

# تاثیر بلانچینگ و خیساندن در محلول های اسمزی بر جذب روغن و ارزیابی حسی چیپس سیب زمینی تولیدی

محسن دلوی<sup>a\*</sup>، امیر دارایی<sup>b</sup>، نرجس آقاجانی<sup>b</sup>، گولن دانش پور<sup>c</sup>، معصومه حسینیان<sup>d</sup>،  
نرگس محمدی<sup>d</sup>

<sup>a</sup> عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردستان

<sup>b</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر

<sup>c</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>d</sup> دانش آموخته کارشناسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۵/۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۵

۶۷

## چکیده

**مقدمه:** در این تحقیق تاثیر خیساندن و بلانچینگ در محلول های اسمزی مختلف بر جذب روغن و ویژگی های کیفی چیپس سیب زمینی بررسی شد.

**مواد و روش ها:** ابتدا خواص فیزیکی و شیمیایی سیب زمینی رقم کنبک تعیین شد. سپس محلول های اسمزی کلرور سدیم (غلظت های ۳ و ۵ درصد وزنی - حجمی)، کلرور کلسیم و کلرور پتاسیم با غلظت ۱ و ۲ درصد (وزنی - حجمی)، مخلوط کلرور کلسیم و کلرور پتاسیم ۱ درصد و مخلوط کلرور کلسیم و کلرور سدیم ۱ درصد تهیه و سیب زمینی ها، به صورت ورقه هایی با ضخامت ۱/۷-۱/۹ میلی متر و قطر ۶-۷ سانتی متر درآمدند. سپس برش های حاصل به منظور آنزیم بری به مدت ۱/۵ دقیقه در آب جوش ۹۵-۹۰ درجه سانتی گراد بلانچ شده و بلافاصله با آب سرد شسته و سرخ شدند. سپس آزمایشات فیزیکی و شیمیایی و ارزیابی حسی بر روی چیپس های تولیدی صورت پذیرفت.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که پیش تیمار خیساندن در مخلوط کلرور سدیم و کلرور کلسیم ۱ درصد بالاترین درصد کاهش جذب روغن (۶۳/۰۳ درصد) را دارا بود و به لحاظ امتیاز حسی نیز با نمونه شاهد اختلاف معنی داری نداشت. بالاترین امتیاز حسی مربوط به نمونه های غوطه ور شده در محلول اسمزی کلرور سدیم ۳ درصد بود. در بین نمونه های بلانچ شده در محلول های اسمزی بالاترین میزان درصد کاهش جذب روغن به ترتیب مربوط به نمونه های بلانچ شده در مخلوط کلرور سدیم و کلسیم ۱ درصد، مخلوط کلرور پتاسیم و کلسیم ۱ درصد و نمونه های بلانچ شده در محلول کلرور کلسیم ۲ درصد بود.

**نتیجه گیری:** استفاده از محلول های اسمزی و بلانچینگ به عنوان یک روش برای کاهش میزان جذب روغن چیپس سیب زمینی توصیه می شود.

**واژه های کلیدی:** بلانچینگ، جذب روغن، چیپس سیب زمینی، خیساندن، محلول های اسمزی

سرخ کردن عمیق یک فرآیند پخت خشک است که در آن چربی به عنوان محیط انتقال حرارت ایفای نقش می‌کند و نیز مسئول ایجاد و انتقال مواد مغذی و عطر و طعم به مواد غذایی می‌باشد. مقدار روغن یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفی محصولات سرخ شده عمیق در روغن می‌باشد. بافت محصولات با میزان روغن کم، می‌تواند سخت و نامطلوب باشد. به هر حال مقدار روغن بالا برای فرآیند کنندگان گران قیمت بوده و منجر به تولید یک محصول روغنی و بدون مزه نیز می‌شود (Moreira *et al.*, 1999). جذب روغن به وسیله مقدار رطوبت ماده غذایی کنترل می‌شود. در حین سرخ کردن عمیق آب موجود در پوسته تبخیر شده و به خارج از ماده غذایی انتقال می‌یابد به منظور ادامه یافتن جریان بخار، آب کافی باید قادر به مهاجرت از ماده غذایی به پوسته باشد و پوسته باید همچنان قابل نفوذ باقی بماند، خروج بخار مانع ورود روغن می‌شود و تا زمانی که رطوبت داخل ماده غذایی حفظ شود می‌تواند از ورود روغن جلوگیری نماید. سه مکانیسم مقدار چربی محصولات سرخ شده نهایی را تحت تاثیر قرار می‌دهند که عبارتند از: روغنی که پس از مرحله سرد کردن به سطح محصول می‌چسبد، روغنی که از طریق منافذ پوسته پس از برداشتن از سرخ کن توسط نیروی مکش حاصل وارد پوسته می‌شود و در نهایت روغنی که در حین تشکیل پوسته در هنگام سرخ کردن جذب می‌شود. بخش کوچکی از روغن جذب شده به علت مکانیسم آخر

جذب می‌شود زیرا بخش عمده جذب روغن بعد از برداشتن محصول سرخ شده از سرخ کن صورت می‌گیرد (Aguilera & Hernández, 2000). بنابراین می‌توان گفت که روغن منحصراً در ناحیه پوسته وجود دارد (Bouchon *et al.*, 2001; Lamberg *et al.*, 1990).

جذب روغن در حین سرخ کردن عمیق توسط تعداد زیادی از عوامل نظیر کیفیت روغن، دما و مدت زمان سرخ کردن، ترکیب ماده غذایی (برای مثال رطوبت و مواد جامد آن، تخلخل)، تیمارهای قبل از سرخ کردن (نظیر خشک کردن و بلانچینگ)، پوشش‌دهی ماده غذایی، اندازه ماده غذایی (Mehta & Swinburn, 2001; Daraei, 2008; Pinthus *et al.*, 1995; Selman & Hopkins, 1989; Stier & Blumenthal, 1990) و نسبت سطح به حجم خلالها (Saguy & Pinthus, 1995) تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همانطور که قبلاً ذکر شد یکی از پارامترهای مهم برای کاهش جذب روغن در مواد غذایی کاهش رطوبت ماده غذایی است. مواد غذایی که در طی سرخ کردن عمیق افت رطوبت بالایی داشته باشند میزان جذب روغن بالاتری نیز خواهند داشت (Gamble *et al.*, 1987). برخی نظریه‌ها بیان می‌کنند که حجم کل روغن جذب شده برابر مقدار آب جدا شده از ماده غذایی در حین سرخ کردن می‌باشد (Pinthus *et al.*, 1993). عوامل موثر بر جذب روغن محصول در حین سرخ کردن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- عوامل موثر بر جذب روغن

عامل	مرجع
افزایش دهنده	(Rubnov & Saguy, 1997)
ناصافی و سختی سطح	(Krokida <i>et al.</i> , 2000)
نازکی محصول	(Keller <i>et al.</i> , 1990)
افزایش سطح	(Pinthus <i>et al.</i> , 1995)
تخلخل	
کاهش دهنده	
خشک کردن مقدماتی	(Krokida <i>et al.</i> , 2001); (Daraei Garmakhany <i>et al.</i> , 2010)
پایین بودن مقدار رطوبت اولیه	Krokida <i>et al.</i> (2000)
پوشش‌دهی کردن	(Rayner <i>et al.</i> , 2000); (Khalil, 1990); (Shih <i>et al.</i> , 2001)

روغن اضافی ممکن است ناشی از پایین بودن دمای سرخ کن یا بارگیری بیش از حد ظرفیت آن باشد. در دماهای پایین سرخ کردن، برای به دست آوردن رنگ مطلوب در ماده غذایی، مدت زمان پخت را طولانی تر می کنند که منجر به افزایش جذب روغن می شود. ارتوفر و همکاران در سال ۱۹۹۶ در مقابل موریرا و همکاران در سال ۱۹۹۹ اظهار داشتند که دماهای بالای روغن منجر به تشکیل سریع پوسته و در نتیجه مساعد کردن شرایط برای کاهش جذب روغن می شود (Orthofer *et al.*, 1996; Moreira *et al.*, 1999). با توجه به اهمیت محصولات سرخ شده سیب زمینی و مصرف فراوان این محصولات توسط طیف وسیعی از جامعه (خصوصاً جوانان و نوجوانان) تحقیق در زمینه کاهش میزان روغن محصولات سرخ شده ضروری به نظر می رسد. همچنین با توجه به تحقیقات گسترده انجام شده در زمینه کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده محققین درصدد بررسی فاکتورهایی برآمدند که هم به لحاظ اقتصادی توجیه پذیر بوده و هم به لحاظ تحقیقات توجه کمتری به آنها شده است، لذا با توجه به اینکه در زمینه پیش تیمار خیساندن و بلانچینگ در محلول های اسمزی تحقیق چندانی روی محصولات سرخ شده سیب زمینی (مخصوصاً چیپس سیب زمینی) صورت نگرفته است این مطالعه به منظور بررسی تاثیر بلانچینگ و خیساندن در محلول های اسمزی بر جذب روغن و ویژگی های حسی چیپس سیب زمینی تولیدی انجام گرفت.

### مواد و روش ها

در این تحقیق سیب زمینی رقم کنبک با توجه به میزان ماده خشک و وزن مخصوص بالا و نیز مقدار قندهای احیاکننده پایین و براساس مطالعات دارائی و همکاران (۱۳۸۹) به عنوان رقم مناسب برای تولید محصولات سرخ شده سیب زمینی انتخاب و از مرکز تهیه و توزیع بذر استان گلستان تهیه و خواص فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد. روغن مایع مخصوص سرخ کردن (مخلوطی از روغن سویا، آفتابگردان و پنبه دانه) از کارخانه گنچه (ایران، بهشهر) تهیه شد.

### تهیه محلول های اسمزی

پس از بررسی های اولیه درصدهای مناسب محلول های

تعدادی از محققین خشک کردن مقدماتی سیب زمینی را یکی از روش های معمول برای کاهش جذب روغن در محصول سرخ شده نهایی دانسته اند (Talbur *et al.*, 1987; Krokida *et al.*, 2001; Lamberg *et al.*, 1990). کاهش جذب روغن ناشی از پیش تیمار خشک کردن با هوا را به کاهش مقدار رطوبت و در نتیجه چروکیدگی سطح محصول و بسته شدن لوله های موئین موجود در بافت ارتباط دادند. خشک کردن با استفاده از میکروویو، تیمار با هوای داغ و پختن قبل از فرآیند سرخ کردن باعث یک کاهش قابل توجه در میزان روغن محصولات مختلف می شود. پدرشی و مویانو در سال ۲۰۰۵ نشان دادند که خشک کردن مقدماتی در سطح معنی دار ۵٪ به طور قابل توجهی میزان جذب روغن در محصول سرخ شده نهایی را کاهش داده و بر روی خواص بافتی اثر مثبت دارد (Pedreschi & Moyano, 2005). مویانو و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که جذب روغن با کاهش دمای سرخ کردن از ۱۸۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد در چیپس سیب زمینی افزایش می یابد ولی خشک کردن مقدماتی باعث کاهش جذب روغن چیپس می شود (Moyano *et al.*, 2002).

بانگر و همکاران در سال ۲۰۰۳ تاثیر خیساندن قطعات سیب زمینی در محلول های با غلظت های مختلف کلرور سدیم (۳، ۵، ۷ درصد) را در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، قبل از سرخ کردن، بر روی میزان جذب روغن بررسی کردند. ارزیابی های حسی، بهترین بافت و کمترین میزان جذب روغن را در محلول با غلظت ۳٪ نمک و زمان خیساندن ۵۰ دقیقه نشان داد. خیساندن به طور مهمی میزان جذب روغن را از ۰/۱۳ گرم روغن در هر گرم ماده خشک به ۰/۱۰ گرم روغن در هر گرم ماده خشک کاهش داد در حالیکه پارامترهای بافتی اندازه گیری شده (سختی و سفتی) نیز افزایش داشت و در گیرایی حسی آن هیچ تفاوتی دیده نشد. از آنجایی که بیشتر چربی بعد از برداشتن ماده غذایی از داخل روغن، جذب می گردد بنابراین نحوه برداشتن مواد غذایی از داخل روغن توسط مصرف کنندگان نیز می تواند نقش مهمی در تعیین مقدار جذب روغن ایفا کند (Bunger *et al.*, 2003). تکان دادن و آبکش کردن صحیح ماده غذایی برای کاهش مقدار روغن مواد غذایی بسیار مهم است (Mellema, 2003). جذب

## تأثیر بلانچینگ و محلول های اسمزی بر جذب روغن چیس

۲ متر بر ثانیه) تا رسیدن به وزن ثابت (۵ ساعت) تعیین شد (AOAC, 2005).

وزن مخصوص غده های سیب زمینی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$[1] \quad \text{وزن غده های سیب زمینی در هوا} = \frac{\text{وزن غده های سیب زمینی در آب}}{\text{وزن مخصوص}}$$

میزان قندهای احیاکننده، قند کل و ساکارز با استفاده از روش لین آینون (فهلینگ)، (AOAC, 2005) تعیین شد.

### – آزمایش های فیزیکی و شیمیایی انجام شده روی محصول چیس

ماده خشک و رطوبت محصول از توزین ۵ گرم چیس و قرار دادن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد (مدل ممرت مجهز به فن جریان هوا با سرعت ۲ متر بر ثانیه) تا رسیدن به وزن ثابت (۵ ساعت) تعیین شد (AOAC, 2005).

راندمان سرخ کردن بیانگر کاهش وزن در اثر فرآیند سرخ کردن می باشد. راندمان سرخ کردن با در نظر گرفتن وزن برش های سرخ شده به برش های خام و با کمک رابطه ۲ محاسبه شد (Akdeniz, 2004).

$$[2] \quad \text{راندمان سرخ کردن} = \frac{100 \times \text{وزن برش های سرخ شده بر حسب گرم}}{\text{وزن چیس سرخ نشده بر حسب گرم}}$$

میزان چربی نمونه های چیس تولیدی با استفاده از روش سوکسله و حلال پترولیوم اتر اندازه گیری شد (AOAC, 2005).

درصد کاهش جذب روغن تحت تأثیر خیساندن و بلانچینگ در محلول های اسمزی از رابطه ۳ محاسبه شد:

$$[3] \quad \text{مقدار روغن نمونه های شاهد} \times 100 = \frac{\text{مقدار روغن نمونه های شاهد} - \text{مقدار روغن نمونه های تحت تیمار}}{\text{مقدار روغن نمونه های شاهد}}$$

برای ارزیابی حسی محصول چیس تولیدی از آزمون هدونیک ۵ نقطه ای (خیلی خوب، خوب، نه خوب نه بد، بد و خیلی بد) استفاده شد. تعداد پانلیست ها ۸ نفر (در سه تکرار) بود. برای انجام آزمون چشایی ابتدا پانلیست ها با

اسمزی تعیین شد، برای تهیه محلول های اسمزی از نمک طعام خانگی تصفیه شده (شرکت نمک بلور سمنان، ایران) برای تهیه محلول های اسمزی کلرور سدیم (غلظت های ۳ و ۵ درصد وزنی- حجمی)، کلرور کلسیم و کلرور پتاسیم با غلظت ۱ و ۲ درصد (وزنی- حجمی)، مخلوط کلرور کلسیم و کلرور پتاسیم ۱ درصد و مخلوط کلرور کلسیم و کلرور سدیم ۱ درصد استفاده شد. نمک های کلرور کلسیم و کلرور پتاسیم از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

### – تهیه نمونه ها و شرایط سرخ کردن

سیب زمینی ها پس از پوست گیری با پوست گیر سابشی، توسط دستگاه تهیه چیس خانگی به صورت ورقه هایی با ضخامت ۱/۷-۱/۹ میلیمتر و قطر ۶-۷ سانتی متر درآمدند. سپس برش های حاصل به منظور آنزیم پری به مدت ۱/۵ دقیقه در آب جوش ۹۵-۹۰ درجه سانتی گراد بلانچ شده و بلافاصله با آب سرد شسته شدند.

در بخش اول تحقیق برش های سیب زمینی به مدت ۱/۵ دقیقه در محلول های اسمزی تولید شده با دمای ۹۵-۹۰ درجه سانتی گراد بلانچ شدند. سپس ورقه های بلانچ شده با استفاده از سرخ کن خانگی (مدل تفال، فرانسه) در روغن مایع سرخ کردنی با دمای  $180 \pm 2^\circ\text{C}$  به مدت ۳ دقیقه سرخ شدند و سپس بر روی سینی مشبک قرار داده شدند تا روغن اضافی ورقه های چیس گرفته شود. پس از حذف روغن اضافی و رسیدن به دمای محیط، آزمایش های فیزیکی و شیمیایی روی چیس های تولیدی انجام شد.

در بخش دوم تحقیق ورقه های سیب زمینی بدون بلانچ کردن در محلول های اسمزی تولیدی در دمای اتاق به مدت ۲۰ دقیقه غوطه ور شدند و پس از آبکشی، در روغن مایع سرخ کردنی با دمای  $180 \pm 2^\circ\text{C}$  به مدت ۳ دقیقه سرخ شدند و آزمایش های فیزیکی و شیمیایی روی چیس های تولیدی انجام شد.

### – آزمایش های فیزیکی و شیمیایی انجام شده روی سیب زمینی خام

ماده خشک و رطوبت غده ها از توزین ۵ گرم سیب زمینی و قرار دادن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد (مدل ممرت مجهز به فن جریان هوا با سرعت

سرخ شده (فرنچ فرایز و چیپس) حاصل از این رقم میزان جذب روغن کمتر و بافت مناسبی داشته باشند. همچنین از آنجا که میزان قندهای احیاء در سیب‌زمینی بر روی رنگ فرآورده حاصل از سیب‌زمینی تاثیر فراوانی دارد رقم کنک با داشتن ساکارز و قندهای احیاء کننده پایین برای تولید این محصولات سرخ شده رقم مناسبی است.

همانطور که از جدول ۳ مشاهده می‌شود خیساندن در محلولهای اسمزی باعث حفظ بیشتر رطوبت در نمونه‌های چیپس تولیدی شده است به طوری‌که تنها خیساندن در محلول کلرور سدیم ۵ درصد منجر به کاهش رطوبت در مقایسه با نمونه شاهد شده است. بیشترین مقدار ماده خشک به ترتیب در نمونه‌های چیپس غوطه‌وری شده در محلول کلرور سدیم ۵ درصد و نمونه شاهد و کمترین میزان ماده خشک به ترتیب در نمونه‌های چیپس غوطه‌وری شده در محلول کلرور سدیم ۱ درصد و کلرور پتاسیم ۱ درصد مشاهده شد. راندمان سرخ کردن ورق‌های چیپس تولیدی با استفاده از پیش تیمار غوطه‌وری در محلول‌های اسمزی و نمونه شاهد در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود پایین‌ترین راندمان سرخ کردن مربوط به نمونه‌های غوطه‌ور شده در مخلوط کلرور پتاسیم و کلرور سدیم ۱ درصد و نمونه شاهد و بالاترین میزان راندمان سرخ کردن به ترتیب مربوط به پیش تیمار خیساندن در غلظت‌های ۵ و ۳ درصد کلرور سدیم بود.

مفاهیم بافت (تردی به عنوان بافت مطلوب)، رنگ (رنگ زرد به عنوان رنگ مطلوب چیپس)، طعم مناسب برای چیپس آشنا شدند و وجود تاول هم به عنوان یک نقص در بافت مطرح شد، سپس نمونه‌ها در ظروفی قرار داده شد که به صورت تصادفی شماره‌گذاری شده بودند و پانلیست‌ها پس از تست یک نمونه نتایج مربوط به پذیرش کلی محصول به لحاظ ویژگی‌های حسی (رنگ، بافت، طعم و وجود یا عدم وجود تاول) را در فرم مربوطه ثبت کرده و پس از خوردن مقداری آب نمونه بعدی را تست می‌کردند (Daraei Garmakhany *et al.*, 2008).

### تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در دو مرحله و براساس طرح کاملاً تصادفی انجام و جهت مقایسه بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS (۲۰۰۱) و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel (۲۰۰۳) استفاده شد. کلیه آزمایشات در ۳ تکرار انجام شد.

### یافته‌ها

خواص فیزیکوشیمیایی سیب زمینی رقم کنک در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود به علت بالا بودن میزان ماده خشک و وزن مخصوص سیب زمینی رقم کنک می‌توان انتظار داشت که محصولات

جدول ۲- خواص فیزیکوشیمیایی سیب‌زمینی رقم کنک (برحسب وزن مرطوب)

رقم	ماده خشک (درصد)	رطوبت (درصد)	وزن مخصوص	ساکاروز (درصد)	قند احیاء کننده (درصد)
کنک	۲۰/۳۹	۷۹/۶۱	۱/۰۸۶	۰/۸۸۴	۰/۶۲

جدول ۳- تاثیر غوطه‌وری در محلول‌های اسمزی مختلف بر خواص کیفی چیپس تولیدی (بر حسب وزن مرطوب)

تیمار	رطوبت (%)	ماده خشک (%)	چربی (%)	راندمان سرخ کردن	کاهش جذب روغن (%)
خیساندن در محلول کلرور سدیم ۱٪	۴۶/۸۰ <sup>a</sup>	۵۲/۲۰ <sup>d</sup>	۲۵/۶۷ <sup>abc</sup>	۳۰/۹۵ <sup>bc</sup>	۴۸/۰۱ <sup>abc</sup>
خیساندن در محلول کلرور سدیم ۲٪	۳۹/۳۶ <sup>ab*</sup>	۶۰/۴۰ <sup>dc</sup>	۲۶/۲۲ <sup>abc</sup>	۳۰/۷۸ <sup>bc</sup>	۴۶/۹۱ <sup>abc</sup>
خیساندن در محلول کلرور پتاسیم ۱٪	۴۶/۳۹ <sup>a</sup>	۵۳/۶۱ <sup>d</sup>	۳۱/۶۷ <sup>abc</sup>	۳۴/۰۳ <sup>b</sup>	۳۵/۸۷ <sup>abc</sup>
خیساندن در محلول کلرور پتاسیم ۲٪	۳۷/۶۷ <sup>ab</sup>	۶۲/۳۳ <sup>dc</sup>	۲۸/۳۴ <sup>ab</sup>	۲۴/۲۱ <sup>b</sup>	۲۲/۳۶ <sup>bc</sup>
خیساندن در محلول کلرور سدیم ۳٪	۲۳/۸۱ <sup>bc</sup>	۷۶/۱۹ <sup>bc</sup>	۴۲/۰۰ <sup>a</sup>	۴۷/۷۶ <sup>a</sup>	۱۴/۹۴ <sup>c</sup>
خیساندن در محلول کلرور سدیم ۵٪	۳/۰۳ <sup>d</sup>	۹۶/۹۷ <sup>a</sup>	۴۵/۹۸ <sup>a</sup>	۵۰/۱۱ <sup>a</sup>	۶/۸۹ <sup>c</sup>
خیساندن در مخلوط کلرور پتاسیم و کلرور سدیم ۱٪	۱۲/۴۷ <sup>dc</sup>	۸۷/۵۳ <sup>ab</sup>	۳۵/۷۷ <sup>abc</sup>	۲۶/۹۳ <sup>c</sup>	۲۷/۵۵ <sup>abc</sup>
خیساندن در مخلوط کلرور سدیم و کلرور سدیم ۱٪	۳۶/۷۵ <sup>ab</sup>	۶۳/۲۵ <sup>dc</sup>	۱۶/۷۷ <sup>bc</sup>	۳۴/۴۷ <sup>b</sup>	۶۶/۰۳ <sup>ab</sup>
شاهد (بدون تیمار اسمزی)	۴/۳۷ <sup>d</sup>	۹۵/۶۳ <sup>a</sup>	۳۹/۳۸ <sup>a</sup>	۲۸/۸۲ <sup>bc</sup>	-

\* در هر ستون اعداد با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند (p>0/05).

جدول ۴- تاثیر بلانچینگ در محلول های اسمزی مختلف بر خواص کیفی چیس تولیدی (برحسب وزن مرطوب)

کاهش جذب روغن (%)	راندمان سرخ کردن	چربی (%)	ماده خشک (%)	رطوبت (%)	تیمار
۱۰/۲۳ <sup>c</sup>	۳۹/۳۵ <sup>ab</sup>	۴۱/۱۳ <sup>ab</sup>	۵۱/۴۷ <sup>c</sup>	۴۸/۵۳ <sup>a</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور سدیم ۱٪
۱۳/۳۸ <sup>bc</sup>	۲۸/۱۵ <sup>ab</sup>	۳۹/۶۹ <sup>ab</sup>	۷۶/۹۸ <sup>abc</sup>	۲۳/۰۲ <sup>abc</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور سدیم ۳٪
۱۳/۴۷ <sup>bc</sup>	۳۷/۳۵ <sup>ab</sup>	۳۹/۶۵ <sup>ab</sup>	۸۳/۹۹ <sup>ab</sup>	۱۶/۰۱ <sup>abc</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور سدیم ۵٪
۲۰/۰۶ <sup>ab</sup>	۲۵/۸۶ <sup>b</sup>	۳۶/۶۳ <sup>b</sup>	۷۲/۳۶ <sup>abc</sup>	۲۷/۶۴ <sup>abc</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور کلسیم ۱٪
۲۲/۲۴ <sup>ab</sup>	۲۶/۸۷ <sup>b</sup>	۳۵/۶۳ <sup>b</sup>	۸۹/۳۷ <sup>a</sup>	۱۰/۶۳ <sup>c</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور کلسیم ۲٪
۱۰/۵۱ <sup>c</sup>	۳۲/۴۶ <sup>a</sup>	۴۱/۰۰ <sup>ab</sup>	۷۹/۴۵ <sup>abc</sup>	۲۰/۵۵ <sup>abc</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور پتاسیم ۱٪
۱۰/۹۸ <sup>c</sup>	۳۲/۴۴ <sup>a</sup>	۴۰/۷۹ <sup>ab</sup>	۸۹/۵۰ <sup>a</sup>	۱۰/۵۰ <sup>c</sup>	بلانچینگ در محلول کلرور پتاسیم ۲٪
۲۴/۶۶ <sup>a</sup>	۲۷/۶۰ <sup>ab</sup>	۳۴/۵۲ <sup>b</sup>	۵۶/۳۶ <sup>bc</sup>	۴۳/۶۴ <sup>ab</sup>	بلانچینگ در مخلوط کلرور پتاسیم و کلرور کلسیم ۱٪
۲۶/۱۵ <sup>a</sup>	۲۷/۸۵ <sup>ab</sup>	۳۳/۸۴ <sup>b</sup>	۶۹/۱۷ <sup>abc</sup>	۳۰/۸۳ <sup>abc</sup>	بلانچینگ در مخلوط کلرور سدیم و کلرور کلسیم ۱٪
-	۲۸/۸۲ <sup>ab</sup>	۴۵/۸۲ <sup>a</sup>	۶۱/۸۳ <sup>abc</sup>	۳۸/۱۷ <sup>abc*</sup>	بلانچینگ در آب معمولی

\* در هر ستون اعداد با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار می باشند (p&gt;0/05).

و کلرور سدیم ۵ درصد و پایین ترین امتیاز مربوط به نمونه های تولیدی با استفاده از بلانچینگ در محلول کلرور کلسیم ۲ درصد بود

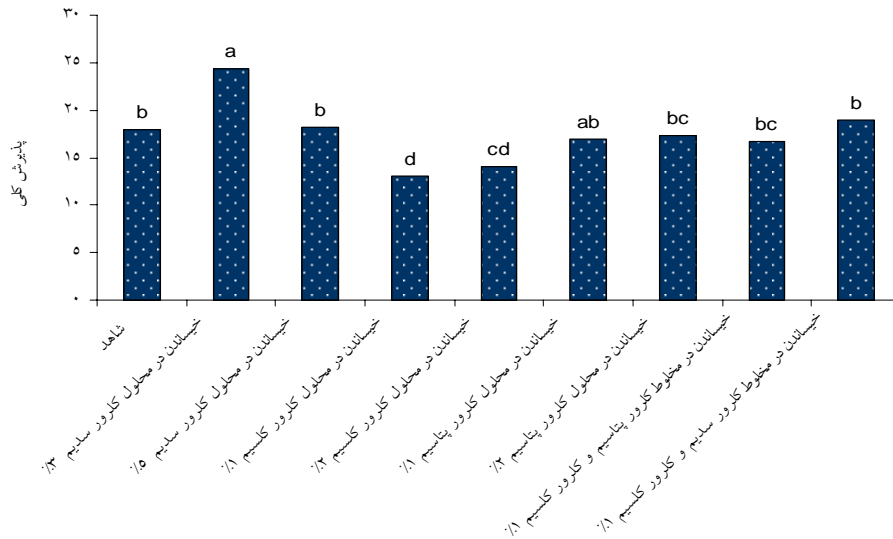
### بحث

همانطور که از جدول ۳ مشاهده می شود بدلیل ضریب نفوذ بالای کلرور پتاسیم و کلسیم در مقایسه با کلرور سدیم نمونه های غوطه ور شده در این محلول ها کمترین ماده خشک را دارا هستند به عبارت دیگر خیساندن در چنین محلول هایی منجر به حفظ بیشتر رطوبت گشته است. کلیه محلول های اسمزی منجر به کاهش مقدار چربی نمونه های چیس تولیدی در مقایسه با تیمار شاهد شده اند به طوریکه نمونه شاهد با مقدار ۴۹/۳۸ درصد بالاترین مقدار چربی و نمونه های غوطه ور شده در مخلوط کلرور سدیم و کلسیم ۱ درصد و محلول کلرور کلسیم ۱٪ به ترتیب با مقادیر ۱۶/۷۷ و ۲۵/۶۷ درصد کمترین مقدار چربی را دارا بودند. پایین بودن مقدار چربی ورق های غوطه وری شده در محلول های اسمزی می تواند به علت کاهش اتلاف رطوبت ورق های چیس طی سرخ کردن باشد. که با نتایج مقصودلو و میرزایی در سال ۱۳۷۹ مطابقت دارد. این محققین دریافتند که پیش تیمار خیساندن و بلانچینگ در محلول کلرور کلسیم به علت واکنش با ترکیبات ساختاری (پکتین) سیب زمینی موجب بهبود ساختار و بافت سیب زمینی در نتیجه جلوگیری از جذب روغن می شود همچنین کلرور سدیم به علت نفوذ به داخل ساختار سیب زمینی و کاهش رطوبت آن، موجب کاهش جذب روغن شده بود

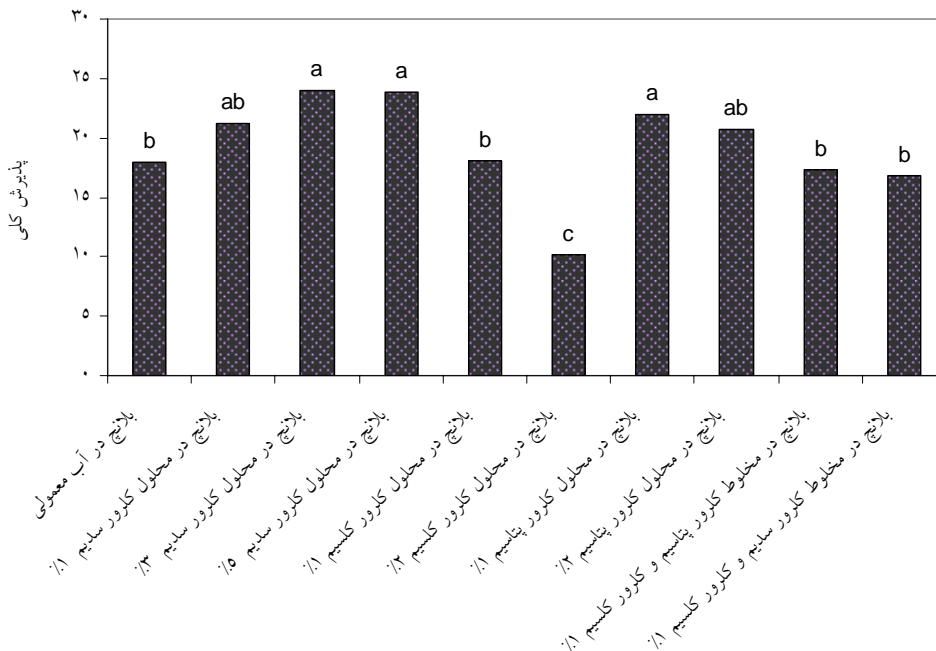
نتایج مربوط به تاثیر بلانچینگ در محلول های اسمزی بر خواص کیفی چیس تولیدی در جدول ۴ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود میزان رطوبت و ماده خشک نمونه های بلانچ شده در محلول های اسمزی و تیمار شاهد با یکدیگر متفاوت است به طوریکه بالاترین میزان ماده خشک به ترتیب مربوط به نمونه های بلانچ شده در محلول کلرور پتاسیم ۲ درصد و کلرور سدیم ۵ درصد و پایین ترین میزان ماده خشک به ترتیب در نمونه های بلانچ شده در محلول کلرور سدیم ۱ درصد و مخلوط کلرور پتاسیم و کلرور کلسیم ۱ درصد مشاهده شد. همانطور که مشاهده می شود با افزایش غلظت کلرور سدیم میزان رطوبت نمونه های تولیدی روند کاهشی داشت.

نتایج ارزیابی حسی (پذیرش کلی) نمونه های چیس تولیدی با استفاده از پیش تیمارهای خیساندن و بلانچینگ در محلول های اسمزی به ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ ارائه شده است. همانطور که از نمودار ۱ مشاهده می شود به لحاظ پذیرش کلی بالاترین امتیاز مربوط به نمونه های تولیدی با استفاده از تیمار خیساندن در محلول کلرور سدیم ۳ درصد و پایین ترین امتیاز مربوط به نمونه های تولیدی با استفاده از خیساندن در محلول کلرور کلسیم ۱ درصد و کلرور کلسیم ۲ درصد بود که احتمالاً این امتیاز حسی پایین مربوط به پس طعم تلخ باقیمانده از کلرور کلسیم در نمونه های چیس تولیدی است

همانطور که از نمودار ۲ مشاهده می شود بالاترین امتیاز به لحاظ پذیرش کلی مربوط به نمونه های تولیدی با استفاده از تیمار بلانچینگ در محلول کلرور سدیم ۳ درصد



نمودار ۱- تاثیر خیساندن در محلول های اسمزی مختلف بر پذیرش کلی نمونه های چیس تولیدی



نمودار ۲- تاثیر بلانچینگ در محلول های اسمزی مختلف بر پذیرش کلی نمونه های چیس تولیدی

شدن بخار آب ایجاد شده در داخل ماده غذایی حالت خلاء ایجاد شده که باعث مکش روغن به داخل بافت ماده غذایی می شود. از آنجا که غوطه وری در محلول های اسمزی باعث حفظ بهتر رطوبت در محصول نهایی می شود بنابراین باعث کاهش جذب روغن در محصول نهایی می شود که با نتایج بانگر و همکاران در سال ۲۰۰۳ (Bunger et al., 2003) مطابقت دارد. همانطور که از جدول ۳ مشاهده می شود کلیه تیمارهای اسمزی باعث کاهش جذب روغن شده بود که تیمارهای خیساندن در

(مقصود لو و میرزایی، ۱۳۷۹). پینتوس و همکاران در سال ۱۹۹۳ بیان نمودند که مقدار روغن جذب شده طی سرخ کردن معادل مقدار آب تبخیر شده از ماده غذایی می باشد. طی فرآیند سرخ کردن عمیق آب داخل ماده غذایی تبخیر شده و باعث متورم شدن بافت ماده غذایی و افزایش تخلخل بافتی می شود با خروج رطوبت از داخل ماده غذایی سطح محصول خشک شده و پوسته تشکیل می شود (Pinthus et al., 1993). هنگام برداشتن ماده غذایی سرخ شده از داخل سرخ کن به علت کاهش دما و کنداندن

## تأثیر بلانچینگ و محلول‌های اسمزی بر جذب روغن چیس

مخلوط کلرور سدیم و کلرور کلسیم ۱ درصد و خیساندن در محلول کلرور کلسیم ۱٪ به ترتیب با مقادیر ۶۳/۰۳ و ۴۸/۰۱ درصد به ترتیب بالاترین درصد کاهش جذب روغن را دارا بودند درحالی‌که نمونه‌های غوطه‌ور شده در محلول‌های اسمزی کلرور سدیم ۵ درصد و کلرور سدیم ۳ درصد به ترتیب با مقادیر ۶/۸۹ و ۱۴/۹۴ درصد کمترین درصد کاهش جذب روغن را دارا بودند که می‌تواند به علت قابلیت حفظ بهتر رطوبت در ورق‌های سرخ شده ناشی از غوطه‌وری در محلول‌های اسمزی باشد. نتایج (Bunger et al., 2003) نشان داد که خیساندن قطعات سیب‌زمینی در محلول‌های با غلظت‌های مختلف کلرور سدیم (۳، ۵ و ۷ درصد) قبل از سرخ‌کردن، بر میزان جذب روغن موثر است به طوری‌که خیساندن باعث کاهش میزان جذب روغن از ۰/۱۳ گرم روغن در هر گرم ماده خشک به ۰/۱۰ گرم روغن در هر گرم ماده خشک شد در حالی‌که در پذیرش حسی محصول با نمونه‌های شاهد هیچ تفاوتی مشاهده نشد.

با توجه به جدول ۴ مشاهده شد که با افزایش غلظت محلول اسمزی رطوبت محصول تولیدی کاهش یافت که با نتایج مقصودلو و میرزایی (۱۳۷۹) مطابقت داشت (مقصودلو و میرزایی، ۱۳۷۹). کلیه نمونه‌های بلانچ شده در محلول‌های اسمزی و آب معمولی میزان رطوبت بالایی را دارا هستند و بایستی قبل از بسته بندی جهت رسیدن به رطوبت مناسب با هوای داغ خشک شوند.

کلیه نمونه‌های بلانچ شده در محلول‌های اسمزی مقدار چربی پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد (بلانچ در آب معمولی) دارا بودند به طوری‌که مشاهده می‌شود نمونه‌های بلانچ شده در آب معمولی، کلرور سدیم ۱ درصد و محلول کلرور پتاسیم ۱ درصد به ترتیب با مقادیر ۴۵/۸۲، ۴۱/۱۳ و ۴۱/۰۰ درصد بالاترین میزان چربی و نمونه‌های بلانچ شده در مخلوط کلرور سدیم و کلسیم ۱ درصد و مخلوط کلرور پتاسیم و کلسیم ۱ درصد به ترتیب با مقادیر ۳۳/۸۴ و ۳۴/۵۲ پایین‌ترین میزان چربی را در بین نمونه‌های بلانچ شده دارا بودند (جدول ۴). همانطور که از جدول ۴ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت محلول‌های اسمزی درصد چربی نمونه‌های چیس تولیدی کاهش یافت که می‌تواند به علت کاهش رطوبت نمونه‌های محصول در اثر بلانچینگ در محلول‌های اسمزی باشد. زیرا همانطور که پیشتر

ذکر شد جذب روغن تابعی از میزان رطوبت محصول می‌باشد هرچه میزان از دست رفتن رطوبت بالاتر باشد میزان جذب روغن در حین سرخ کردن افزایش می‌یابد (Pinthus et al., 1993, Gamble et al., 1987). بالاترین میزان درصد کاهش جذب روغن به ترتیب مربوط به نمونه‌های بلانچ شده در مخلوط کلرور سدیم و کلسیم ۱ درصد، مخلوط کلرور پتاسیم و کلسیم ۱ درصد و نمونه‌های بلانچ شده در محلول کلرور کلسیم ۲ درصد بود در حالی‌که بلانچینگ در محلول کلرور سدیم ۱ درصد، کلرور پتاسیم ۱ درصد و کلرور پتاسیم ۲ درصد به ترتیب با مقادیر ۱۰/۲۴، ۱۰/۵۲ و ۱۰/۹۸ درصد پایین‌ترین میزان درصد کاهش جذب روغن را باعث شده بود که نتایج سایر محققین (Stier & Blumenthal, 1990; Selman & Hopkins, 1989; Pinthus et al., 1995; Mohamed et al., 1998; Mehta et al., 2001) نیز موید این مطلب است. راندمان سرخ کردن نمونه‌های بلانچ شده با یکدیگر متفاوت است و روند مشخصی را نشان نمی‌دهد. همانطور که از جدول ۴ مشاهده می‌شود بالاترین میزان راندمان سرخ کردن مربوط به نمونه‌های بلانچ شده در غلظت‌های مختلف محلول کلرور پتاسیم بود در حالی‌که پایین‌ترین میزان راندمان سرخ کردن در نمونه‌های بلانچ شده در غلظت‌های مختلف محلول کلرور کلسیم مشاهده شد.

در مورد ارزیابی حسی با افزایش غلظت محلول کلرور سدیم از پذیرش کلی نمونه‌ها کاسته شد که می‌تواند به علت نفوذ نمک به داخل بافت ورق‌های سیب زمینی و افزایش شوری محصول تولیدی باشد. همانطور که مشاهده می‌شود تنها نمونه‌های تولیدی با استفاده از خیساندن در غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم نسبت به نمونه شاهد امتیاز حسی پایین‌تری را ایجاد نموده بود در حالی‌که سایر تیمارهای اسمزی به لحاظ امتیاز حسی با نمونه شاهد اختلاف معنی داری نداشتند و خیساندن در محلول کلرور سدیم ۱ درصد منجر به امتیاز بالاتری نیز شده بود. مقصودلو و میرزایی (۱۳۷۹) نیز هنگام استفاده از بلانچینگ در کلرور سدیم و کلسیم نتایج مشابهی در ارتباط با ارزیابی حسی به دست آورده بودند. نتایج آنها نشان داده بود که با افزایش غلظت کلرور کلسیم به دلیل افزایش تلخی از مقبولیت کلی خلال‌های تولیدی کاسته شده بود (مقصودلو



و میرزایی، (۱۳۷۹).

لحاظ ارزیابی حسی با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند در حالیکه نمونه‌های بلانچ شده در محلول کلرور کلسیم ۲ درصد پایین‌ترین امتیاز حسی را کسب کرده بود که اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد و بقیه نمونه‌ها داشت. نمونه‌های بلانچ شده در محلول کلرور سدیم در غلظت‌های ۳ و ۵ درصد بالاترین امتیاز حسی را کسب کرده ضمن اینکه باعث کاهش جذب روغن در حدود ۱۳ درصد نیز شده بود.

### سیاسگزاری

بدینوسیله از باشگاه پژوهشگران جوان و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان که هزینه اجرایی این تحقیق را بر عهده داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

### منابع

دارائی گرمه خانی، ا.، میرزایی، ح.، مقصودلو، ی. و کاشانی نژاد، م. (۱۳۸۸). بررسی خواص فیزیکی‌وشیمیایی سه رقم سیب زمینی استان گلستان و تاثیر آن بر خواص خلال نیمه سرخ شده تولیدی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۷ (۱) ۹-۱.

Aguilera, J. M. & Hernández, H. G. (2000). Oil absorption during frying of frozen par fried potatoes. *Journal of Food Science*, 65(3), 476-479.

Akdeniz, N. (2004). Effects of different batter formulations on quality of deep-fat fried carrot slices. A Thesis Submitted to the Graduate school of Natural and Applied Sciences of Middle east Technical University.

AOAC. (2005). Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC: Association of Official Analytic Chemists.

Bouchon, P., Hollins, P., Pearson, M., Pyle, D. L. & Tobin, M. J. (2001). Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared microspectroscopy. *Journal of Food Science*. 66:918-923.

Bunger, A., Moyanob, P. & Riosecob, V. (2003). NaCl soaking treatment for improving the quality of french-fried potatoes. *Food Research International*, 36: 161-166.

Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Kashaninejad, M. & Maghsudlo, Y. (2008). Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. *European Journal of lipid science and technology*, 11, 1045-1049.

همانطور که از نمودار ۲ می‌توان فهمید پایین‌ترین امتیاز حسی مربوط به کلرور کلسیم می‌باشد که به پس طعم تلخ نمونه‌های چیپس آن مربوط می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود تنها پیش تیمار بلانچینگ در محلول کلرور کلسیم ۲ درصد منجر به امتیاز حسی پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد شده بود در حالیکه بلانچینگ در سایر محلول‌های اسمزی منجر به امتیاز حسی بالاتری نسبت به تیمار شاهد شده بود که نتایج مقصودلو و میرزایی (۱۳۷۹) نیز با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد.

### نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که پیش تیمارهای خیساندن و بلانچینگ در محلول‌های اسمزی می‌توانند منجر به تولید چیپس کم‌چرب شوند بدون اینکه ویژگی‌های حسی محصول در مقایسه با نمونه شاهد اختلاف معناداری داشته باشد. پیش تیمار خیساندن در کلیه محلول‌های اسمزی منجر به کاهش مقدار چربی نمونه‌های چیپس تولیدی در مقایسه با تیمار شاهد شده بود که پیش تیمار خیساندن در مخلوط کلرور سدیم و کلرور کلسیم ۱ درصد با ۶۳/۰۳ بالاترین درصد کاهش جذب روغن را دار بود و به لحاظ امتیاز حسی نیز با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت در حالیکه خیساندن در محلول کلرور کلسیم ۱٪ علی‌رغم کاهش بالای درصد چربی (۴۸/۰۱ درصد) به لحاظ پذیرش کلی امتیاز حسی پایین‌تری را نسبت به نمونه شاهد کسب کرده بود. نمونه‌های غوطه‌ور شده در محلول اسمزی کلرور سدیم ۳ درصد بالاترین امتیاز حسی را کسب کرده بود اما تنها منجر به ۱۴/۹۴ درصد کاهش جذب روغن نسبت به نمونه شاهد شده بود. بنابراین در مجموع می‌توان پیش تیمارهای خیساندن در مخلوط کلرور سدیم و کلرور کلسیم ۱ درصد و محلول اسمزی کلرور سدیم ۳ درصد را به عنوان بهترین تیمار جهت خیساندن اسمزی انتخاب نمود. در پیش تیمار بلانچینگ در محلول‌های اسمزی بالاترین میزان درصد کاهش جذب روغن به ترتیب مربوط به نمونه‌های بلانچ شده در مخلوط کلرور سدیم و کلسیم ۱ درصد، مخلوط کلرور پتاسیم و کلسیم ۱ درصد و نمونه‌های بلانچ شده در محلول کلرور کلسیم ۲ درصد بود که نمونه‌های بلانچ شده در مخلوط محلول‌های اسمزی به

- Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Kashaninejad, M., Maghsudlo, Y. & Jafari, S. M. (2010). Influence of Partial Drying on Oil Uptake Quality Attributes of French Fries. *Journal of Agricultural Science and Technology*, ISSN1939-125, USA, 4 (2) 41-47.
- Gamble, M. H., Rice, P. & Selman, J. D. (1987). Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from CV record UK tubers. *International Journal of Food science and Technology*. 22:233-241.
- Keller, C., Escher, F. & Solms, J. (1990). Nutrient retention in deep-fat frying case study on chips. *Über die Nährstofferhaltung im Fritierprozess-Untersuchungen am Beispiel der Pommes-frites- Herstellung. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebens-mitteluntersuchung und -hygiene*. 81:168-181.
- Khalil, A. H. (1999). Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food Chemistry*. 66:201-206.
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V. & Maroulis, Z. B. (2000). Water loss and oil uptake as a function of frying time. *Journal of Food Engineering*. 44:39-46.
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B. & Marinos-Kouris, D. (2001). Effect of pre-drying on quality of french fries. *Journal of Food Engineering*. 49:347-354.
- Lamberg, I., Hallstrom, B. & Olsson, H. (1990). Fat uptake in a potato drying frying process. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*. 23:295-300.
- Mehta, U. & Swinburn, B. (2001). A review of factors affecting fat absorption in hot chips. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 41:133-154.
- Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*. 14:364-373.
- Mohamed, S., Hamid, N. A. & Hamid, M. A. (1998). Food components affecting the oil absorption and crispiness of fried batter. *Journal of Food Science and Agriculture*, 78:39-45.
- Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E. & Barrufet, M. A. (1999). *Deep-Fat Frying fundamentals and applications*. pp 75-104. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland
- Moyano, P. C., Rioseco, V. K. & Gonzalez, P. A. (2002). Kinetics of crust color changes during deep-fat frying of impregnated french fries. *Journal of Food Engineering*, 54:249-255.
- Orthoefer, F. T., Gurkin, S. & Liu, K. (1996). Dynamics of frying. In Perkins, E.D., Erickson, M.D. editors. *Deep frying chemistry, nutrition and practical applications*, pp:223-245. Champaign, Illinois.
- Pedreschi, F. & Moyano, P. (2005). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *LWT*. 38:599-604.
- Pinthus, E. J., Weinberg, P. & Saguy, I. S. (1993). Criterion for oil uptake during deep-fat frying. *Journal of Food Science*. 58:204.
- Pinthus, E. J., Weinberg, P. & Saguy, I. S. (1995). Deep-fat fried potato product oil uptake as affected by crust physical properties. *Journal of Food Science*. 60:250-262.
- Rayner, M., Ciolfi, V., Maves, B., Stedman, P. & Mittal, G. S. (2000). Development and application of soy protein films to reduce fat intake in deep-fried foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80:777-782.
- Rubnov, M. & Saguy, I. S. (1997). Fractal analysis and crust diffusivity of a restructured potato product during deep-fat frying. *Journal of Food Science*. 62:135-137.
- Saguy, I. S. & Pinthus, E. J. (1995). Oil uptake during deep-fat frying –factors and mechanism. *Food Technology*. 49:142.
- SAS. (2001). *SAS User's Guide Statistics*. SAS Institute, Inc., Raleigh, NC.
- Selman, J. D. & Hopkins, M. (1989). Factors affecting oil uptake during the production of fried potato products. *Tech. Memorandum*. 475.
- Shih, E. F., Daigle, K. W. & Clawson, E. L. (2001). Development of low oil uptake donuts. *Journal of Food science*. 66:141-144.
- Stier, R. F. & Blumenthal, M. M. (1990). Heat transfer in frying. *Baking and Snack Systems*. *Journal of Food Engineering*. 12:15-19.
- Talbert, W. F., Weaver, M. L., Reeve, R. M. & Kueneman, R.W. (1987). Frozen french fries and other frozen products. In W. F. Talbert, and O. Smith (Eds.), *Potato processing*. New York, USA: Van Nostrand Reinhold/AVI.