

تاثیر حلال در پیش تغلیظ و اندازه گیری کادمیوم در نمونه های زعفران به روش میکرواستخراج مایع-مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور-

اسپکتروفتومتری UV- Vis

سمیه حیدری^۱

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۱۲

چکیده

در این پژوهش از روش میکرواستخراج مایع- مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور - اسپکتروفتومتری UV- Vis به منظور استخراج و اندازه گیری آلاینده کادمیوم در نمونه های زعفران استفاده شد. اتانول به عنوان حلال پخشی، ۱- آندکانول به عنوان حلال استخراج و استون به عنوان حلال رقیق کننده استفاده گردید. بررسی ها نشان داد که نوع و حجم حلال پخشی، حلال استخراج و حلال رقیق کننده در راندمان استخراج تاثیر به سزایی دارد. تحت شرایط بهینه، حد تشخیص ۰/۰۰۰۵ میکروگرم بر میلی لیتر به دست آمد. نمونه های زعفران تربت حیدریه، قائنات و باخرز با روش پیشنهادی مورد تجزیه قرار گرفت و درصد بازیابی برای نمونه های زعفران آلوده شده با ۰/۱ میکروگرم بر میلی لیتر از کادمیوم به دست آمد.

واژه های کلیدی: اندازه گیری اسپکتروفتومتری، زعفران، کادمیوم، میکرواستخراج

۱- دانشکده کشاورزی، بخش گیاهان دارویی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه

(*- نویسنده مسئول: Email: so_heydari_83@yahoo.com)

مقدمه

یکی از عوارض جانبی صنعتی شدن، مصرف مواد شیمیایی مختلف به طور عمدی یا اتفاقی توسط انسان می باشد که پیامدهای آن مسمومیت های مختلف است که عمدتاً "بسیار خطرناک و کشنده اند (Dabiri, 1375)". در دهه گذشته ورود آلاینده های فلزات سنگین ناشی از پساب های خانگی، تخلیه محصولات شیمیایی، سموم، حشره کش ها و علف کش ها، تخلیه ی صنعتی، پساب های رادیواکتیو، هیدروکربن های نفتی و رنگی به محیط زیست، به مقدار زیادی افزایش یافته است که به عنوان یک خطر جدی به شمار می آیند. آب و هوا دریافت کننده نهایی این فلزات هستند و از طریق این دو منبع، این گونه آلاینده های بسیار سمی و خطرناک سبب آلودگی گیاهان و حیوانات می شوند. (Ballantyne et al., 1994). در حال حاضر آلودگی عمومی به فلزات سنگین رو به افزایش بوده و به دنبال آن تجمع این فلزات در گیاهان و حیوانات علاوه بر آسیب های جدی بر سلامت این موجودات مصرف فرآورده های آنها را برای مصرف کننده نهایی یعنی انسان مخاطره آمیز کرده است (Shuklasr, 2005; Lie et al., 1990). در نتیجه یکی از دلایل اصلی مواجه انسان به فلزات سنگین مسیر Soil- crop- food است (Fu et al, 2008). تقریباً تمام فلزات سنگین در بدن اثرات زیان بار بر جای می گذارند اما برخی از این عناصر مانند سرب کادمیوم و جیوه حتی در مقادیر ناچیز نیز برای انسان سمی و خطرناکند و باعث مشکلات مختلفی مانند تخریب کلیه مشکلات ریوی و صدمات استخوانی سرطان و غیره می گردند (Zazouli et al., 2010). فلز سنگین کادمیوم جزو آن دسته از عناصری است که وجودش در مواد غذایی و محیط به عنوان عامل مخاطره انگیز مورد توجه زیاد پژوهشگران قرار گرفته است. نیمه عمر کادمیوم در بدن ۱۰ تا ۳۰ سال است و این نیمه عمر زیاد سبب شده است تا کادمیوم مستعدترین فلز برای تجمع در بدن باشد (Feriberg et al., 1986). کادمیوم از طریق هوا، لجن های فاضلابی و کودهای فسفاته وارد زنجیره مواد غذایی می شود (Gilman et al., 1980).

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus L.*) از خانواده زنبق، گیاهی علفی، چند ساله، بدون ساقه و کور مدار است. زعفران در طب سنتی به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد و از عصاره و فرآورده های آن به عنوان ضداسپاسم، کمک به هضم طبیعی غذا، تسکین دهنده ناراحتی های لثه، ضد آبریزش، آرام بخش، ضد نفخ، افزایش تعریق، خلط آور، مقوی معده و محرک تمایلات جنسی استفاده می شود (Rios et al., 1996). همچنین عصاره کلاله و گلبرگ زعفران اثر ضدالتهابی، ضددردی و ضدافسردگی در مدل های حیوانی از خود نشان داده است (Karimi et al., 2002; Hosseinzadeh et al., 2001) با توجه به آلودگی آب و هوا به فلز سنگین کادمیوم و استفاده از کودهای شیمیایی توسط کشاورزان، این آلاینده یکی از مهم ترین آلاینده های زعفران است و به دلیل مصارف خوراکی و دارویی فراوان زعفران، به عنوان خطری جدی برای سلامت انسان به شمار می رود. به همین علت اندازه گیری کادمیوم در نمونه های زعفران اهمیت بسیار زیادی دارد.

در سال های گذشته با وجود پیشرفت در زمینه تجهیزات تجزیه ای با کارایی بالا برای تعیین مقدار نهایی آنالیت، تأمین یک نمونه استخراج شده مناسب برای تعیین مقدار دستگاهی لازم می باشد. زیرا بیشتر تجهیزات دستگاهی قادر نیستند بافت پیچیده نمونه را به طور مستقیم تحمل کرده و باید مرحله آماده سازی نمونه قبل از اندازه گیری به وسیله این دستگاهها انجام شود. معمولاً آماده سازی نمونه به منظور پیش تغلیظ آنالیت برای دستیابی به حد تشخیص پایین-

تر، رفع مزاحمت‌ها، تبدیل آنالیت به فرم‌های دیگر و مناسب ساختن آن برای جداسازی و تشخیص و تأمین یک روش قوی و تکرار پذیر که نسبت به بافت حساس نباشد انجام می‌شود. فناوری‌های گوناگونی بدین منظور به کار گرفته شده است که در برخی همانند استخراج مایع-مایع، زمان استخراج طولانی و در برخی دیگر مانند روش استخراج برگشتی با حلال و جاذب کربن فعال نیاز به مصرف زیاد حلال آلی و حجم بالایی از نمونه می‌باشد (Harak et al., 2007). به علت اشکال‌های گفته شده، فناوری‌های آماده سازی نمونه که مقدرهای کمی حلال به کار می‌برند و قابلیت اتوماسیون و استفاده در محل را داشته باشند اهمیت بیشتری می‌یابند. بر این مبنا در سال‌های اخیر روش‌های میکرواستخراج که در آنها حجم فاز استخراجی بسیار کمتر از نمونه است مورد توجه قرار گرفته است (Lord et al., 2000; Pawliszyn et al., 2003; Arthur et al., 1990). در این پژوهش از روش میکرواستخراج مایع-مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور که روشی نوین برای آماده سازی و پیش تغلیظ نمونه است (Rezaei et al., 2006; Mirzaei et al., 2011; Dadfarnia et al., 2009; Dadfarnia et al., 2008) و اسپکتروفوتومتری UV-Vis به منظور جداسازی و اندازه‌گیری فلز سنگین کادمیوم جهت تعیین میزان آلودگی زعفران استفاده و اثر نوع و حجم حلال‌های مورد استفاده در این روش استخراج، بررسی شد. مصرف حلال آلی کم در حد میکرولیتر، راندمان بالا، زمان استخراج کم و به حداقل رساندن اثرات بافتی از جمله مزایای این روش استخراج و نیز سرعت، ارزانی و آنالیز آسان در طیف سنجی UV-Vis نسبت به روش‌های آنالیز کروماتوگرافی، از مزایای این روش اندازه‌گیری است.

مواد و روش‌ها

استانداردها و واکنش‌گرها

کلیه حلال‌ها و معرف‌های شیمیایی به کار گرفته شده در این پژوهش، فرآورده شرکت مرک آلمان و بدون آماده سازی بعدی به کار گرفته شدند. محلول آبی استاندارد کادمیوم با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر با حل کردن مقدار مناسب سولفات کادمیوم در آب مقطر دو بار تقطیر تهیه شد. از رقیق کردن محلول مادر، محلول‌های روزانه تهیه می‌شد. دیتیزون از شرکت مرک خریداری و به‌عنوان عامل کمپلکس دهنده برای کادمیوم مورد استفاده قرار گرفت. محلول دیتیزون با غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با حل کردن مقدار مناسب دیتیزون در استن تهیه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال به دور از نور نگهداری شد. از رقیق کردن این محلول، محلول‌های روزانه تهیه می‌شد. ۱- آندکانول از شرکت مرک خریداری و به‌عنوان حلال استخراج مورد استفاده قرار گرفت. محلول‌های HCl و NaOH برای تنظیم pH با حل کردن مقادیر مناسب HCl و NaOH در آب دو بار تقطیر تهیه شدند. کلاله زعفران خشک مربوط به تربت حیدریه، قائنات و باخرز در استان خراسان خریداری شدند.

دستگاه‌ها و ابزار

برای اندازه‌گیری میزان جذب محلول‌ها از یک اسپکتروفوتومتر (مدل JENWAY 6300) مجهز به میکروسول کوارتز که حداقل جذب را دارد، استفاده شد. برای برداشتن نمونه پیش تغلیظ شده و تزریق به میکروسول دستگاه اسپکتروفوتومتر، از یک میکروسرنج ۱۰ میکرولیتری هامیلتون استفاده گردید. مقادیر pH با استفاده از pH متر (مدل NANO Technic) اندازه‌گیری شد. برای توزین از یک ترازوی تجزیه‌ای سارتوریوس ساخت کشور آلمان استفاده

گردید. جداسازی فاز استخراج با استفاده از سانتریفیوژ انجام شد.

استخراج کادمیوم به روش میکرواستخراج مایع - مایع پخشی مبتنی بر جامدسازی قطره شناورآلی
 استخراج کادمیوم توسط روش میکرو استخراج مایع - مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور در فاز آبی انجام شد. بعداز تعیین شرایط بهینه، ۲۰۰ میکرولیتر از ۱- آندکانول به عنوان فاز استخراج، ۰/۵ میلی لیتر از اتانول به- عنوان فاز پخشی و ۱ پی پی ام از دی فنیل تیوکاربازون (دیتیزون) به عنوان عامل کمپلکس دهنده به طور کامل در بشر کوچکی بهم زده شد. مجموع سه ترکیب با سرنگی، سریعاً به ۱۰ میلی لیتر نمونه حاوی آنالیت تزریق می گردد.

محلول ابری شکل تشکیل و استخراج انجام شد. همزمان چهار لوله آزمایش برای تست شرایط بهینه استخراج مورد استفاده قرار گرفت که سه تا از این لوله های آزمایش حاوی نمونه و لوله چهارم حاوی آب مقطر است. کلیه عملیات روی محتوای هر چهار لوله آزمایش صورت گرفت. محتوای استخراجی لوله آزمایش چهارم به عنوان شاهد در تعیین جذب آنالیت مدنظر است. بعداز تشکیل حالت ابری، نمونه ها به مدت شش دقیقه با سرعت ۳۵۰۰-۴۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شده، بعد از انجام سانتریفیوژ، در هر چهار لوله آزمایشی فاز استخراجی معلق در سطح لوله ها مشاهده گردید. سپس لوله های آزمایش به منظور استحکام قطره در حمام یخ قرار داده شد. پس از منجمد شدن حلال استخراج، به آسانی قطره ی استخراجی با اسپاتول برداشته شده و پس از ذوب شدن با دقت و تماماً با استفاده از میکروسرنگ به میکروسول کوارتز دستگاه تزریق شد. سپس فاز استخراجی تا حجم ۲۵۰ میکرولیتر با استن رقیق سازی شده و اندازه گیری ها انجام شد. قبل از اندازه گیری جذب آنالیت، دستگاه طیفسنج کالیبره شده و در حضور محتوای استخراج لوله آزمایش چهارم به عنوان شاهد، جذب آنالیت در ناحیه مورد نظر اندازه گیری گردید. این اندازه- گیری برای هر سه لوله آزمایشی انجام شد. با توجه به نتایج آزمایش و محاسبه انحراف استاندارد، دقت کار آزمایش گزارش گردید.

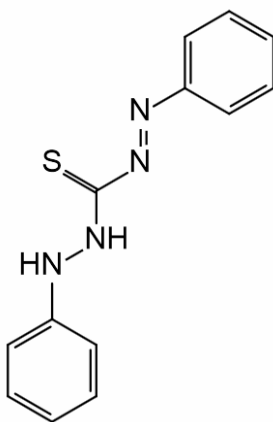
نتایج و بحث

میکرواستخراج مایع - مایع پخشی در واقع شاخه ای از استخراج مایع - مایع معمولی می باشد که در جهت کاهش مصرف حلال آلی مضر برای اولین بار توسط اسدی و همکارانش در سال ۲۰۰۶ معرفی شده است. اما انتخاب حلال استخراج در این تکنیک کاربرد روش را تا حدی محدود می سازد. زیرا چگالی حلال باید از آب بیشتر بوده که این گونه حلال ها اغلب برای اندازه گیری در دستگاه های HPLC و ICP مناسب نبوده و سمیت فراوان دارند. این معایب به- وسیله توسعه میکرواستخراج مایع - مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور از بین برده شده است. این تکنیک میکرواستخراج روشی مفید در استخراج یون های فلزی می باشد. همچنین نمونه استخراجی می تواند با اسپکتروفتومتر UV-Vis مجهز به میکروسول مورد اندازه گیری قرار گیرد. در این روش، دو فاز بافت نمونه و فاز استخراجی وجود دارد که در طی میکرواستخراج، یون های فلزی موجود در نمونه به داخل حلال استخراجی استخراج و تغلیظ می شوند. به طور کلی در روش میکرو استخراج مایع - مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور سه جزء حلال آبی، حلال آلی و حلال پاشنده به گونه ای با هم مخلوط می شوند که حلال آلی استخراج کننده به صورت قطرات ریز در بین لایه های حلال آبی پخش شود. از جمله مزایای این روش مصرف کم حلال آلی در حد میکرولیتر، راندمان

بالا، زمان استخراج کوتاه و به حداقل رساندن اثرات بافتی می‌باشد.

آندکانول‌ها به علت فراریت کم، حلالیت پایین در آب و نقطه ذوب نزدیک به دمای اطاق ($15-13^{\circ}C$) به‌عنوان حلال استخراج استفاده می‌شوند. یون آنالیت به کمک عامل کمپلکس دهنده‌ای که داخل فاز استخراجی قرار دارد به کمپلکسی با آبگریزی کافی برای ماندن در فاز استخراجی تبدیل می‌شود. مخلوط بهینه از عامل کمپلکس دهنده، حلال پخششی و حلال جامدسازی به صورت تونلی به محلول نمونه تزریق شده و استخراج انجام می‌شود. پس از سانتریفیوژ، فاز استخراجی به صورت معلق در سطح محلول نمونه قرار دارد. با انتقال لوله‌های محتوی نمونه به ظرف یخ، فاز استخراجی جامدسازی شده و سپس با اسپاتول به ویال‌های شیشه‌ای منتقل می‌شود. در فرایند میکرواستخراج با حلال، استخراج به‌طور کامل انجام نمی‌شود و فقط کسر کوچکی از نمونه به داخل فاز استخراج کننده منتقل شده و پس از گذشت مدت زمانی، یا رسیدن به تعادل غلظت نمونه در فاز استخراج کننده به بیشترین مقدار خود می‌رسد (Metwanki et al., 2005). در این پژوهش از این روش برای پیش تغلیظ و جداسازی یون‌های کادمیوم در نمونه زعفران که یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زعفران می‌باشد استفاده شد. ۱- آندکانول به عنوان حلال استخراج و دی فنیل تیوکاربازون (دیتیزون) به‌عنوان عامل کمپلکس دهنده انتخاب گردید. دیتیزون با داشتن گروه‌های آزا و هیدروسولفید با فلزات واسطه همچون کادمیوم اندرکنش داده و کمپلکس‌های رنگی ایجاد می‌کند (شکل ۱).

پس از کمپلکسه شدن کادمیوم با دیتیزون، آنالیت به فاز استخراج منتقل و سپس اندازه‌گیری به روش طیف‌سنج UV-Vis صورت گرفت. عوامل مؤثر بر استخراج یون‌های کادمیوم از قبیل حجم حلال استخراج کننده، نوع و حجم حلال پخششی، نوع حلال رقیق کننده و اثر pH بهینه و مورد مطالعه قرار گرفت. سپس از این روش تحت شرایط بهینه، برای تعیین مقدار آلاینده کادمیوم در نمونه‌های آبی زعفران استفاده شد.



شکل ۱- ساختار دیتیزون

Fig. 1- Structure of dithizone

مطالعه طیف جذبی کمپلکس

در این تحقیق، اسپکتروفتومتری UV-Vis به منظور انجام اندازه گیری های کمی استفاده شد. برای تعیین طول موج ماکزیمم جذب، طیف جذبی کمپلکس کادمیوم- دیتیزون در pH برابر با ۶ و در ۰/۵ میلی لیتر اتانول به عنوان حلال پخشی، ۱۰۰ میکرو لیتر ۱- آندکانول به عنوان حلال استخراج و استن به عنوان حلال رقیق کننده در ناحیه ۷۰۰-۳۵۰ نانومتر گرفته شد و بیشترین جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر مشاهده گردید. بنابراین این طول موج برای اندازه گیری ها انتخاب شد.

اثر نوع حلال استخراج کننده

در روش میکرو استخراج مایع - مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور، حلال استخراج کننده یکی از مهمترین عوامل است که نقش مهمی برای رسیدن به بازیابی و گزینش پذیری خوب گونه های مورد آنالیز را دارد. حلال استخراج کننده باید امتزاج پذیری کمی با فاز آبی (محلول نمونه) داشته باشد و تشکیل یک سیستم دو فاز (محلول کلوئیدی با قطرات بسیار ریز) پایدار در حضور حلال پخشی، در هنگام تزریق به محلول آبی را بدهد. امتزاج پذیری با حلال پخشی داشته و پتانسیل استخراج آنالیت را دارا باشد. همچنین حلال استخراج در ناحیه طول موج جذب آنالیت نباید هیچ جذبی داشته باشد. این حلال باید دارای فراریت کم و نقطه ذوب نزدیک به دمای اطاق (C° ۱۳-۱۵) باشد. بر این اساس آندیکانول ها با دارا بودن این خواص بهترین حلال استخراج در روش میکرواستخراج مایع - مایع پخشی مبتنی بر قطره شناور آلی تجمعی می باشند. در این پژوهش از ۱- آندکانول به علت حساسیت بالا، پایداری، حلالیت پایین در آب، فشار بخار کم و قیمت مناسب به عنوان حلال استخراج استفاده شد.

اثر نوع حلال پخشی

در میکرواستخراج مایع- مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور حلال پخشی باید با هر دو فاز آلی (حلال استخراج کننده) و فاز آبی (محلول نمونه) امتزاج پذیر باشد. همچنین باید بتواند کشش سطحی حلال استخراج کننده را کم و آن را به صورت قطرات ریز در فاز آبی پراکنده کند تا مساحت سطح بیشتری برای تماس حلال استخراج کننده و محلول نمونه فراهم کند و بدین ترتیب انتقال ترکیبات هدف از فاز آبی به فاز آلی افزایش یابد. سمیت و قیمت حلال نیز از فاکتورهای مورد نظر در انتخاب یک حلال مناسب هستند. به منظور بررسی اثر نوع حلال پخشی، حلال های اتانول، استونیتریل و استون بررسی و میزان جذب محلول مورد مطالعه قرار گرفت. همان طور که در جدول (۱) مشاهده می شود حلال پخشی اتانول بالاترین جذب را دارا بوده و بهترین حلال به منظور استخراج یون- های کادمیوم می باشد.

جدول ۱- اثر نوع حلال پخشی بر جذب محلول

Table 1- Effect of type of the disperser solvent on the absorbance of solution

	اتانول Ethanol	استن Acetone	استونیتریل Acetonitrile
۱- آندکانول 1- undecanol	0.36±0.05	0.25±0.06	0.21±0.05

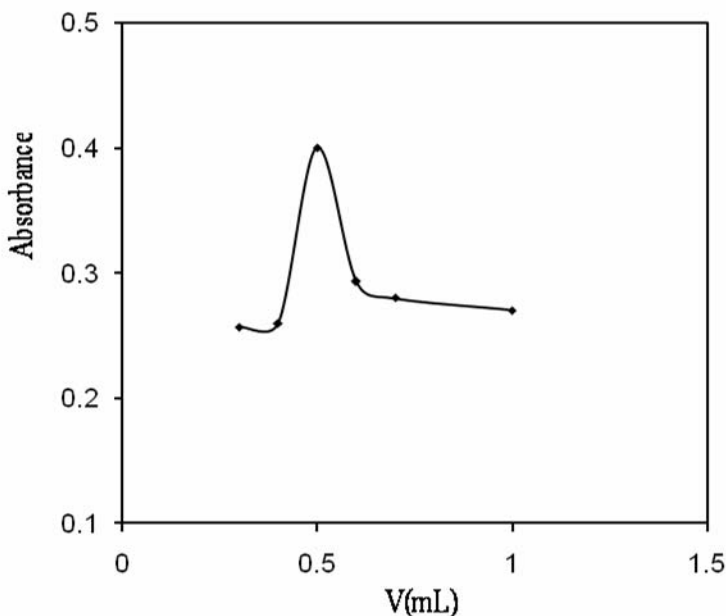
اثر حجم حلال پخششی

اثر حجم اتانول در دامنه ۳۰۰-۱۰۰۰ میکرولیتر روی راندمان استخراج کادمیوم با غلظت ۰/۵ میکروگرم بر میلی-لیتر و دیتیزون با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر با ۱۰۰ میکرولیتر ۱- آندیکانول به عنوان حلال استخراج در pH برابر با ۶ مورد مطالعه قرار گرفت. همان طور که جدول و شکل ۲ نشان می دهد، در ۰/۵ میلی لیتر اتانول، مقدار جذب به بیشترین حد رسید. بنابراین ۰/۵ میلی لیتر اتانول به عنوان حجم بهینه حلال پخششی در استخراج یون های کادمیوم انتخاب شد.

جدول ۲- اثر حجم حلال پخششی بر جذب محلول کادمیوم

Table 2-Effect of volume of the disperser solvent on the absorbance of cadmium solution

حجم (میلی-لیتر) Volume (mL)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0
جذب absorbance	0.25±0.06	0.26±0.05	0.40±0.05	0.29±0.06	0.28±0.04	0.27±0.05



شکل ۲- بهینه سازی حجم حلال پخششی اتانول

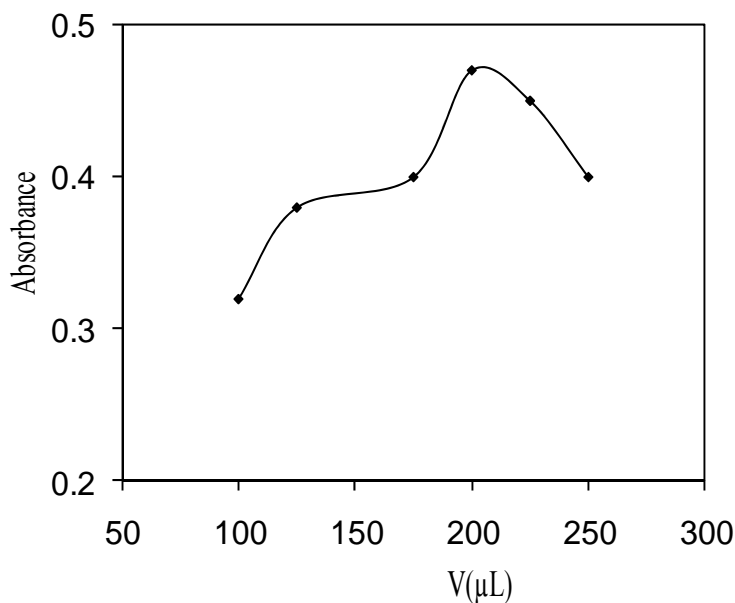
Fig. 1- Optimization of volume of disperser solvent, ethanol

اثر حجم ۱- آندکانول

حجم ۱- آندکانول بر روی استخراج کادمیوم تأثیر زیادی دارد. در این بررسی اثر حجم ۱- آندیکانول در دامنه ۲۵۰-۱۰۰ میکرولیتر روی راندمان استخراج کادمیوم با غلظت ۰/۵ میکروگرم بر میلی لیتر و دیتیزون با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر با ۰/۵ میلی لیتر اتانول در pH برابر با ۶ مورد مطالعه قرار گرفت. همان طور که شکل و جدول (۳) نشان می دهد، با افزایش حجم ۱- آندیکانول تا ۲۰۰ میکرولیتر بازده استخراج برای کادمیوم افزایش یافت. پس از آن (حجم بیشتر از ۲۰۰ میکرولیتر) افزایش حجم ۱- آندیکانول باعث کاهش بازده استخراج شد. در حجم های بالاتر، ذرات فاز آلی (۱- آندیکانول) افزایش یافته و نسبت بین ۱- آندیکانول و اتانول افزایش و در نتیجه کاهش راندمان استخراج مشاهده می شود.

اثر pH

در استخراج یون های فلزی، ضریب استخراج کمپلکس فلزی تا حد زیادی به pH سیستم بستگی دارد (Zhao et al, 2005). بنابراین به منظور بدست آوردن ضریب تغلیظ بالا، اثر pH بر روی استخراج و پیش تغلیظ یون های کادمیوم با غلظت ۰/۵ میکروگرم بر میلی لیتر و دیتیزون با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر در دامنه pH ۳ تا ۱۱ با ۱۰۰ میکرولیتر ۱- آندیکانول به عنوان حلال استخراج و ۰/۵ میلی لیتر اتانول به عنوان حلال پخشی بررسی گردید. در تنظیم pH محلول از محلول های HNO₃ و NaOH خالص استفاده شد. همان طور که جدول و شکل ۴ نشان می دهد، در pH ۹ راندمان استخراج بالاترین مقدار را داشته و میزان جذب به بیشترین حد می رسد.



شکل ۳- بهینه سازی حجم حلال استخراج ۱- آندیکانول

Fig. 3- Optimization of volume of the extraction solvent, 1- undecanol

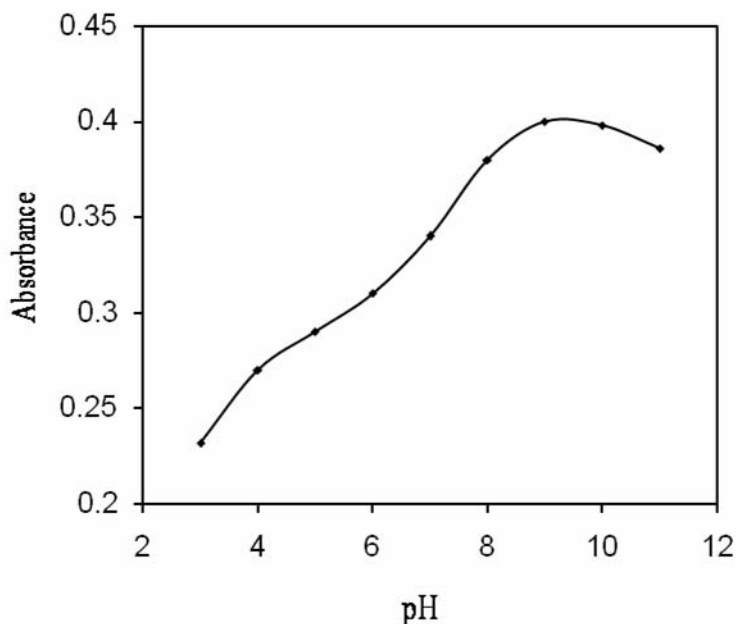
جدول ۳- اثر حجم حلال استخراج بر جذب محلول کادمیوم

Table 3- Effect of volume of the extraction solvent on the absorbance of cadmium solution

حجم (میکرو لیتر) Volume (μL)	100	125	175	200	225	250
جذب absorbance	0.32±0.06	0.38±0.05	0.40±0.05	0.47±0.06	0.45±0.04	0.40±0.05

اثر نوع حلال رقیق کننده

به منظور اندازه گیری غلظت کادمیوم، فاز استخراج پس از انجام عملیات پیش تغلیظ، جداسازی شده و به میکروسول دستگاه اسپکتروفتومتر منتقل و به منظور یکسان بودن حجم نمونه های تزریقی به دستگاه، با استفاده از حلال مناسب حجم نمونه ها تا ۲۵۰ میکرو لیتر رقیق سازی شد. در آزمایشات برخی حلال های معمول مانند اتانول و استون به عنوان حلال رقیق کننده بررسی گردید. نتایج نشان داد که استون بهترین حلال برای رقیق سازی فاز استخراجی می باشد. همچنین بررسی ها حاکی از این بود که استون حساسیت بالایی برای تعیین اسپکتروفتومتری کادمیوم ایجاد می کند.



شکل ۴- اثر pH روی جذب کادمیوم

Fig. 4- Effect of pH on the absorbance of cadmium

جدول ۴- اثر PH بر جذب محلول کادمیوم

Table 4-Effect of PH on the absorbance of cadmium solution

پی اچ pH	3	4	5	6	7
جذب Absorbance	0.24±0.04	0.27±0.05	0.29±0.04	0.31±0.05	0.34±0.05
پی اچ pH	8	9	10	11	
جذب absorbance	0.38±0.04	0.41±0.05	0.40±0.03	0.39±0.05	

منحنی کالیبراسیون

پس از بهینه سازی فاکتورهای موثر بر استخراج یون های کادمیوم، منحنی کالیبراسیون برای محلول های استاندارد کادمیوم در شرایط بهینه مورد مطالعه قرار گرفت. همان طور که نتایج جدول ۵ نشان می دهد منحنی کالیبراسیون در دامنه ۰/۰۱-۰/۵ میکروگرم بر میلی لیتر خطی است. معادله منحنی کالیبراسیون $y = 0.1597x + 0.3901$ بوده و ضریب خطی آن ۰/۹۹۴۸ است که y برابر با جذب و x غلظت محلول کادمیوم می باشد. حد تشخیص روش که سه برابر انحراف استاندارد محلول شاهد تقسیم بر شیب منحنی کالیبراسیون است برابر با ۰/۰۰۰۵ میکروگرم بر میلی لیتر به دست آمد که نشان دهنده حساسیت بالای روش در اندازه گیری یون های کادمیوم می باشد.

جدول ۵- شاخص های تجزیه ای روش

Table 5- Figures of merit of the proposed method

محدوده خطی (میکروگرم بر میلی لیتر) Linear range ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0.5-0.001
ضریب خطی Correlation of coefficient	0.9948
حد تشخیص (میکروگرم بر میلی لیتر) Detection limit ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0.0005

اندازه گیری کادمیوم در نمونه های زعفران

به منظور نشان دادن کارایی روش، از نمونه زعفران جهت استخراج و اندازه گیری یون های کادمیوم استفاده گردید. این فلز سنگین یکی از مهم ترین و خطرناک ترین آلاینده های زعفران است که به دلیل خاصیت تجمعی در دراز مدت سبب بروز بیماری های مهلک در انسان می شود. بنابراین اندازه گیری این آلاینده در زعفران از اهمیت زیادی برخوردار است.

۰/۱۲۵ گرم از نمونه خشک شده زعفران کاملاً ساییده شده در یک ارلن با ۲۵۰ میلی لیتر آب مخلوط و به مدت یک ساعت به شدت هم زده شد. ۲۵ میلی لیتر از این محلول برداشته و به حجم ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شد. سپس غلظت مشخصی از کادمیوم به نمونه زعفران آماده شده اضافه و pH محلول زعفران به ۹ رسانده شد. داخل هر لوله آزمایش ۱۰ میلی لیتر از این نمونه زعفران ریخته شده و استخراج و اندازه گیری در شرایط بهینه انجام شد (شکل ۵). همان طور که در جدول ۶ دیده می شود راندمان استخراج بالا بوده و روش از کارایی خوبی برای پیش تغلیظ و اندازه گیری آلاینده کادمیوم در نمونه زعفران برخوردار است.



شکل ۵- اندازه گیری جذب نمونه زعفران با اسپکتروفوتومتر

Fig. 5- Measuring of the absorbance of saffron sample by spectrophotometer

جدول ۶- نتایج تجزیه ای برای اندازه گیری کادمیوم در نمونه های زعفران

Table 6- Analytical results for determination of cadmium in saffron samples

نمونه زعفران Saffron samples	غلظت کادمیوم تزریق شده (میکروگرم بر میلی لیتر) Spiked ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	غلظت کادمیوم به دست آمده (میکروگرم بر میلی لیتر) Found ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	درصد خطا RSD (%)	بازدهی Recovery (%)
زعفران تربت حیدریه Saffron of Torbat Heydarieh	1×10^{-1}	$1.02 \times 10^{-1} \pm 0.04$	2	%103
زعفران قائنات Saffron of Ghaen	1×10^{-1}	$1.03 \times 10^{-1} \pm 0.05$	3	%102
زعفران باخرز saffron of Bakharz	1×10^{-1}	$1.05 \times 10^{-1} \pm 0.07$	5	%105

نتیجه گیری

روش میکرواستخراج مایع- مایع پخشی بر پایه جامد شدن قطره آلی شناور - اسپکتروفتومتری UV- Vis روشی سریع، ارزان، ساده با دقت خوب و تکرار پذیری مناسب برای اندازه گیری کادمیوم در نمونه های زعفران است که از حجم بسیار ناچیز حلال جهت استخراج استفاده شده است.

بنابراین آلودگی محیط زیست این روش بسیار کم است. نوع و حجم حلال های پخشی، استخراج و رقیق کننده تأثیر بسزایی در راندمان استخراج دارد. بنابراین به منظور به دست آوردن بهترین راندمان، باید این عوامل بهینه گردند. تحت شرایط بهینه، منحنی کالیبراسیون در دامنه ۰/۰۰۱-۰/۵ میکروگرم بر میلی لیتر خطی بوده و حد تشخیص روش ۰/۰۰۰۵ میکروگرم بر میلی لیتر است. نمونه های زعفران مناطق مختلف با روش پیشنهادی تحت شرایط بهینه مورد تجزیه قرار گرفت و درصد بازیابی بسیار خوبی با خطای کم محاسبه شد. به عنوان یک نتیجه کلی، این روش قابلیت خوبی در تعیین مقدار بسیار ناچیز کادمیوم در نمونه های زعفران دارد.

منابع

1. Dabiri, M. 1375. Environmental pollution (air, soil, water, noise). Tehran: Alliance Publishing 58-160.
2. Ballantyne, B., Marrs T.C., and Syverson T. 1994. General applied toxicology. Second edition. New York, Groves Dictionaries inc 210-212.
3. Shuklasr, p. 2005. Adsorption of Cu, Ni, and Zn on modified jute fibers. Bioresource Technology 6: 1430-38.
4. Lie, G.C., Lin, H.T., and Lai, C.S. 1990. Investigation of the heavy metal content in soil and rice at the fields irrigated by the waste water of cadmium stearate manufactory. Proceeding of the 2nd Workshop of Soil Pollution Prevention; National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
5. Fu, J., Zhou, Q., Liu, J., Liu, W., Wang, T., and Zhang, Q. 2008. High levels of heavy metals in rice from a typical e-Waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere 71: 1269-75.
6. Zazouli, M.A., Bandpei, A.M., Maleki, A., Saberian, M., and Izanloo, H. 2010. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. Asia Journal of Chemistry 22(2): 1387-93.
7. Feriberg, L., Nordbery, G.F and Wouk, V.B. 1986. Hand book on toxicology of metal. Amsterdam: Elsevier 2: 130- 184, 158- 210, 298- 354.
8. Gilman, A.G., Goodman, L.S., and Rall, TW. 1980. Heavy metal and heavy metal antagonist. In the pharmacology basic of therapeutics. 7th edition. Mamilan 2: 1605-1625.
9. Rios, JL., Recio, M.C., Giner, R.M., and Manez, S. 1996. An update review of saffron and its active constituents. Phytotherapy Research 10: 189- 93.

10. Karimi, G., Hosseinzadeh, H., and Khaleghpanah P. 2001. Study of antidepressant effect of aqueous and ethanolic extract of *Crocus sativus* in mice. *Irn. J. Basic Medical Science* 4: 11-15.
11. Hosseinzadeh, H., and Younesi, H. 2002. Petal and stigma extracts of *Crocus sativus* L. have antinociceptive and anti-inflammatory effects in mice. *BMC Pharmacology* 2-7.
12. Harak T., Kellner V., Ulk, J., Jurkova, M., and ejka, P. 2007. Determination of Some Beer Flavors by Stir Bar Sorptive Extraction and Solvent Back Extraction, *Journal of the Institute of brewing* 113 (2): 154-158.
13. Lord, H., and Pawliszyn, J. 2000. Evolution of Solid Phase Microextraction Thechnology, *Journal of Chromatography* 855: 153- 193.
14. Pawliszyn, J., 2003. Sample Preparation Quo Vadis, *Analytical Chemistry* 75: 2543.
15. Belord, R.G. and Pawliszyn, J.1989. The Application of Chemically Modified Fused Silica Fibers in the Extraction of Organics from Water Matrix Samples and Their Rapid Transfer to Capillary Columns, *Water Pollutant Research Journal Canadian* 24: 179- 189.
16. Arthur, L.C., and Pawliszyn, J. 1990. Solid Phase Microextraction with Thermal Desorption Using Fused Silica Optical Fibers, *Analytical Chemistry* 69: 2145.
17. Rezaei, M., Assadi, Y., Milani Hosseini, M.R., Aghae, E., Ahmadi, F and Berijani, S. 2006. Determination of organic compounds in water using dispersive liquid-liquid microextraction, *Journal of Chromatography* 1116: 1-9.
18. Mirzaei, M., Behzadi, M., Mahmoud Abadi, N., and Beizaei, A. 2011. Simultaneous separation/preconcentration of ultra-trace heavy metals in industrial wastewaters by dispersive liquid-liquid microextraction based on solidification of floating organic drop prior to determination by graphite furnace atomic absorption spectrometry, [Journal of Hazardous Materials](#) 186: 1739-1743.
19. Dadfarnia, S., Haji Shabani A.M and E. Kamranzadeh. 2009. Separation/preconcentration and determination of cadmium ions by solidification of floating organic drop microextraction and FI-AAS, *Talanta Journal* 79: 1061-1065.
20. Dadfarnia, S., Salmanzadeh, A.M and Hajishabani A. M. 2008. A novel separation/preconcentration system based on solidification of floating organic drop microextraction for determination of lead by graphite furnace atomic absorption spectrometry, *Analytica Chimica Acta* 623: 163-167.
21. Metwanki, M.B., Hsu, W., and Huang, S. 2005. Determination of Clentuterol in Urine Using Headspace Solid Phase Microextraction or Liquid- Liquid- Liquid Microextraction, *Analytica Chimica Acta* 552: 67.
22. Zhao, H., Xia, S.Q., and Ma, P.S. 2005. Use of ionic liquids as green solvents for extractions. *J. Chem. Technol. Biotechnology* 80: 1089- 1996.

Effect of solvent in preconcentration and determination of cadmium in saffron samples by dispersive liquid- liquid microextraction based on solidification of floating organic drop- UV- Vis spectrophotometry

S. Heydari¹

Submitted: 31.04.2013

Accepted: 3.08.2013

Abstract

In this study, dispersive liquid- liquid microextraction based on solidification of floating organic drop- UV- Vis spectrophotometry is used for the extraction and determination of cadmium in saffron samples. Ethanol as the disperser solvent, 1- undecanol as the extractant solvent and acetone as dilution solvent were used. The studies showed that the type and volume of disperser solvent, extractant solvent and dilution solvent has a significant effect in the extraction efficiency. Under the optimal conditions, detection limit of $0.0005 \mu\text{g.mL}^{-1}$ was obtained. The procedure was applied to saffron samples of Torbate heydariyeh, Ghaenat and Bakharz and the recovery percent for the saffron samples contaminated with $0.1 \mu\text{g/mL}$ of cadmium was obtained.

Keywords: Cadmium, Microextraction, Saffron, Spectrophotometric determination

1- Department of Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat-e Heydariyeh, Torbat-e Heydariyeh, Iran.

(*- Corresponding author Email: so_heydari_83@yahoo)

راهنمای نگارش مقاله در نشریه « زراعت و فناوری زعفران »

نشریه "زراعت و فناوری زعفران" توسط دانشگاه تربت حیدریه و پژوهشکده زعفران با همکاری و مشارکت انجمن گیاهان دارویی ایران به صورت فصلنامه منتشر می شود. بر این اساس نشریه در زمینه های مختلف زعفران اقدام به پذیرش مقالات حاصل از مطالعات و پژوهش های اصیل و مطالعات کاربردی در خصوص زراعت و فناوری های زعفران که به زبان فارسی نوشته شده و به هیچ نشریه ای برای چاپ فرستاده و یا انتشار نیافته باشند، می نماید.

زمینه های مقالات مورد پذیرش:

- کشاورزی و علوم پایه

- علوم و صنایع دارویی و پزشکی

- زیست فناوری، ژنتیک و اصلاح نباتات

- فرآوری، صنایع غذایی و بیوشیمی

- اقتصاد و بازاریابی

- سایر موارد مرتبط با زعفران

راهنمای تهیه مقالات

- با توجه به این که هدف نشریه " زراعت و فناوری زعفران " پیوستن به فهرست نشریات ISI می باشد، نگارندگان لازم است در تهیه و نگارش مقاله موارد زیر را رعایت نمایند.
- تعداد صفحات مقاله حداکثر ۱۵ صفحه تعیین شده است.

متن مقاله روی کاغذ A4 با فاصله ۱/۵ بین خطوط و دو و نیم سانتی متر از حاشیه ها و با نرم افزار MS-Word (2003) با قلم زر اندازه ۱۲ تایپ شود و شکل ها و جداول نیز به همین نرم افزار منتقل شوند.
- عناوین شکل ها و جداول به دو زبان فارسی و انگلیسی در نرم افزار MS-Word (2003) و مجزا از شکل با قلم بی زر (B Zar) و اندازه ۱۰ با فاصله خط ۱ نوشته شوند. کلیه شکل ها و جداول بدون کادر باشند.

- کلیه واحدهای اندازه گیری براساس سیستم متریک باشند.
کلیه سطرهای متن مقاله بصورت ادامه دار (Continuous) شماره گذاری (Line numbering) شوند.

- مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، سپاسگزاری و فهرست منابع کاملاً تفکیک و محتوای آنها متناسب با عنوان هر قسمت باشد.

عنوان مقاله کوتاه و معرف کامل موضوع تحقیق بوده، حداکثر ۲۰ کلمه و با قلم بی زر (B Zar) اندازه ۱۴ نوشته شود.

صفحه مشخصات مقاله شامل موارد: عنوان مقاله، مشخصات نویسنده یا نویسندگان شامل نام و نام خانوادگی، درجه علمی (استادیار، استاد و ...)، آدرس پستی و الکترونیکی، تلفن تماس، نام نویسنده مسئول به زبان فارسی و سپس عنوان انگلیسی مقاله، نام و نام خانوادگی، درجه علمی (Assistant prof., ... Professor) و آدرس نویسندگان به زبان انگلیسی نوشته شوند (بدون شماره صفحه).

- **در صفحه نخست** عنوان مقاله به فارسی، چکیده مقاله و کلمات کلیدی (بدون ذکر نام نویسندگان) آورده شوند.

- **چکیده** حداکثر ۲۵۰ کلمه و در یک پاراگراف نوشته شود.

- **کلمات کلیدی** در انتهای چکیده و حداکثر شش کلمه آورده شوند. کلمات کلیدی در عنوان مقاله وجود نداشته باشند.

- **در متن مقاله** نحوه رجوع به منابع بصورت اسم نویسنده (نویسندگان) و تاریخ انتشار منبع باشد. در ارجاع به منابع باید تا حد ممکن از نام بردن افراد در شروع جمله خودداری و منابع در انتهای جمله و در پرانتز ارائه شوند مانند:
(Mohamadi, 2007).

برای جداسازی منابع در انتهای جمله از ";" استفاده می‌شود

مثال: محققان دیگر نیز نتایج به دست آمده را تأیید می‌کنند (Valdrighi et al., 1996; Tattini et al., 1991; Vaughan & Malcom, 1985).

- چنانچه در شروع جمله به منبعی استناد شود به صورت نام (سال) نوشته شود و اسامی فارسی نیز باید به لاتین و سال شمسی به میلادی برگردان شوند. نحوه ارجاع به منابع دارای یک نگارنده، دو نگارنده و چند نگارنده که در ابتدای جمله قرار گیرند به ترتیب زیر انجام گیرد:

مثال: آياس و گالسِر (Ayas & Gulser, 2005) گزارش کردند که هورمون سبب افزایش رشد می‌شود.

- **جداول و شکل‌ها:** در تنظیم جداول از خطوط افقی و عمودی استفاده نشود مگر در بالا و پایین سطر اول جدول و پایین آخرین سطر آن. هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط باشد. ترجمه انگلیسی عنوان و زیر عنوان‌ها ی جداول در زیر نوشته فارسی آنها درج شوند. محتوای

جداول (اعداد) تنها به انگلیسی نوشته شوند. شکلها کاملا انگلیسی تنظیم گردند. بطور کلی اطلاعات شکل ها و جداول قابل استفاده برای خوانندگان انگلیسی زبان باشد.

مانند مثال های زیر:

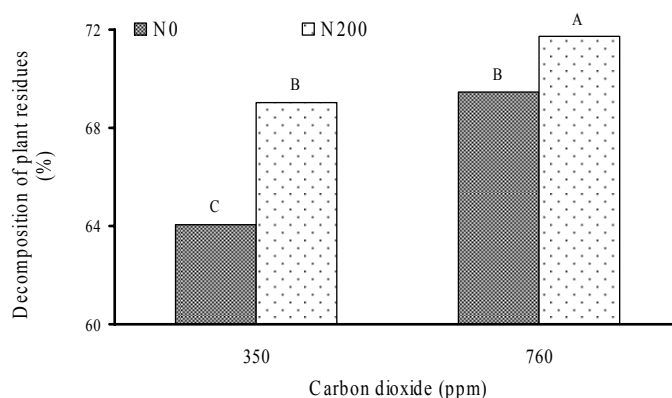
جدول ۲- نهاده های مصرف شده در سال اول مزرعه زعفران

Table 2- Consumed inputs during the first year in saffron fields

نوع نهاده Type of inputs	میزان مصرف (کیلوگرم در هکتار) Consumption (kg.ha ⁻¹)
کورم های مصرفی Consumed corms	3000
اوره Urea	100
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate	100
کود دامی Animal manure	32000
آب آبیاری مصرف شده Consumed irrigation water	3000 (m ³)*

* به علت این که کشاورزان از آب قنات برای آبیاری استفاده می کنند و میزان دبی آب مشخص نبود، لذا میزان آب آبیاری جهت زراعت زعفران در یک سال معادل ۳۰۰۰ متر مکعب در نظر گرفته شده است (Mahdavi, 1999).

- Because farmers are mainly using Qanat water for irrigation, with unspecified discharge, in this region, thus annual applied water for saffron cultivation was considered equal to 3000 m³ (Mahdavi, 1999).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی اکسیدکربن (ppm) و نیتروژن (kg) بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک آهکی

Fig. 1- Interaction effects of CO₂ pp^m and N fertilizer kg (Urea) on decomposition of plant residues in calcareous soil

- صفحه آخر شامل عنوان مقاله، چکیده انگلیسی و کلمات کلیدی همگی به زبان انگلیسی بوده و از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود. چکیده انگلیسی برگردان کامل چکیده فارسی باشد.

فهرست منابع:

الف- کلیه منابع فارسی و انگلیسی به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازه ۱۲ در فهرست منابع نوشته شوند. در نوشتن لیست منابع در قسمت فرمت Hanging اندازه ۰/۵ انتخاب گردد.
ب- کلیه منابع فارسی به زبان انگلیسی برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن خلاصه انگلیسی (In Persian with English Summary) و در صورت نداشتن خلاصه انگلیسی داخل پرانتز (In Persian) نوشته شود.

ج- در نوشتن منابع، اسامی مجلات بصورت کامل نوشته شوند.

د- در صورتی که در نوشتن منابع مقاله از برنامه EndNote استفاده می‌شود، در قسمت Bibliography style نوع Agri Ecosys Enviro انتخاب گردد.

مثال‌هایی از نحوه نوشتن فهرست منابع در ذیل آمده است:

۱- مجلات:

Elfstrand, S., Bath, B., and Martensson, A. 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. *Applied Soil Ecology* 36(1):70-82.

۲- کتاب تالیف شده:

Pretty, J. 1995. *Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance*. Earthscan Publications Limited, London.

۳- مقاله یا یک فصل از کتاب تدوین شده (Edited book):

Ison, R. 2008. Systems thinking and practice for action research. In P. Reason and H. Bradbury (eds). *Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practice*. Sage Publications, London. p. 139-158.

۴- مقاله در نشریه برخط (On-line):

Flora, C.B. 2004. Agricultural change and rural development. *Rural Development News* 27(3):1-3. Available at Web site <http://www.ag.iastate.edu/centers/rdev/newsletter/Vol27No3-2004/agchange.htm> (verified 5 September 2000).

۵- مقاله یا نوشته از اینترنت مربوط به یک دانشگاه یا سازمان دولتی همراه با نام نویسنده:

Watson, R.T., Zinyowera, M.C., and Moss, R.H. 2006. *IPCC Special Report on The Regional Impacts of Climate Change. An Assessment of Vulnerability*. Intergovernmental Panel on

Climate Change. Available at Web site <http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/index.htm> (verified 5 September 2007).

۶- مقاله یا نوشته از اینترنت مربوط به یک دانشگاه یا اداره دولتی بدون نام نویسنده:

Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. The FAOSTAT Database. Available at Web site <http://faostat.fao.org/default.aspx> (verified 5 September 2007).

۷- رساله‌های تحصیلی:

Jahan, M. 2008. Agroecological aspects of corn (*Zea mays* L.) symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria under ecological and conventional cropping systems. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).

۸- کنفرانس‌های علمی:

Verschwele, A. 2007. Reducing weed infestation in winter wheat by sowing technique. In Seventh EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Salem, Germany, 11-14 March 2007, p. 91-96.

۹- گزارش‌های علمی:

Pretty, J. and Hine, R. 2001. Reducing Food Poverty with Sustainable Agriculture: A Summary of New Evidence. Final report from the 'SAFE World' Research Project, University of Essex. Available at

<http://www2.essex.ac.uk/ces/ResearchProgrammes/SAFEWexecsummfinalreport.htm> (accessed 22 February 2007).

NJF. 2005. NJF-Seminare 369. Organic farming for a new millennium – status and future challenges. Nordic Association of Agricultural Scientists, NJP Report Volume 1, No. 1. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp. p. 252-256.

California Department of Food and Agriculture. 2004. State organic crop and acreage report. Available at Web site: www.cdffa.ca.gov/is/i&c/docs/2004stateData.pdf (verified October 2005).

۱۰- نرم افزارهای کامپیوتری:

SAS Institute. 1999. SAS/Stat User's Guide, Version 8.0. SAS Institute, Cary, NC.

Systat. 2004. Systat Version 11. Systat Software, London, UK.

- از کلیه محققان، پژوهشگران و دانشجویان که مایل به چاپ مقاله در این نشریه می‌باشند، تقاضا می‌شود مقالات خود را با مشخصات فوق تهیه و از طریق ایمیل نیز سایت نشریه به نشانی <http://saffron.torbath.ac.ir> ارسال نمایند:

isisaffron@gmail.com isisaffron@torbath.ac.ir

آدرس: خراسان رضوی - شهرستان تربت حیدریه - کیلومتر ۷ محور تربت حیدریه- مشهد، دانشگاه تربت حیدریه، دفتر نشریه زراعت و فناوری زعفران.

<http://www.torbath.ac.ir>

تلفن: ۰۲۲۹۹۶۰۲-۴ - ۰۵۳۱ داخلی ۱۷۷ - فکس: ۰۲۲۹۹۶۰۱ - ۰۵۳۱

Saffron Agronomy and Technology

Volume 1 No. 1, 2013

- Research on production of saffron in Iran: Past trend and future prospects** 21
Koocheki, A.
- Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.)** 39
Hassanzadeh Aval F., P. Rezvani Moghaddam, M. Bannayan Aval and R. Khorasani
- Bioinformatic analysis of saffron (*Crocus sativus* L.) stigma EST sequences to determining functional genome orientation and gene network** 54
Aliakbari M., R. Shamloo-Dashtpajardi and E. Ebrahimie
- The effects of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year** 70
Rezvani Moghaddam, P., A. Koocheki, A. Molafilabi and M. Seyyedi,
- Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Kashmar plain using GIS** 95
Alavi Zadeh, S. A. M., A. Monazzam Esmaeelpour and M. Hosseinzadeh Kermani
- Effect of solvent in preconcentration and determination of cadmium in saffron sample by dispersive liquid- liquid micro extraction based on solidification of floating organic drop- UV- Vis spectrophotometry** 109
Heydari S.