



## استفاده از طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک (۹۳۰-۱۶۶۰ نانومتر) در تفکیک آرد نخودچی خالص از اختلاط شده با آرد گندم / آرد لپه

رضا محمدی گل<sup>۱\*</sup>، ابوالفضل هدایتی پور<sup>۲</sup>

۱. استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک (r-mohammadigol@araku.ac.ir)

۲. مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

(ahedayatypoor@gmail.com)

### چکیده

در این تحقیق پتانسیل طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک در ناحیه طیفی ۱۶۶۰-۹۳۰ نانومتر به همراه تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) در تشخیص وجود آرد گندم / آرد لپه در آرد نخودچی در اختلاط (وزنی) ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تحقیق شد. روش فوق در جداسازی آرد نخودچی خالص (بدون اختلاط) از انواع مختلط با آرد لپه / آرد گندم موفق بود. اعمال پیش‌پردازش SNV روی داده‌های طیفی باعث ارتقاء دقت تفکیک بین طیف‌های حاصل از درصدهای اختلاط متفاوت آرد گندم شد. نتیجه نشان داد که پتانسیل استفاده از روش سریع و غیر مخرب طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک در ناحیه ۱۶۶۰-۹۳۰ نانومتر به همراه تکنیک PCA در تفکیک آرد نخودچی خالص از اختلاط شده (آرد گندم / آرد لپه) به‌عنوان جایگزین روش‌های آزمایشگاهی وجود دارد و باندهای طیفی ۱۴۸۰ تا ۱۶۰۰ نانومتر و ۱۰۰۰ تا ۱۳۳۰ نانومتر از نظر امکان تعیین شاخص وجود آرد گندم/لپه در آرد نخود بر مبنای اختلاف درصد جذب یا انعکاس حائز اهمیت هستند.

**کلمات کلیدی:** آرد نخودچی، آرد گندم، آرد لپه، طیف‌سنجی، غیر مخرب

\*نویسنده مسئول: r-mohammadigol@araku.ac.ir



## استفاده از طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک (۹۳۰-۱۶۶۰ نانومتر) در تفکیک آرد نخودچی خالص از اختلاط شده با آرد گندم / آرد لپه

### مقدمه

قیمت پایین آرد گندم و ضایعات لپه در مقایسه با آرد نخودچی، باعث شده که این مواد به‌عنوان تقلب‌های رایج آن مورد استفاده قرار گیرند. وایلد و همکاران (۲۰۱۹) تشخیص تقلب لفل سیاه را با استفاده از روش‌های طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک به همراه روش شیمی‌سنجی (آنالیز مؤلفه‌های اصلی) پژوهش نمودند. تقلب‌های مورد بررسی آن‌ها دانه‌های میوه پایایا، چیلی و موادی همچون سبوس و پوشال و تفاله‌های حاصل از روغن‌گیری بوده است. نمونه‌های پودری مورد بررسی آن‌ها در اختلاط‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد به تعداد ۴۸ نمونه بوده است. آن‌ها عملکرد روش فوق در تشخیص تقلب‌های ذکر شده را موفقیت‌آمیز دانسته و آن را به‌عنوان یک روش سریع قابل استفاده توصیه نمودند.

رودریگوز و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق خود وجود آرد گندم، سویا و ذرت در اختلاط‌های ۱، ۵ و ۱۰ درصد وزنی را به‌عنوان تقلب‌های رایج در آرد کوینوا (نوعی دانه از خانواده غلات) بررسی کردند. مد طیف‌برداری آن‌ها انعکاسی (۴۵ درجه) و در ناحیه طیفی (سانتی متر معکوس)  $4000-600\text{ cm}^{-1}$  بوده است. آنان اظهار نمودند که وجود نویز شدید در ناحیه  $4000-2500\text{ cm}^{-1}$  علت حذف این ناحیه از آنالیز داده‌های طیفی بوده است. در جمع‌بندی پژوهش، ذکر شده است که طیف-سنجی ناحیه فوق‌الذکر و استفاده از روش‌های شیمی‌سنجی SIMCA (بر پایه PCA) و PLS-DA به‌عنوان یک روش سریع، دقیق و غیر مخرب در تشخیص تقلب‌های مذکور در آرد کوینوا است.

هرن و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود وجود تقلب‌های ارگانیک و غیرارگانیک را به‌منظور افزایش وزن یا رنگ پودر پاپریکا مورد بررسی قرار دادند. مواد بررسی شده به‌عنوان تقلب شامل: صمغ عربی، کرومات سرب، اکسید چهار و دو سرب، پی وی سی (PVC)، اکسید سیلیکون، Sudan 1 و Sudan 4 (ترکیبات رنگی قرمز که برای رنگ نمودن مواد پلاستیکی استفاده می‌شوند) بوده است. مدل طبقه‌بندی آن‌ها OCSIMCA و در ناحیه طیفی  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  بوده است. بیشترین علائم طیفی تمایزدهنده در باند  $1800-400\text{ cm}^{-1}$  اعلام شده است. پیش‌پردازش‌های مورد استفاده آن‌ها SNV، مشتق‌های اول و دوم و هموارسازی ساویتزکی گولای (SG) بوده و اعلام نمودند که پیش‌پردازش SNV در بیشتر نمونه‌های شامل تقلب کارآمد بوده است. جمع‌بندی پژوهش این بوده است که روش مذکور در شناسایی تقلب‌های رایج و ناآشنا موفق بوده است. آن‌ها از نمودار پراکندگی مؤلفه‌های اصلی اول و دوم برای مشاهده تفاوت نمونه‌های پودر پاپریکا استفاده کردند.

با توجه به مصرف زیاد آرد نخودچی در صنایع قنادی و غذایی، طبق بررسی انجام شده تاکنون در زمینه تشخیص تقلب‌های رایج (آرد گندم و آرد لپه) آن توسط روش غیر مخرب طیف‌سنجی تحقیقی یافت نشد. از طرف دیگر در لیست تولیدات غالب تولیدکننده‌های تجهیزات نوری (شرکت‌های داخلی)، طیف‌سنج با پوشش ناحیه مرئی (و نزدیک آن) وجود دارد لذا پژوهش حاضر در راستای کاربردی شدن و ارتقاء روش‌های سنجش تقلب مواد غذایی پودری (آرد نخودچی) به انجام رسید.



## مواد و روش‌ها

### آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های آرد نخودچی و آرد لپه از آسیاب نمودن نخودچی خام و لپه تهیه و پس از الک کردن مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌های آرد نخودچی دارای آرد گندم و آرد لپه در سطوح اختلاط (وزنی) ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد با استفاده از ترازوی دقیق تهیه شدند.

### طیف برداری

در طیف‌سنجی Vis-NIR چند مد طیف برداری از قبیل انعکاسی، عبوری، عبوری-انعکاسی و برهم‌کنشی که در آن‌ها موقعیت منبع نور و گیرنده نسبت به یکدیگر تغییر می‌کند وجود دارد (Cortés et al., 2019). طبیعت نمونه‌های تحت بررسی، تعیین‌کننده مناسب‌ترین مد طیف برداری است به‌عنوان مثال مد عبوری یا عبوری-انعکاسی مناسب‌ترین انتخاب برای نمونه‌های مایع است و مد انعکاسی اصولاً برای پودرها به کار می‌رود (O'Mahony et al., 2018; Sánchez-Paternina et al., 2016). در این تحقیق از مد طیف برداری انعکاسی (زاویه ۴۵ درجه) و طیف‌سنج Flame-S-VIS-NIR-ES (شرکت Ocean optics) با محدوده کاری ۱۰۰۰-۳۵۰ نانومتر، نسبت سیگنال به نویز ۱:۲۵۰ و رزولوشن نوری ۱/۵ نانومتر استفاده شد. فیبرهای نوری QP400 VIS-NIR (شرکت Ocean optics) برای انتقال نور از منبع نور و نور منعکس شده به اسپکترومتر مورد استفاده قرار گرفتند. برای ایجاد شرایط یکسان طیف برداری، یک قطعه آلومینیومی برای استقرار فیبرهای ارسال‌کننده و گیرنده نور با زاویه ۴۵ درجه نسبت به یکدیگر ساخته شد. تعداد دفعات اسکن نمونه روی ۳۲ تنظیم شد. از هر درصد اختلاط تعداد ۱۰ طیف انعکاسی و در مجموع ۱۱۰ طیف از کل نمونه‌ها گرفته شد. پیش از طیف‌سنجی، ابتدا طیف‌های پس‌زمینه و سفید (مرجع) تعریف و ذخیره شدند. به این ترتیب که ابتدا با خاموش کردن منبع نور طیف پس‌زمینه گرفته شد، سپس در حالت منبع نور روشن، از پودر استاندارد سفید برای دستیابی به طیف مرجع استفاده شد. درصد نور منعکس شده بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد:

$$\%R_{\lambda} = \frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{Ref_{\lambda} - D_{\lambda}} \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه  $S_{\lambda}$  شدت نور خروجی نمونه در طول موج  $\lambda$ ،  $Ref_{\lambda}$  شدت نور خروجی مرجع در طول موج  $\lambda$ ،  $D_{\lambda}$  شدت نور خروجی پس‌زمینه در طول موج  $\lambda$  و  $R_{\lambda}$  میزان انعکاس نور در طول موج  $\lambda$  است.

### آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)

اولین قدم آنالیز داده‌های طیفی برای درک الگوهای احتمالی و داده‌های پرت اغلب آنالیز مؤلفه‌های اصلی است (Cortés et al., 2019; Cozzolino et al., 2011). استفاده از روش بدون نظارت PCA و بررسی وضعیت پراکندگی نمونه‌ها در مختصات مؤلفه‌های اصلی در تحقیقات گوناگون مشاهده می‌شود (Callao and Ruisánchez, 2018; Horn et al., 2018; Teye et al., 2019).

چنانچه در تحقیقی هر دو نمونه اصلی و غیر اصلی وجود داشته باشد استفاده از یک آنالیز بدون نظارت کارآمد است. در این روش متغیرهای جدیدی ایجاد می شود که هر کدام یک ترکیب خطی از متغیرهای اصلی هستند. این متغیرهای جدید مؤلفه های اصلی (PCs) نامیده می شوند و بیشترین اطلاعات موجود در ماتریس متغیرهای اصلی را در خود دارند. اولین مؤلفه اصلی بیشترین واریانس یا اطلاعات داده ها را دربر دارد درحالی که مؤلفه دوم اطلاعاتی را در خود دارد که توسط مؤلفه اصلی اول ارائه نشده است و این رویه به همین شکل در مؤلفه های بعدی نیز وجود دارد (Callao and Ruisánchez, 2018).

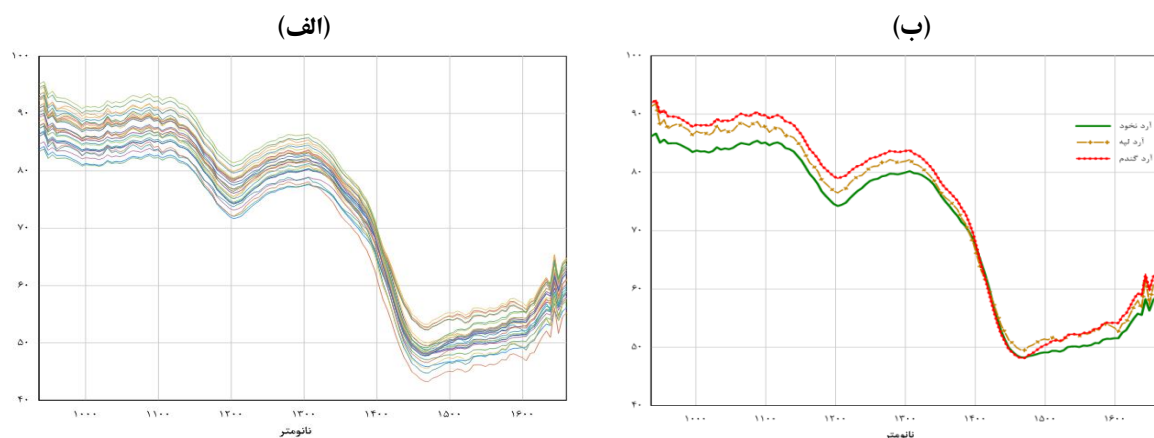
### پیش پردازش طیف ها

در این تحقیق پس از اخذ طیف ها، از روش های پیش پردازش استفاده شد (Nicolai et al., 2007) که در ادامه به آن ها پرداخته می شود.

پیش پردازش توزیع نرمال استاندارد (SNV) برای حذف تأثیر پراکندگی طیف ها در اثر اختلاف اندازه ذرات بین نمونه ها و همچنین اثر ناشی از تغییر فاصله منبع نور تا نمونه مورد استفاده قرار می گیرد (Jamshidi et al., 2012; Teye et al., 2019). الگوریتم ساویتزکی - گولای از معمول ترین روش های هموار سازی است که پس از مشتق گیری استفاده می شود. در این مرحله، انتخاب پارامترهای الگوریتم شامل تعداد نقاط همسایگی و درجه چندجمله ای به منظور جلوگیری از تقویت نویز حائز اهمیت است. از نرم افزار Ocean optics (Ocean view 1.6.3) در برداشت طیف ها استفاده شد و آنالیز مؤلفه های اصلی و اعمال پیش پردازش های طیفی توسط نرم افزار Unscrambler (CAMO Software) (X10.4) به انجام رسید.

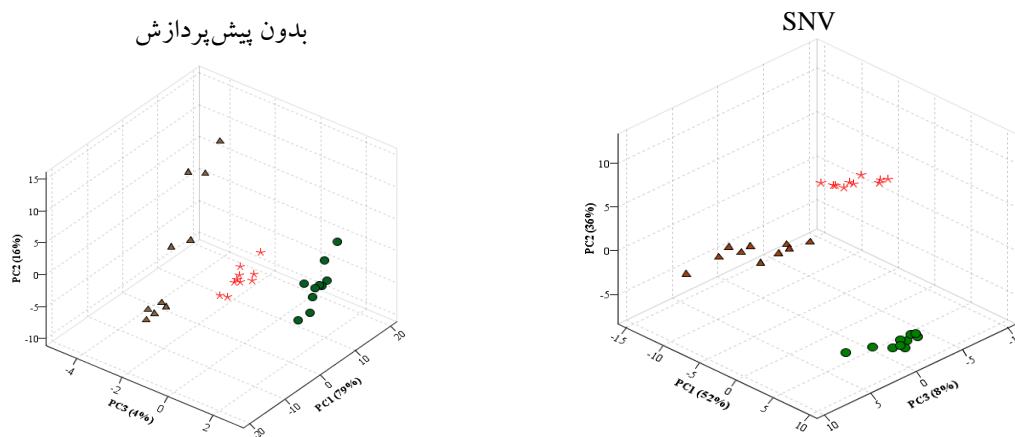
### نتایج و بحث

در ابتدا برای بررسی وجود اختلاف در بین طیف نمونه های بدون اختلاط آرد نخودچی، آرد گندم و آرد لپه طیف میانگین آن ها ترسیم شد (شکل ۱).



شکل ۱- (الف) کل طیف های نمونه های بدون اختلاط و (ب) طیف های میانگین نمونه های بدون اختلاط آرد نخودچی، آرد گندم و آرد لپه

وجود اختلاف بین طیف‌های میانگین خصوصاً آرد گندم و آرد نخودچی، شرط موفقیت مدل تفکیک کننده است. برای درک بهتر جدایش پذیری نمونه‌های بدون اختلاط از یکدیگر، وضعیت پراکندگی طیف نمونه‌ها در مختصات مؤلفه‌های اول، دوم و سوم ترسیم شدند (شکل ۲). استفاده از روش PCA و بررسی وضعیت پراکندگی نمونه‌ها در مختصات مؤلفه‌های اصلی در تحقیقات گوناگون مشاهده شده است (Callao and Ruisánchez, 2018; Horn et al., 2018; Teye et al., 2019).

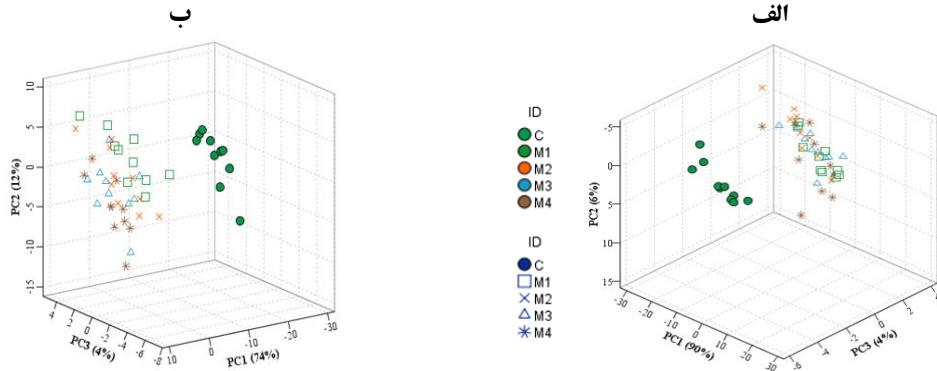


شکل ۲- پراکندگی طیف‌های آرد نخودچی، آرد گندم و آرد لپه در مختصات مؤلفه‌های اصلی اول تا سوم (PC1, PC2, PC3) در حالت بدون پیش پردازش و استفاده از پیش پردازش SNV

در شکل ۲ پراکندگی طیف‌ها در مختصات مؤلفه‌های اصلی اول، دوم و سوم قبل و بعد از اعمال پیش پردازش روی داده‌های طیفی مشاهده می‌شود، شکل‌ها نشان می‌دهند که تفکیک مناسبی بین سه ماده (آرد نخودچی، آرد گندم و آرد لپه) از نظر واریانس بین کلاس‌ها (۳ ماده) و واریانس طیف‌های هر کلاس وجود دارد خصوصاً پس از اعمال پیش-پردازش SNV که مجموع ۹۶ درصد واریانس بین طیف نمونه‌ها توسط سه مؤلفه اصلی پوشش داده می‌شود. لازم به ذکر است که تفکیک پذیری طیف‌های آرد نخودچی از آرد گندم و آرد لپه برای ادامه پژوهش ضرورت داشت.

### نمونه‌های آرد نخودچی مختلط شده با آرد لپه

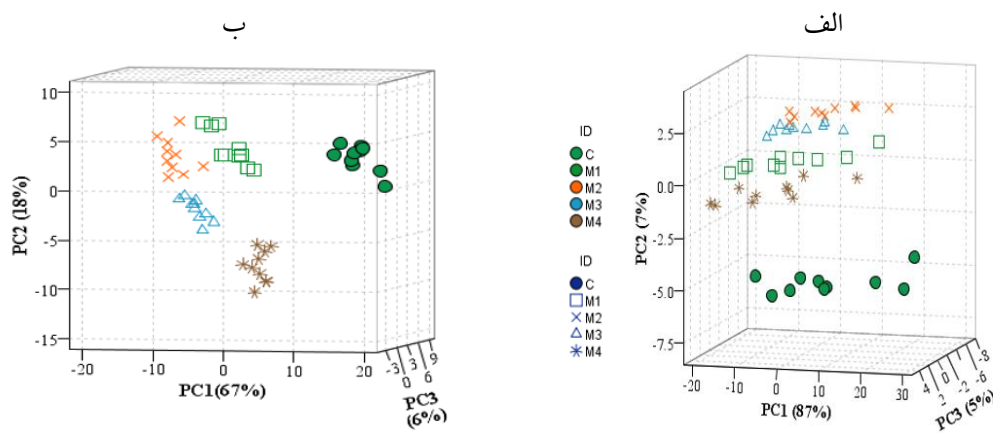
نمودار پراکندگی طیف‌های آرد نخودچی بدون اختلاط و مختلط با آرد لپه در درصدهای مختلف، تفکیک قابل قبولی بین نمونه‌ها نشان داد (شکل ۳). اعمال پیش پردازش SNV در شکل ۳ آورده شده است. هرچند این دو ماده در رنگ (ظاهر) و ترکیبات از یک خانواده هستند لذا با مراجعه به شکل ۱ قسمت (ب) مشهود است که طیف‌های میانگین نمونه‌های بدون اختلاط آرد نخودچی و آرد لپه برهم منطبق نیستند و این علت تفکیک شدن طیف نمونه‌های بدون اختلاط (خالص) از نمونه‌های مختلط آن‌ها توسط PCA بوده است. مطابق با شکل پراکندگی عملاً تفکیکی بین گروه نمونه‌های مختلط شده با درصدهای مختلف دیده نمی‌شود.



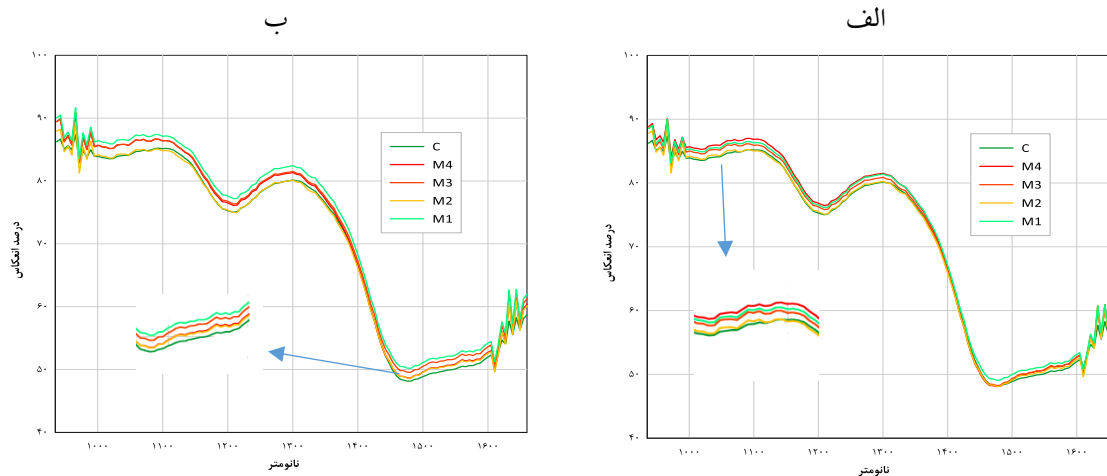
شکل ۳- تفکیک طیف‌های نمونه آرد نخود بدون اختلاط از درصد‌های متفاوت اختلاط با آرد لپه (M3: ۲۰٪، M4: ۳۰٪، M2: ۱۰٪، M1: ۵٪، C: ۰٪) بدون پیش‌پردازش ب- پیش‌پردازش SNV

### نمونه‌های آرد نخودچی مختلط شده با آرد گندم

در شکل ۴ پراکندگی طیف‌های بدون پیش‌پردازش نمونه آرد نخودچی بدون اختلاط و مختلط با آرد گندم در سطوح مورد بررسی آورده شده است. تفکیک‌پذیری بسیار خوبی بین طیف‌های نمونه‌ها دیده می‌شود. در این مرحله، اعمال پیش-پردازش SNV در ارتقاء تفکیک‌پذیری مؤثر واقع شده است.



شکل ۴- تفکیک طیف‌های نمونه آرد نخود بدون اختلاط از درصد‌های متفاوت اختلاط با آرد گندم (M3: ۲۰٪، M4: ۳۰٪، M2: ۱۰٪، M1: ۵٪، C: ۰٪) بدون پیش‌پردازش ب- پیش‌پردازش SNV



شکل ۵- الف- طیف‌های میانگین آرد نخود و درصد‌های متفاوت اختلاط با آرد گندم (M4:۳۰٪، M3:۲۰٪، M2:۱۰٪، M1:۵٪، C:۰٪) ب- طیف‌های میانگین آرد نخود و درصد‌های متفاوت اختلاط با آرد لپه (M4:۳۰٪، M3:۲۰٪، M2:۱۰٪، M1:۵٪، C:۰٪)

شکل ۵ طیف‌های میانگین و هموار شده با الگوریتم ساویتزکی گولای در سطوح متفاوت اختلاط آرد گندم با آرد نخودچی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که فاصله بین طیف‌ها با کاهش سطح اختلاط (کاهش مقدار آرد گندم/ آرد لپه) کمتر شده است، به عبارت دیگر هر چه مقدار آرد گندم/ لپه افزایش یافته، فاصله با طیف آرد نخود بدون اختلاط افزایش یافته است و این اختلاف در ناحیه طیفی ۱۳۳۰ تا ۱۴۸۰ نانومتر وجود ندارد. در تحقیقات کاربردی دیده شده است که از وجود فاصله (اختلاف) طیفی یک شاخص تعیین و بکار گرفته شده است (Farneti et al., 2015; Nyasordzi et al., 2013). با داشتن درصد جذب یا انعکاس که با رابطه  $A = \log 1/R$  (Jamshidi et al., 2015) به یکدیگر قابل تبدیل هستند باندهای طیفی ۱۴۸۰ تا ۱۶۰۰ نانومتر و ۱۳۳۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر از نظر امکان تعیین شاخص وجود آرد گندم/ لپه در آرد نخود بر مبنای اختلاف درصد جذب یا انعکاس حائز اهمیت هستند.

#### منابع

1. Ambrose, A. and Cho, B.-K. 2014. A review of technologies for detection and measurement of adulterants in cereals and cereal products. *Journal of Biosystems Engineering*, 39(4): 357-365.
2. Callao, M.P. and Ruisánchez, I. 2018. An overview of multivariate qualitative methods for food fraud detection. *Food Control*, 86: 283-293.
3. Civelli, R., Giovanzani, V., Beghi, R., Naldi, E., Guidetti, R. and Oberti, R. 2015. A simplified, light emitting diode (LED) based, modular system to be used for the rapid evaluation of fruit and vegetable quality: development and validation on dye solutions. *Sensors*, 15(9): 22705-22723.



4. Cortés, V., Blasco, J., Aleixos, N., Cubero, S. and Talens, P. 2019. Monitoring strategies for quality control of agricultural products using visible and near-infrared spectroscopy: A review. *Trends in Food Science & Technology*.
5. Cozzolino, D., Cynkar, W., Shah, N. and Smith, P. 2011. Multivariate data analysis applied to spectroscopy: Potential application to juice and fruit quality. *Food Research International*, 44(7): 1888-1896.
6. Farneti, B., Gutierrez, M.S., Novak, B., Busatto, N., Ravaglia, D., Spinelli, F. and Costa, G. 2015. Use of the index of absorbance difference (IAD) as a tool for tailoring post-harvest 1-MCP application to control apple superficial scald. *Scientia Horticulturae*, 190: 110-116.
7. Giovenzana, V., Beghi, R., Malegori, C., Civelli, R. and Guidetti, R. 2014. Wavelength selection with a view to a simplified handheld optical system to estimate grape ripeness. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(1): 117-123.
8. González, M., Lobo, M.G., Méndez, J. and Carnero, A. 2005. Detection of colour adulteration in cochineals by spectrophotometric determination of yellow and red pigment groups. *Food Control*, 16(2): 105-112.
9. Horn, B., Esslinger, S., Pfister, M., Fahl-Hassek, C. and Riedl, J. 2018. Non-targeted detection of paprika adulteration using mid-infrared spectroscopy and one-class classification—Is it data preprocessing that makes the performance? *Food chemistry*, 257: 112-119.
10. Jamshidi, B., Minaei, S., Mohajerani, E. and Ghassemian, H. 2012. Reflectance Vis/NIR spectroscopy for nondestructive taste characterization of Valencia oranges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85: 64-69.
11. Jantra, C., Slaughter, D.C., Liang, P.-S. and Pathaveerat, S. 2017. Nondestructive determination of dry matter and soluble solids content in dehydrator onions and garlic using a handheld visible and near infrared instrument. *Postharvest Biology and Technology*, 133: 98-103.
12. Lohumi, S., Lee, S. and Cho, B.-K. 2015. Optimal variable selection for Fourier transform infrared spectroscopic analysis of starch-adulterated garlic powder. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 216: 622-628.
13. Nicolai, B.M., Beullens, K., Bobelyn, E., Peirs, A., Saeys, W., Theron, K.I. and Lammertyn, J. 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 46(2): 99-118.
14. Nyasordzi, J., Friedman, H., Schmilovitch, Z., Ignat, T., Weksler, A., Rot, I. and Lurie, S. 2013. Utilizing the IAD index to determine internal quality attributes of apples at harvest and after storage. *Postharvest Biology and Technology*, 77: 80-86.
15. O'Mahony, N., Murphy, T., Panduru, K., Riordan, D. and Walsh, J. 2018. Machine learning algorithms for estimating powder blend composition using near infrared spectroscopy. Paper presented at the 2018 2nd International Symposium on Small-scale Intelligent Manufacturing Systems (SIMS).
16. Rodríguez, S.D., Rolandelli, G. and Buera, M.P. 2019. Detection of quinoa flour adulteration by means of FT-MIR spectroscopy combined with chemometric methods. *Food chemistry*, 274: 392-401.





17. Sánchez-Paternina, A., Román-Ospino, A.D., Martínez, M., Mercado, J., Alonso, C. and Romañach, R.J. 2016. Near infrared spectroscopic transmittance measurements for pharmaceutical powder mixtures. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 123: 120-127.
18. Teye, E., Amuah, C.L., McGrath, T. and Elliott, C. 2019. Innovative and rapid analysis for rice authenticity using hand-held NIR spectrometry and chemometrics. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*.
19. Wilde, A.S., Haughey, S.A., Galvin-King, P. and Elliott, C.T. 2019. The feasibility of applying NIR and FT-IR fingerprinting to detect adulteration in black pepper. *Food Control*, 100: 1-7.



## Detection of chickpea flour adulteration by spectroscopy (420-900 nm) and principle components analysis technique

Reza mohammadigol<sup>1\*</sup>, Abolfazl hedayatipoor<sup>2</sup>

1. Department of Biosystems Engineering, University of Arak
2. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)

### Abstract

In this research, the potential of the spectroscopy (930-1660 nm) with principle components analysis technique (PCA) and common preprocessing on the discrimination of the samples of chick pea, wheat and split pea flours on 5, 10, 20 and 30 % mixing percentage (g/g) has been studied. The SNV preprocessing on enhancing the spectral data's and discrimination of samples spectra was successful. The result has been shown that there is a potential to replacing experimental methods with fast and non-destructive spectroscopy (930-1660 nm) with PCA and there is a possibility to define an index based on spectral data's to detect the wheat flour in chick pea flour in 1480-1600 and 1000-1330 nm bands.

**Key words:** Adulteration, Chickpea flour, Nondestructive, Spectroscopy, Wheat flour

\*Corresponding author

E-mail: [r-mohammadigol@araku.ac.ir](mailto:r-mohammadigol@araku.ac.ir)