

چکیده

در تحقیق حاضر از قابلیت طیف سنجی مادون قرمز نزدیک و فناوری تصویربرداری ابرطیفی، برای تشخیص، ارزیابی و درجه‌بندی تعدادی از پارامترهای کیفی دانه کاکائو استفاده شده است. در بخش اول تحقیق، میزان مواد پلی فنولی و شاخص تخمیر دانه کاکائو مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از دستگاه طیف سنج مادون قرمز در بازه ۴۰۰ الی ۲۵۰۰ نانومتر استفاده گردید و به منظور ارائه مدل مناسب برای پیش بینی مواد پلی فنولی، تعدادی از پیش تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. از بین این مدل‌ها، مدل با طیف پیش تیمار شده مشتق دوم ساویتری گولای، دارای بیشترین میزان ضریب تبیین ۰/۹، ضریب همبستگی ۰/۹۴ و خطای ۱/۹ برای داده‌های کالیراسیون و ضریب تبیین ۰/۸۲، ضریب همبستگی ۰/۹۰ و خطای ۱/۹۴ برای داده‌های تست معرفی گردید. در پیش بینی شاخص تخمیر نیز مدل PLS ارائه شده با پیش تیمار طیفی مشتق دوم، دارای بیشترین میزان ضریب تبیین ۰/۸۲، ۰/۴۲، بیشترین میزان ضریب همبستگی ۰/۹۰ و ۰/۶۴ و کمترین میزان خطا ۰/۰۶ و ۰/۱۷ برای داده‌های کالیراسیون و تست بود. در بخش دوم تحقیق، از طیف سنجی مادون قرمز نزدیک به عنوان روشی غیرتخریبی و سریع، برای تشخیص دانه‌های کاکائو آلوده به آفلاتوکسین استفاده شد. دانه‌های کاکائو با دو غلظت سم (۲۰ ppb و ۵۰۰ ppb) بصورت مصنوعی آلوده شدند و دانه‌های بدون آلودگی (۰ ppb) نیز بصورت سطحی با اتانول پاکسازی گشتند. هر دو دسته دانه‌های آلوده و سالم با دستگاه طیف‌سنج و در دامنه ۴۰۰ الی ۲۵۰۰ نانومتر مورد ارزیابی قرار گرفتند. مدل تجزیه و تحلیل تمایزی حداقل مربعات جزئی (PLS-DA) برای دسته بندی دانه‌های آلوده و غیر آلوده مورد استفاده قرار گرفت و پیش از آنالیز داده‌های طیفی، این طیف‌ها با مشتق مرتبه اول و دوم ساویتری گولای مورد پیش تیمار قرار گرفتند. نتایج درجه بندی نشان داد که کمترین میزان خطای درجه بندی در حالتی بود که از مشتق مرتبه دوم بعنوان پیش تیمار استفاده شده بود و این مقادیر برای داده‌های کالیراسیون، اعتبارسنجی متقابل و تست به ترتیب برابر ۰/۰۰، ۰/۰۲، ۰/۰۲ گزارش شد. همچنین نتایج بررسی نشان داد که دقت جداسازی برای کلاس بدون آلودگی و کلاس با آلودگی بالا بیشتر از دقت جداسازی برای کلاس با آلودگی ۲۰ ppb بود. در بخش نهایی تحقیق به کمک فناوری تصویربرداری ابرطیفی، اقدام به تشخیص و دسته‌بندی چهار گروه از مواد خارجی (چوب و کاغذ، پلاستیک، سنگ و بقایای اندام‌های گیاهی) که در صنعت فراوری دانه کاکائو متداول هستند، گردید. بدین منظور داده‌های تصاویر طیفی ۲۵۰ نمونه مواد خارجی و دانه کاکائو، با استفاده از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و سه مدل طبقه‌بندی شامل: ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)، K نزدیک ترین همسایگی (KNN) و تجزیه تحلیل تمایزی خطی (LDA) مورد ارزیابی قرار گرفت. طول موج‌های بهینه بدست آمده از مشتق دوم طیف و همچنین سه مؤلفه نخست (PCA) بعنوان ورودی وارد مدل‌های کلاس بند اشاره شده گردید و کارایی این مدل‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج نشان داد که مدل SVM با ورودی طیف خام بدون پیش پردازش، توانست با بیشترین دقت (۸۹/۱۰ درصد) اقدام به کلاس بندی صحیح نمونه‌های مواد خارجی و دانه کاکائو کند. دقت این مدل زمانی که از طول موج‌های بهینه بعنوان ورودی خود استفاده کرد برابر با ۸۶/۹ درصد برای داده‌های کالیراسیون و ۸۱/۲۸ درصد برای داده‌های تست بود. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که برای مجموعه داده‌های این تحقیق در صورت استفاده از طول موج‌های بهینه بعنوان ورودی مدل کلاس بند، بازده کلاس بندی می‌تواند پایدارتر باشد.

کلید واژه‌ها: طیف سنجی مادون قرمز نزدیک، تصویربرداری ابرطیفی، آفلاتوکسین، مواد خارجی، دانه کاکائو