودن رطوبت نسبی در انبار معمولی می‌باشد که سبب افزایش تعرق در غده‌ها گردیده است. گرچه مقدار ماده خشک در سیب زمینی یک صفت ارثی است ولی در عین حال تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار می‌گیرد. مقدار ماده خشک متناسب با تبخیری که در اثر دمای انبار صورت می‌گیرد دستخوش تغییرات است.

روی جوانه زنی آگریا نداشت. هم‌چنین جوانه‌های ایجاد شده در غده‌هایی که تحت تأثیر دماهای مختلف قرار گرفته بودند. دارای ظاهر ضعیف تر نسبت به شاهد و نوک سوخته و قهوه‌ای بودند. غده‌های تیمار شده با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در هر سه زمان دچار آسیب گرمایی (Heat injury) شده و در طی انبارداری پوسیده شده و از بین رفتند. دمای بالا به طور مستقیم به یاخته‌های مریستمی چشم سیب زمینی آسیب رسانده و از جوانه زنی آن ممانعت می‌کند. از طرف دیگر شاید دمای بالا باعث غیرفعال شدن آنزیم‌های آلفا-آمیلاز ( $\alpha$ -amylase) و پروتئیناز (Proteinase) که هر دو آنزیم مهم جوانه زنی هستند می‌شود (۱۲).

#### تأثیر بر میزان چگالی

تیمار غده‌ها با آب گرم در هر دو انبار تأثیر معنی داری بر وزن مخصوص غده‌ها نداشت (جدول ۵) این آزمایش با گزارش‌های چالس که گرما درمانی با آب ۴۷ درجه سانتی‌گراد تأثیر معنی داری نسبت به غده‌های شاهد روی وزن مخصوص نداشته است مطابقت دارد (۵). تالبورت و اسمیت (۱۹۷۵) اعلام کردند که نگه‌داری غده‌ها در دمای بالا به خاطر کاهش محتوا و حجم یکسان غده‌ها وزن مخصوص آنها تغییر نمی‌کند (۱۵).

نتایج به دست آمده از تیمار هوای گرم غده‌های سیب زمینی نشان می‌دهد که میانگین وزن مخصوص ارقام در طول مدت انبارداری کاهش پیدا می‌کند ولی این کاهش در انبار معمولی نسبت به انبار سرد بیشتر بود، هر چند تفاوت آنها معنی دار نبود (جدول ۶). نوع انبار و رقم تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر وزن مخصوص غده‌ها نداشتند نتایج این



جدول ۵. اثر تیمار آب گرم بر چگالی دو رقم سیب زمینی (اگریا و دیامونت) بعد از ۲ و ۴ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی-۱۳۸۳

دیامونت		اگریا		تیمار
انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	
۱/۱۲۴c-i	۱/۱۲۶b-c	۱/۱۳۴b-e	۱/۱۱۸ <sup>b-h</sup>	آب معمولی (۱۵، ۲۲°C) (دقیقه)
۱/۱۳۴b-e	۱/۱۴۴ab	۱/۱۳۷abc	۱/۱۲۹ <sup>b-g</sup>	آب معمولی (۳۰، ۲۲°C) (دقیقه)
۱/۱۲۲c-i	۱/۱۳۳b-f	۱/۱۳۶bcd	۱/۱۱۷ <sup>d-j</sup>	آب گرم (۱۵، ۵۴°C) (دقیقه)
-	-	۱/۱۱۰g-i	۱/۱۰۸ <sup>i-m</sup>	آب گرم (۳۰، ۵۴°C) (دقیقه)
-	-	۱/۱۲۴c-i	-	آب گرم (۱۵، ۵۷°C) (دقیقه)
-	-	-	-	آب گرم (۳۰، ۵۷°C) (دقیقه)
۲		۴		
مدت انباری (ماه)		مدت انباری (ماه)		
۲		۲		
۴		۴		

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۶ اثر تیمار هوای گرم بر چگالی دو رقم سیب زمینی (اگر یا و دیامونت) بعد از ۲ تا ۴ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی - ۱۳۸۳

دیامونت		رقم		اگر یا		تیمار
مدت انباری (ماه)		مدت انباری (ماه)		مدت انباری (ماه)		
۴	۲	۴	۲	۴	۲	
انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	
۱/۱۳۷/bcd	۱/۱۲۹/bcd	۱/۰۹۸/bcd	۱/۱۲۸/bcd	۱/۱۳۱/bcd	۱/۱۳۱/bcd	هوای معمولی (۴،۲۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۷/bcd	۱/۱۲۹/bcd	۱/۰۹۸/bcd	۱/۱۲۸/bcd	۱/۱۳۱/bcd	۱/۱۳۱/bcd	هوای معمولی (۸،۲۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۷/bcd	۱/۱۲۹/bcd	۱/۰۹۸/bcd	۱/۱۲۸/bcd	۱/۱۳۱/bcd	۱/۱۳۱/bcd	هوای معمولی (۱۲،۲۵°C) (ساعت)
۱/۱۲۰/bcd	۱/۱۴۴/bc	۱/۱۱۱/bcd	۱/۱۲۶/bcd	۱/۱۰۹/bcd	۱/۱۰۸/bcd	هوای گرم (۴،۳۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۸/bcd	۱/۱۴۱/bcd	۱/۰۹۷/bcd	۱/۱۱۹/bcd	۱/۱۰۳/bcd	۱/۱۰۷/bcd	هوای گرم (۸،۳۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۳/bcd	۱/۱۵۴/b	۱/۱۱۵/bcd	۱/۱۲۹/bcd	۱/۱۱۲/bcd	۱/۱۱۴/bcd	هوای گرم (۱۲،۳۵°C) (ساعت)
۱/۰۷۸/cd	۱/۱۳۳/bcd	۱/۱۱۸/bcd	۱/۱۱۲/bcd	۱/۰۹۸/bcd	۱/۰۹۵/bcd	هوای گرم (۴،۴۵°C) (ساعت)
۱/۱۲۲/bcd	۱/۱۴۸/b	۱/۱۱۹/bcd	۱/۱۱۶/bcd	۱/۰۹۸/bcd	۱/۰۹۶/bcd	هوای گرم (۸،۴۵°C) (ساعت)
۱/۰۷۵ <sup>a</sup>	۱/۱۲۲/bcd	۱/۱۱۵/bcd	۱/۱۱۰/bcd	۱/۰۹۲/bcd	۱/۰۹۱/bcd	هوای گرم (۱۲،۴۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۳/bcd	۱/۱۴۴/bc	۱/۱۰۶/bcd	۱/۱۰۳/bcd	۱/۱۰۹/bcd	۱/۱۲۸/bcd	هوای گرم (۴،۵۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۲/bcd	۱/۱۲۳/bcd	۱/۱۰۰/bcd	۱/۱۰۳/bcd	۱/۱۱۱/bcd	۱/۱۲۴/bcd	هوای گرم (۸،۵۵°C) (ساعت)
۱/۱۳۰/bcd	۱/۰۹۸/bcd	۱/۰۹۷/bcd	۱/۰۹۹/bcd	۱/۱۰۰/bcd	۱/۱۰۶/bcd	هوای گرم (۱۲،۵۵°C) (ساعت)

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۷. اثر تیمار آب گرم بر درصد نشاسته دو رقم سیب زمینی (اگریا و دیامونت) بعد از ۲ و ۴ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی - ۱۳۸۳

دیامونت		اگریا		تیمار	
مدت انباری (ماه)	رقم	مدت انباری (ماه)	رقم		
۲	۲	۲	۲		
۴	۴	۴	۴		
انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد
۱۴/۳ <sup>kl</sup>	۱۷/۵ <sup>k</sup>	۲۲/۸ <sup>a-e</sup>	۲۱/۱۹ <sup>a-h</sup>	۲۳/۲۳ <sup>a-e</sup>	۱۹/۸ <sup>b-i</sup>
۱۸/۰۸ <sup>e-k</sup>	۲۲/۱۶ <sup>a-h</sup>	۲۳/۶ <sup>abc</sup>	۲۳/۸ <sup>abc</sup>	۲۵/۴ <sup>g</sup>	۲۲/۱۲ <sup>a-f</sup>
۱۲/۶۹ <sup>a-g</sup>	۱۸/۷۵ <sup>c-j</sup>	۲۲/۴ <sup>cd</sup>	۱۸/۵ <sup>c-j</sup>	۲۳/۱۴ <sup>a-e</sup>	۲۲/۰۱ <sup>a-g</sup>
-	۱۶/۵۵ <sup>h-l</sup>	-	۱۹/۹۷ <sup>a-i</sup>	۱۹/۳۶ <sup>a-i</sup>	۲۰/۸۹ <sup>a-h</sup>
-	۲۰/۶۱ <sup>a-h</sup>	-	۲۲/۴۶ <sup>a-f</sup>	-	۲۲/۱۸ <sup>a-f</sup>
-	-	-	-	-	-

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۸. اثر تیمار هوای گرم بردرصد نشاسته دو رقم سبب زمینی (اگریا و دیامونت) بعد از ۴ ماه نگهداری در انبار سرد و انبار معمولی - ۱۳۸۳

دیامونت		اگریا		مدت انباری (ماه)		مدت انباری (ماه)		تیمار
انبار سرد	انبار معمولی	انبار سرد	انبار معمولی	۲	۴	۲	۴	
۲۱/۲۴ <sup>a-h</sup>	۲۴/۹۸ <sup>a-e</sup>	۲۲/۸۱ <sup>a-f</sup>	۱۷/۷۰ <sup>c-m</sup>	۲۲/۹۳ <sup>a-f</sup>	۲۰/۷۵ <sup>a-i</sup>	۲۳/۶۴ <sup>a-d</sup>	۲۳/۶۴ <sup>a-d</sup>	هوای معمولی (۴،۲۵°C ساعت)
۲۱/۲۴ <sup>a-h</sup>	۲۴/۹۸ <sup>a-e</sup>	۲۲/۸۱ <sup>a-f</sup>	۱۷/۷۰ <sup>c-m</sup>	۲۲/۹۳ <sup>a-f</sup>	۲۰/۷۵ <sup>a-i</sup>	۲۳/۶۴ <sup>a-d</sup>	۲۳/۶۴ <sup>a-d</sup>	هوای معمولی (۸،۲۵°C ساعت)
۲۱/۲۴ <sup>a-h</sup>	۲۴/۹۸ <sup>a-e</sup>	۲۲/۸۱ <sup>a-f</sup>	۱۷/۷۰ <sup>c-m</sup>	۲۲/۹۳ <sup>a-f</sup>	۲۰/۷۵ <sup>a-i</sup>	۲۳/۶۴ <sup>a-d</sup>	۲۳/۶۴ <sup>a-d</sup>	هوای معمولی (۱۲،۲۵°C ساعت)
۲۰/۸۰ <sup>a-i</sup>	۲۴/۶۴ <sup>ab</sup>	۱۸/۱۹ <sup>a-m</sup>	۲۰/۳۷ <sup>a-j</sup>	۱۵/۲۶ <sup>b-n</sup>	۱۹/۸۸ <sup>a-k</sup>	۱۱/۳۳ <sup>n</sup>	۱۱/۳۳ <sup>n</sup>	هوای گرم (۴،۳۵°C ساعت)
۲۳/۸۴ <sup>a-d</sup>	۲۲/۸۴ <sup>a-d</sup>	۱۶/۴۵ <sup>f-n</sup>	۱۷/۶۶ <sup>c-m</sup>	۲۱/۲۹ <sup>a-h</sup>	۱۸/۹۱ <sup>a-k</sup>	۱۸/۹۶ <sup>a-k</sup>	۱۸/۹۶ <sup>a-k</sup>	هوای گرم (۸،۳۵°C ساعت)
۲۳/۹۶ <sup>a-d</sup>	۲۴/۶۶ <sup>ab</sup>	۲۰/۴۵ <sup>a-j</sup>	۲۰/۸۹ <sup>a-h</sup>	۲۳/۴۷ <sup>a-e</sup>	۲۰/۳۸ <sup>a-j</sup>	۱۲/۵۳ <sup>mn</sup>	۱۲/۵۳ <sup>mn</sup>	هوای گرم (۱۲،۳۵°C ساعت)
۱۴/۳۹ <sup>f-n</sup>	۲۴/۱۶ <sup>a-c</sup>	۱۹/۶۳ <sup>a-k</sup>	۲۱/۳۳ <sup>a-h</sup>	۲۰/۵۵ <sup>a-j</sup>	۱۷/۹۱ <sup>b-m</sup>	۱۷/۴۲ <sup>d-m</sup>	۱۷/۴۲ <sup>d-m</sup>	هوای گرم (۴،۴۵°C ساعت)
۲۲/۲۸ <sup>a-j</sup>	۲۴/۸۹ <sup>a</sup>	۱۲/۶۹ <sup>l-n</sup>	۲۲/۱۹ <sup>a-g</sup>	۲۱/۱۳ <sup>a-h</sup>	۱۷/۹۲ <sup>b-m</sup>	۱۹/۲۸ <sup>a-k</sup>	۱۹/۲۸ <sup>a-k</sup>	هوای گرم (۸،۴۵°C ساعت)
۱۳/۹۴ <sup>k-n</sup>	۲۱/۴۶ <sup>a-h</sup>	۱۶/۹۲ <sup>l-m</sup>	۲۰/۹۵ <sup>a-h</sup>	۲۰/۰ <sup>a-k</sup>	۱۶/۶ <sup>f-m</sup>	۱۶/۶۸ <sup>f-m</sup>	۱۶/۶۸ <sup>f-m</sup>	هوای گرم (۱۲،۴۵°C ساعت)
۲۳/۸۱ <sup>a-d</sup>	۲۲/۲۹ <sup>a-e</sup>	۱۸/۸۱ <sup>a-k</sup>	۶/۷۱ <sup>o</sup>	۱۹/۹۹ <sup>a-k</sup>	۱۹/۹۳ <sup>a-k</sup>	۲۲/۹۳ <sup>a-f</sup>	۲۲/۹۳ <sup>a-f</sup>	هوای گرم (۴،۵۵°C ساعت)
۲۳/۷۱ <sup>a-d</sup>	۲۲/۴۶ <sup>a-g</sup>	۱۸/۸۱ <sup>a-k</sup>	۱۷/۵۳ <sup>d-m</sup>	۱۹/۵۲ <sup>a-k</sup>	۲۱/۱۹ <sup>a-h</sup>	۱۹/۱۳ <sup>a-k</sup>	۱۹/۱۳ <sup>a-k</sup>	هوای گرم (۸،۵۵°C ساعت)
۲۱/۹۱ <sup>b-g</sup>	۱۷/۹۲ <sup>b-m</sup>	۱۷/۹۹ <sup>b-m</sup>	۱۴/۵۲ <sup>i-h</sup>	۱۸/۸۱ <sup>a-k</sup>	۱۸/۸۱ <sup>a-k</sup>	۱۷/۶۶ <sup>c-m</sup>	۱۷/۶۶ <sup>c-m</sup>	هوای گرم (۱۲،۵۵°C ساعت)

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

## منابع مورد استفاده

۱. بی نام. سالنامه زراعی سال ۱۳۸۱. وزارت جهاد کشاورزی.
۲. روحانی، ا. ۱۳۶۱. نشریه ترویجی نگهداری سیب زمینی. سازمان کشاورزی استان فارس، شیراز.
3. Beurema., H. P. and D. E. Vanderzaay. 1990. Introduction to potato production. Pudoc. Pub., Wageningen, The Netherlands.
4. Butchbaker, A. F., W. J. Promeberger and D. C. Nelson. 1973. Weight loss of potato as affected by age, temperature, relative humidity and air velocity. Am. Potato J. 50: 124-132.
5. Chales, F. F. 1995. Hot water dips extend the shelf life of fresh broccoli. Hort. Sci. 30: 1054-1057.
6. Escher, F. J. Slames and W. Reust. 1981. Changes in the pH of potato tubers during storage. Potato Abs. 6 (4) : 71.
7. Grierson, W. and W. F. Warsowski. 1978. Relative humidity effect on the postharvest life of fruits and vegetables. Hort. Sci. 13: 570-574.
8. Harris, P. M. 1992. The Potato Crop. Chapman and Hall, London, England.
9. Heinze, P. H. and C. C. Craft . 1952. Variation in specific gravity of potatoes. Am. Potato J. 29:31-37.
10. Hide, J. H. 1975. Effect of heat treatment of potato tubers on Oospora pustulans. Plant Pathol. 24:233-236.
11. Macky, J. M. and P. Y. Shipton. 1983. Heat treatment of seed tubers for control of potato blakleg. (*Erwinia carotovora* subsp. Atroseptica) and other disease. Plant Pathol. 32:385-393.
12. Plaza, S. G., R. J. Sueldo, M. Crupkin and C. A. Barassi. 1985. Changes in composition of potatoes stored in clamps. J. Food Sci. 50(5):1254.
13. Ranganna, B. G., S. V. Raghavan and A. C. Kushalappa. 1998. Hot water dipping to enhance storability of potatoes. Postharvest Biol. and Technol. 13: 215-283.
14. Saini, R. S, K.D. Sharma, O. P. Dhankhar and R. A. Kaushik. 2001. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture Agrobios, India.
15. Talburt, W. and O. Smith. 1975. Potato Processing. The Avi. Pub. Co. Inc., USA.