نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال چهاردهم، شماره ۵۳، بهار ۱۳۹۸ / صفحات: ۲۹-۱۶

بررسی محتوی متابولیتی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف علف‌هرز مهاجم نیلوفر پیچ (*Ipomoea tricolor* Cav.) در مزارع گنبد کاووس

عالیه سیدی[۱]، ابراهیم غلامعلی پورعلمداری[۲*]، حسین صبوری[۲]، زینب اورسجی[۲]، عباس بیابانی[۲]

[۱]شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران.

[۲]گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

تاریخ دریافت : ۹۷/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۱۶

چکیده

هدف از این آزمایش، ارزیابی محتوی متابولیتی (اولیه و ثانویه) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ نظیر ساقه، برگ و میوه به‌علاوه مخلوطی از آن‌ها بود. ابتدا علف‌هرز مورد بررسی در مرحله میوه‌دهی جمع‌آوری و به‌تفکیک اندام جدا گردید. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف نیلوفر پیچ به روش DPPH مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که مخلوطی از اندام‌های علف‌هرز نیلوفر پیچ و سپس برگ از بیشترین مقدار فنل کل برخوردار بودند. در مورد آنتوسیانین‌ها، بیشترین مقدار آن‌ها به برگ اختصاص داشت. در حالی‌که ساقه از کمترین میزان هر دوی متابولیت‌های ثانویه برخوردار بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که بیشترین میزان قندهای محلول و پرولین به اندام برگ اختصاص داشت. ضرایب همبستگی داده‌ها نشان داد که میزان آنتوسیانین‌ها در اندام‌های مختلف نیلوفر پیچ رابطه مثبت و معنی‌داری با قندهای محلول و اسید آمینه پرولین داشتند. مطابق نتایج، با افزایش میزان متابولیت ثانویه آنتوسیانین‌ها در اندام‌های مختلف، میزان نشاسته و پروتئین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. مقایسه میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف نیلوفر پیچ نشان داد که برگ و میوه به‌ترتیب از بیشترین و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مهار رادیکال‌های آزاد برخوردار بودند. با توجه به تاثیرگذاری نوع اندام علف هرز نیلوفر پیچ بر کمیت محتوی متابولیتی به‌ویژه ترکیبات ثانویه نظیر فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها به همراه فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاید بتوان این گیاه بخصوص اندام برگ را به‌عنوان کاندیدی قابل تامل برای تجزیه اکسیداتیو رادیکال‌های آزاد، بهبود ارزش تغذیه‌ای غذا و یا علف‌کش‌ها با منشاء طبیعی با توجه به زیست توده بالا معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین‌ها، اندام برگ، تجزیه اکسیداتیو، روش DPPH، فنل کل

مقدمه

گیاه نیلوفر پیچ یا نیلوفر وحشی با نام علمی *Ipomoea* spp.، گیاهی یک‌ساله علفی و با تیپ رویشی رونده از خانواده Convolvulaceae است. این علف‌هرز رقیب محصولات یک‌ساله از جمله پنبه، سویا و آفتابگردان می‌باشد (Bryson and Defelice, 2010). به‌طورکلی ۱۵-۱۰ درصد از کل خسارت منابع مختلف به محصولات کشاورزی در کشورهای توسعه یافته مربوط به علف‌های هرز است که این میزان در کشورهای در حال توسعه و مناطق استوایی بیشتر است (Rashed Mohassel et al., 2001). از علل کاهش عملکرد در گیاهان زراعی ناشی از اثر رقابت با علف‌هرز، آللوپاتی (دگرآسیبی)

*نویسنده مسئول: eg.alamdari@gmail.com

و یا هر دو است (Swatnon et al., 1994). بعضی از گیاهان جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان دیگر را با تولید ترکیبات دگرآسیب شیمیایی (Allelochemicals) سمی مهار می‌کنند (Olofsdotter and Navarez, 1998). آللوکمیکال‌ها متابولیت‌های ثانویه‌ای‌اند که نقش مهمی در فرآیندهای زیستی گیاه شامل تولید مثل، رقابت و حفاظت در برابر علفخواران بازی می‌کند (Cary and Wink, 1994). تنوع ساخت ترکیبات ثانویه در نمونه‌های گیاهی بیش‌تر تحت تاثیر سه عامل مهم خزانه ژنتیکی منحصر به فرد هر گونه، تنوع ترکیبات در اندام‌های مختلف، مراحل تکاملی و رشد گیاه و سپس تغییرات محیطی است (Friedman et al., 2005). نتایج محققین نشان می‌دهد که نوع اندام مورد استفاده می‌تواند تاثیر شگرفی بر میزان متابولیت‌ها به ویژه ثانویه داشته باشد. هم‌چنین در تحقیقات متعددی گزارش شده است که اندام‌های مختلف خانواده پیچک از میزان نسبتاً مناسبی از متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات فنلی و اسانسی برخوردار می‌باشند، اما تحقیقات چندانی در رابطه با گونه هرز مهاجم نیلوفر پیچ وجود ندارد. در این رابطه Zeinali و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی فیتوشیمیایی گیاه باریجه گزارش نمودند که بیشترین و کمترین میزان فنل کل به‌ترتیب به اندام ریشه و برگ اختصاص داشت. Bystricka و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که غلظت و تنوع پلی‌فنل‌ها در اندام‌های گیاه، به گونه، نوع اندام و مرحلهٔ رشد گیاه بستگی دارد. همچنین Afshar Mohammadian و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی برخی از متابولیت‌های ثانویه دارویی و آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف عطر پایزی (*Dittrichia graveolens*) گزارش نمودند که میزان فنل کل و فلاونوئیدها در اندام‌های مختلف گیاه متفاوت است، به نحوی که این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به‌طور معنی‌داری در گل و برگ بیشتر از ساقه و در ساقه بیشتر از ریشه است. مطابق یافته‌ها، میزان فلاونول در گل، برگ و ساقه اختلاف معنی‌داری را با یکدیگرنشان ندادند، کمترین میزان آن در ریشه مشاهده شد. در بررسی Patel و همکاران (۲۰۱۰)، میزان بالای محتوای فلاونوئیدی در عصارهٔ متانولی بافت‌های برگ گیاهان *Kigelia pinnata*، *Gmelina arborea*، *Parthenium hysterophorus*، *Hibiscus cannabinus* و *Calotropis procera* در مقایسه با بافت‌های ساقه مشاهده شد. در آزمایشی که بر روی میزان متابولیت‌های ثانویه و هم‌چنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های هوایی (ساقه، برگ، گل و محور گل) گیاه مرزه سهندی (*Satureja sahendica*) انجام گرفت، به این نتیجه رسیدند که اندام مورد استفاده و عوامل اکولوژیکی نقش انکارناپذیری در میزان متابولیت‌های ثانویه گیاه دارند (Tabatabaei raisi et al., 2007). Mehrpour و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف گیاه دارویی *Ferula assafoetida* در دو رویشگاه طبیعی استان‌های سمنان و خراسان گزارش نمودند که بالاترین میزان ترکیبات فنل و فلاونوئید کل به‌ترتیب در عصاره برگ و ریشه گیاه در استان سمنان به‌دست آمد. هم‌چنین اندام ریشه در خراسان از بالاترین عملکرد آنتی‌اکسیدانی در مهار رادیکال‌های آزاد برخوردار بود. بررسی داده‌ها حاکی از آن است که کیفیت و کمیت ترکیبات شیمیایی و عملکرد آنتی‌اکسیدانی آن‌ها بسته به نوع اندام، تنوع رویشگاهی و سپس روش‌های ارزیابی متفاوت است. Zovko و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی میزان فنل و فلاونوئید کل در اندام‌های مختلف زرشک پرداختند و نشان دادند که میزان ترکیبات فوق در برگ گیاه نسبت به اندام‌های دیگر بیشتر بوده است. نتایج تحقیق سنجش فنل‌ها، تانن‌ها و آلکالوئیدها در اندام‌های برگ، ریشه و ساقه سیاه گینه (*Dendrostellera lessertii*)

نشان داد که همه اندام‌های این گیاه به ویـژه ریشـه و برگ سرشار از این مواد هستند. محتوای فنلی این گیاه بسیار بالا و تانن‌های هیدرولیزی آن از تانن‌های متراکم بیشتر بود. محتوای آلکالوئیدی این گیاه نیز در مقایسه با گیاهان دیگـر بـالا ولـی نسـبت بـه فنـل‌هـا و تـانن هیدرولیزی پـایین‌تر بـود (Dlnoaz Hashimloyan et al., 2015).

علف‌هرز نیلوفر پیچ از علف‌های هرز مهـاجم در مزارع مختلف به‌ویژه سویا می‌باشد کـه در سـال‌های اخیر تغییرات زیستی خود را در ایران از جمله مـزارع استان گلستان طی نموده است. گیاهان هرز بـا توجـه به زیست تـوده بـالا، دارا بـودن متابولیت‌هـای ثانویـه فراوان و متنوع و به‌علاوه فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاید بتـوان بـه‌عنوان کاندیـدی قابـل تامـل بـرای تجزیـه اکسیداتیو رادیکال‌های آزاد، بهبود ارزش تغذیه‌ای غذا و یا علف‌کش‌ها با منشـاء طبیعـی (Bhadoria et al., 2011; Farooq et al., 2011) بکار برد. بنابراین هدف از این تحقیق، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی و سنجش محتوی متابولیتی اندام‌های مختلف علف‌هـرز مهـاجم نیلوفر پیچ در مزارع گنبد کاووس بود.

مواد و روش‌ها

مختصـات جغرافیـایی،آب و هـوایی و فیزیکـی و شیمیایی خاک محل جمع‌آوری نمونه‌هـای گیـاهی: برای این آزمایس، اندام هـوایی گیـاه نیلـوفر پـیچ در مرحله فنولوژیکی میوه‌دهی از دهستان بـاغلی مرامـه، روستای کاکا واقـع در شهرسـتان گنبـد کـاووس، بـا مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی ده ساله در حـدود ۴۱۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گـراد، جمع‌آوری شد. مطابق تجزیـه خـاک، میـزان هـدایت الکتریکی (۱/۲ میلی زیمنس بر سانتی‌متر)، pH (۷/۸)، کربن آلـی (۰/۷۵ درصـد)، نیتـروژن (۰/۱۱ درصـد)، فسفر قابل جذب (۷ پی‌پـی‌ام)، پتاسـیم قابـل جـذب (۱۵۰ پی‌پی‌ام) و بافت خاک (لومی سیلتی) می‌باشد.

شناسایی و آماده سازی نمونه‌های گیاهی: در ابتـــدا نمونه گیاهی نیلوفر پیچ با کمـک فلـور رنگـی ایـران (Ghahreman, 1994) به‌طور دقیق مورد شناسایی قرار گرفت. سپس نمونه گیاهی به‌تفکیک اندام ساقه، برگ و میوه از یکدیگر جدا شد. نمونه دیگری تحت عنوان مخلوط به‌طور مساوی از هر یک از سه انـدام نیـز در نظر گرفته شد. سپس برای برداشـتن گـرد و غبـار بـا آب مقطـر بـه مـدت ۶۰ ثانیـه (جهـت جلـوگیری از آبشویی آللوشیمیایی‌ها) مـورد شستشو قـرار گرفـت. بخشی از نمونه‌های گیاهی به‌صـورت تـازه در تانـک ازت مایع نگهداری شد. مـابقی انـدام‌های علـف‌هـرز نیلوفر پیچ، ابتدا در شرایط سایه نیمه پژمرده و سـپس با کمک آون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا رسـیدن بـه وزن ثابـت خشـک شـدند (Caceres, 2000). نمونه‌ها توسط آسیاب برقی به قطعات بسیار ریز پودر گردیدند و سپس از الک‌هایی با مش ۴۰ (تعداد مربـع و یا ذرات الک در یک اینچ) گذرانده شد. در پایان در کیسـه‌های پلاسـتیکی زیـب دار تـا زمـان اسـتفاده نگهداری شدند. سپس محتوی متابولیت‌های ثانویـه و بعضی از ترکیبات اولیه به‌علاوه فعالیت آنتی‌اکسـیدانی در اندام‌های مورد بررسـی علـف‌هرز نیلـوفر پـیچ در آزمایشـگاه علوم علف‌های هرز و مرکزی دانشـگاه گنبد کاووس در سـال ۱۳۹۶ بـه شـرح ذیـل مـورد سنجش قرار گرفت. با توجه به ارتباط کربوهیدراهای غیر ساختاری با گروه ترکیبات فنلی (Ibrahim et al., 2011) و هم‌چنـین حضـور ازت در سـاختمان اکثـر متابولیت‌ها و مسیر بیوسـنتز ترکیبـات فنلـی از اسـید آمینه‌های آروماتیک (Vogt, 2010). برخی از ترکیبات اولیه در کنار متابولیت‌هـای ثانویـه نظیـر فنـل کـل و آنتوسیانین‌ها مورد سنجش قرار گرفت.

اندازه‌گیری میزان فنل کل بر اساس روش فولین سیوکالتو: ابتدا سوسپانسیون ۱۰ درصد از نمونه خشک اندام‌ها با کمک اتانول داغ ۸۰ درصد تهیه شد. پس از سانتریفیوژ، مخلوط رویی در بن ماری قرار گرفته تا نسبتاً تغلیظ گردد. محلول تغلیظ شده با کمک آب مقطر ابتدا به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس با برداشت ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول حاصل با آب مقطر به حجم ۳ میلی‌لیتر رسید. روی محلول به‌دست آمده ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو ۵۰ درصد و ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد اضافه شد. محلول حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه در بن ماری قرار داده و پس از سرد شدن در طول موج ۶۵۰ نانومتر خوانده شد. میزان فنل کل بر حسب میلی‌گرم معادل گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک نمونه محاسبه شد (Malick and Singh, 1980).

اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها: مقدار ۰/۰۲ گرم از نمونه خشک اندام‌ها با ۴ میلی‌لیتر محلول اسید کلریدریک ۱٪ در متانول ساییده شد. محلول حاصل به‌مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری و سپس سانتریفیوژ گردید. محلول‌های رویی در طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. از محلول اسید کلریدریک ۱٪ متانول به‌عنوان شاهد استفاده گردید. میزان آنتوسیانین‌ها با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید (Mita et al., 1997).

$$A = A_{530} - (0/25 \times A_{657}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

A: طول موج برای جذب محلول حاوی نمونه و اعداد اندیس نشانگر طول موج‌هایی است که جذب در آن‌ها اندازه‌گیری شده است.

اندازه‌گیری میزان قندهای محلول: ۱۰۰ میلی‌گرم از ماده خشک گیاهی را با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد مخلوط و به مدت ۱ هفته برای آزاد سازی قندهای محلول در یخچال نگهداری گردید. بعد از یک هفته، از محلول رویی نمونه، یک میلی‌لیتر برداشته و با آب مقطر به حجم ۲ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به محلول حاصل اضافه و در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد. میزان قندهای محلول نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه با استفاده از منحنی استاندار گلوکز تعیین شد (Kochert, 1978).

اندازه‌گیری میزان پرولین: ۰/۵ گرم ماده تر گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد مخلوط و سپس مخلوط حاصل با کاغذ صافی، صاف گردید. ۲ میلی‌لیتر از مخلوط حاصل را برداشته و به آن ۲ میلی‌لیتر استیک اسید گلاسیال و ۲ میلی‌لیتر اسید ناین هیدرین اضافه شد. سپس برای مدت ۱ ساعت در بن ماری قرار داده و در ادامه چهار میلی‌لیتر تولوئن به محلول حاصل اضافه و برای مدت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه به خوبی تکان داده، به‌طوری‌که لایه رویی زرد رنگ نمایان گردد. در خاتمه فاز فوقانی محلول در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و سپس مقدار پرولین بر حسب میکرو مول بر گرم وزن تر با استفاده منحنی استاندارد پرولین، تعیین شد (Bates et al., 1973).

اندازه‌گیری میزان نشاسته با استفاده از معرف آنترون: ابتدا سوسپانسیون ۱۰ درصد از نمونه خشک اندام‌ها با کمک اتانول داغ ۸۰ درصد تهیه شد. پس از سانتریفیوژ به فاز رسوب حاصل، ۱۵ میلی‌لیتر معرف A (۴ میلی‌گرم کربنات سدیم + ۰/۸ گرم سود + ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه و سپس مجدداً سانتریفیوژ گردید. در ادامه ۶/۵ میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۵۲ درصد و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به فاز رسوب اضافه و متعاقباً در دمای صفر درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در ادامه ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره آن با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس ۴ میلی‌لیتر معرف آنترون (۲۰۰ میلی‌گرم آنترون در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک خیلی سرد) به آن اضافه شد. محلول

حاصل در طول موج ۶۳۰ نانومتر خوانده شد. میزان نشاسته اندام‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه با استفاده از منحنی استاندار گلوکز تعیین شد (Thayumanavan et al., 1982).

اندازه‌گیری میزان پروتئین: ابتدا سوسپانسیون ۱۰ درصد از نمونه خشک اندام‌ها با اتانول داغ ۸۰ درصد تهیه شد. پس از سانتریفیوژ، به فاز رسوب حاصل ۱۵ میلی‌لیتر معرف A (۴ میلی‌گرم کربنات سدیم + ۰/۸ گرم سود+ ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه و سپس سانتریفیوژ گردید. در ادامه ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره نمونه را برداشته و با آب مقطر به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر معرف C که از اختلاط معرف A و B [۱۲۵ میلی‌لیتر سولفات مس ۰/۵ درصد+ ۲۵ میلی‌لیتر پتاسیم سدیم تارتارات ۱ درصد] اضافه شد. در ادامه ۰/۵ میلی‌لیتر معرف D (۱ میلی‌لیتر فولین+ ۱ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه و در طول موج ۶۶۰ نانومتر قرائت شد میزان پروتئین اندام‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه با استفاده از منحنی استاندار (سرم آلبومین گاوی) تعیین شد (Lowry et al., 1951).

اندازه‌گیری میزان ماده آلی و خاکستر: مقدار ۳ گرم از ماده خشک هر یک از اندام گیاهی (W_1) در کروزه چینی ریخته و در کوره الکتریکی به مدت ۵ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌ها پس از سرد شدن، توزین (W_2) و بر اساس روابط ذیل درصد ماده آلی و خاکستر اندام‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (AOAC, 2003).

رابطه (۲)

درصد خاکستر وزن نمونه اولیه = (وزن خاکستر (W_2) /وزن نمونه اولیه (W_1)) × ۱۰۰

رابطه (۳)

درصد ماده آلی (W_1) =۱۰۰– درصد خاکستر (W_2)

تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی: روش ارزیابی میزان مهار رادیکال آزاد -Diphenyl-1 Picrylhydrazyl (DPPH)

در این روش ۳/۹ میلی‌لیتر از DPPH استوک ساخته شده (۰/۰۰۰۴ گرم DPPH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) را داخل لوله آزمایش ریخته و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از هر عصاره را به آن افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده و میزان جذب آن در ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. درصد مهار رادیکال DPPH با استفاده رابطه ذیل محاسبه گردید.

$$I(\%)= 100\times (A0 - As)/A0$$

که A0 جذب کنترل (حاوی همه اجزا واکنشگر بدون نمونه) و As جذب نمونه بود. سپس نتایج به‌صورت IC50 مقداری از آنتی‌اکسیدان که لازم است تا غلظت DPPH به ۵۰ درصد مقدار اولیه برسد) بیان گردید (Brand-Williams et al., 1995).

ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab با نسخه ۱۴ مورد آزمون قرار گرفت. سپس داده‌های غیر نرمال، نرمال گردید. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS با نسخه ۹/۳ و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel انجام شد. برای همبستگی صفات از آزمون پیرسون استفاده گردید.

نتایج

نتایج نشان داد که بین اندام‌های مختلف گیاه نیلوفر پیچ نظیر ساقه، برگ، میوه و مخلوطی از آن‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از لحاظ میزان فنل کل و آنتوسیانین‌ها، قندهای محلول، اسید آمینه پرولین، نشاسته، پروتئین، ماده آلی، خاکستر و فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود داشت. در این مطالعه، ماده آلی و قندهای محلول از کمترین میزان ضریب تغییرات به‌ترتیب ۱/۹۲ و ۵/۷۷ درصد برخوردار بودند. بنابراین می‌توان استنباط نمود میزان دقت

داده‌ها از لحاظ این صفات بیشتر بوده است (جدول ۱).

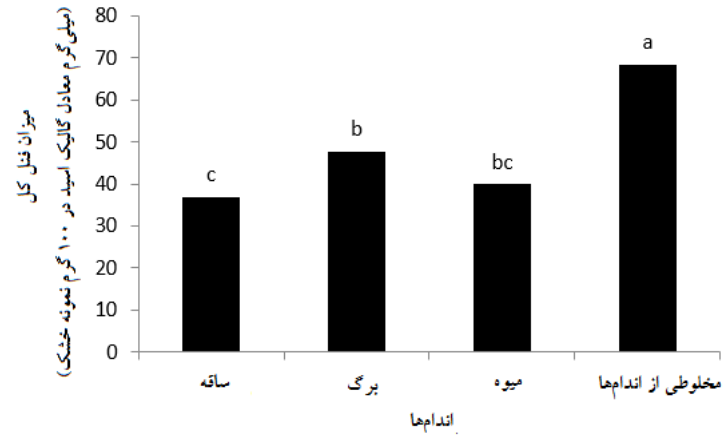
جدول ۱: تجزیه واریانس محتوی متابولیتی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	فنل کل	آنتوسیانین ها	قندهای محلول	پرولین	نشاسته	پروتئین	ماده آلی	خاکستر	فعالیت آنتی اکسیدانی
تیمار	۳	۶۰۵/۰۴**	۲۳۷/۴۰**	۴۸۳/۱۹**	۱۴۹/۲۴**	۴۶۷۶/۰۱**	۳۴۵۵۴/۳۴**	۳۶/۱۹**	۳۶/۱۹**	۱۷۸/۳۷**
خطا	۸	۲۴/۲۲	۵/۸۸	۱۲/۱۰	۲/۷۵	۹۲/۹۱	۶۵۳/۰۰	۲/۹۱	۲/۹۱	۷/۸۳
ضریب‌تغییرات(درصد)		۱۰/۲۱	۲۱/۵۹	۵/۷۷	۱۳/۲۲	۷/۱۲	۶/۱۹	۱/۹۲	۱۵/۰۶	۱۸/۲۷

**: نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون LSD

مقایسه میانگین محتوی متابولیتی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

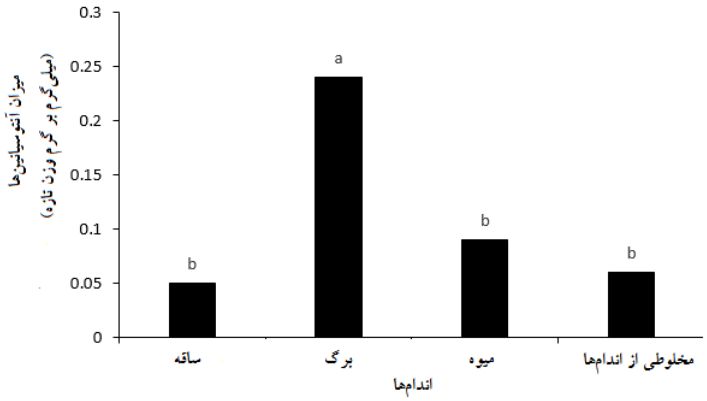
میزان فنل کل: مقایسه میانگین‌ها نشان داد میزان فنل کل به‌طور معنی‌داری در مخلوطی از اندام‌ها (۶۸/۳۸) بیشتر از برگ (۴۷/۶۴) و در برگ بیشتر از میوه (۳۹/۸۵) و ساقه (۳۶/۸۹) بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک بود (شکل ۱). همان‌طوری که از جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان فنل کل تنها با میزان نشاسته و ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد. این در حالی است که فنل کل رابطه غیر معنی‌داری با سایر ترکیبات فیتوشیمیایی نشان داد. این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش میزان متابولیت‌های ثانویه فنل کل و آنتوسیانین‌ها در اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به مراتب افزایش می‌یابد. با توجه به میزان ضریب همبستگی فنل‌ها با نشاسته و ماده آلی در محدوده ۰/۳۰ تا ۰/۶۹، بنابراین این دو متغیر از رابطه متوسطی برخوردار می‌باشند.



شکل ۱: مقایسه میانگین میزان فنل کل اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

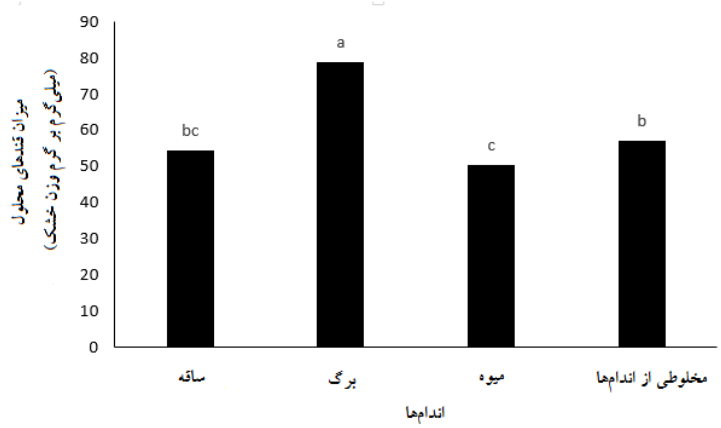
میزان آنتوسیانین‌ها: میزان تغییرات آنتوسیانین‌ها در اندام‌های مختلف بین ۰/۰۵ و ۰/۲۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بود. بیشترین این میزان مربوط به برگ بود. اما کمترین این میزان به ساقه اختصاص داشت که اختلاف آن با میوه و مخلوطی از اندام‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۲). نتایج ضرایب همبستگی بین صفات

فیتوشیمیایی نشان داد که متغیر آنتوسیانین‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری با میزان قندهای محلول و اسید آمینه پرولین در سطح احتمال یک درصد نشان داد، اما یک رابطه منفی و معنی‌داری بین آنتوسیانین‌ها و پروتئین برقرار بود. بررسی ضریب همبستگی بین آنتوسیانین‌ها و درصد مهار رادیکال‌های آزاد در اندام‌های مختلف نیلوفر پیچ و مخلوطی از آن‌ها بیانگر این بود که دو متغیر با یکدیگر در ارتباط بودند و ضریب همبستگی پیرسون برابر (r= 0.61*) بود. (جدول ۲). با توجه به ضریب همبستگی مثبت آنتوسیانین‌ها با قندهای محلول و پرولین در محدوده بالاتر از ۰/۷۰، بنابراین این دو متغیرها از رابطه قوی برخوردار می‌باشند.



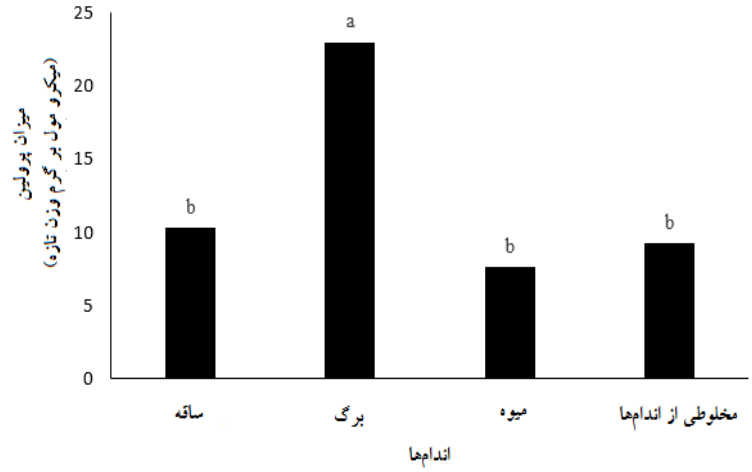
شکل ۲: مقایسه میانگین میزان آنتوسیانین‌های اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

میزان قندهای محلول: نتایج نشان داد که اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ از نظر میزان قندهای محلول تنوع متفاوتی داشتند. بیشترین این میزان مربوط به اندام برگ معادل ۷۸/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن نمونه خشک بود. اندام میوه با میزان ۵۰/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک از کمترین مقدار برخوردار بود (شکل ۳). بر اساس نتایج، میزان قندهای محلول در علف‌هرز نیلوفر پیچ با آنتوسیانین‌ها، پرولین و ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. اما این همبستگی با پروتئین و خاکستر منفی و معنی‌داری بود. همبستگی قندهای محلول با سایر ترکیبات شیمیایی غیر معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به رابطه مثبت قندهای محلول با میزان متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های علف‌هرز نیلوفر پیچ، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اندامی از گیاه نیلوفر پیچ که دارای میزان قندهای محلول بیشتر هستند، به مراتب از متابولیت‌های ثانویه بیشتر به‌ویژه آنتوسیانین‌ها و به دنبال آن از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری برخوردارند.



شکل ۳: مقایسه میانگین میزان قندهای محلول اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

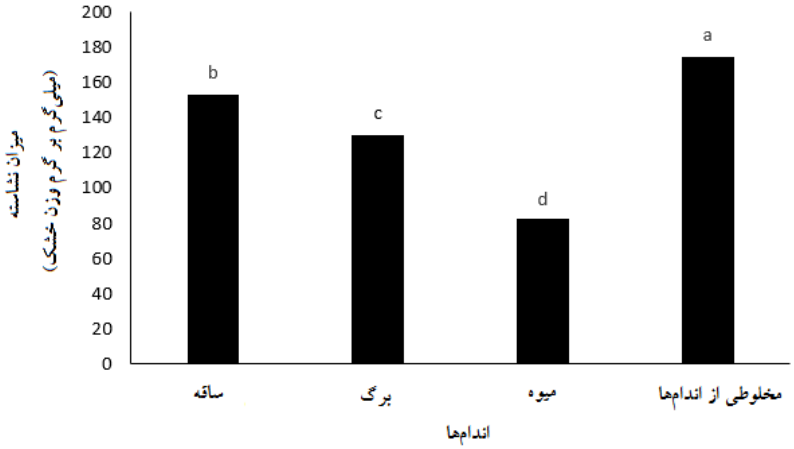
میزان اسید آمینه پرولین: نتایج نشان داد که میزان پرولین در برگ به میزان ۲۳ میکرو مول بر گرم وزن نمونه تر با اختلاف معنی‌داری بیش از سایر اندام‌ها و مخلوطی از اندام‌ها بود. اما کمترین این میزان به میوه معادل ۷/۶۲ میکرومول بر گرم وزن نمونه تر اختصاص داشت که اختلاف آن با ساقه و مخلوطی از اندام‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۴). نتایج این مطالعه نشان داد که متغیر پرولین همبستگی مثبت و معنی‌داری با میزان آنتوسیانین‌ها، قندهای محلول و ماده آلی نشان داد. دو متغیر پرولین و قندهای محلول ارتباط مثبت قوی‌تری را نشان دادند (r= 0.96**). اما رابطه منفی و معنی‌داری بین میزان پرولین با خاکستر خام و پروتئین برقرار بود. در مقابل رابطه معنی‌داری بین این صفت با سایر صفات شیمیایی مشاهده نشد (جدول ۲).



شکل ٤: مقایسه میانگین میزان پرولین اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

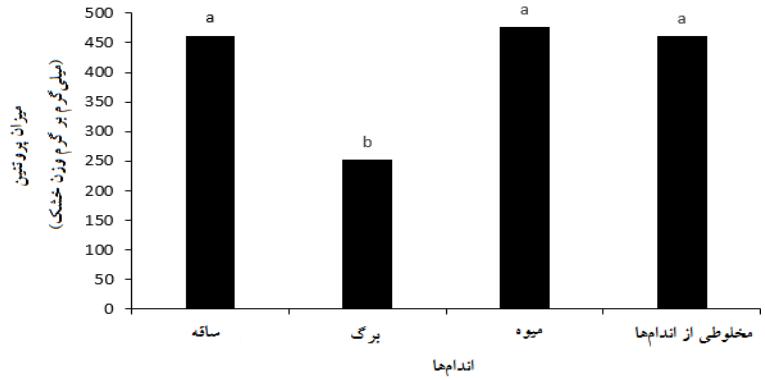
میزان نشاسته: بر اساس نتایج، مخلوطی از اندام‌ها از بیشترین میزان معنی‌دار نشاسته معادل ۱۷۴/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک علف‌هرز نیلوفر پیچ برخوردار بود. اما کمترین این میزان مربوط به اندام میوه (۸۲/۸۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود (شکل ۵). مقادیر ضرایب همبستگی پیرسون بین میزان نشاسته در علف‌هرز نیلوفر پیچ با سایر ترکیبات شیمیایی نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری

بین میزان نشاسته با فنل کل (r= 0.61*) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (r= 0.65*) وجود داشت. این میزان از همبستگی نشان‌دهنده رابطه متوسط بین این متغیرهای مورد بررسی بود. هم‌چنین همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری بین این صفت با قندهای محلول، اسید آمینه پرولین، پروتئین و ماده آلی برقرار بود. در مقابل میزان نشاسته رابطه منفی و غیر معنی‌داری را با متابولیت ثانویه آنتوسیانین‌ها نشان داد (جدول ۲).



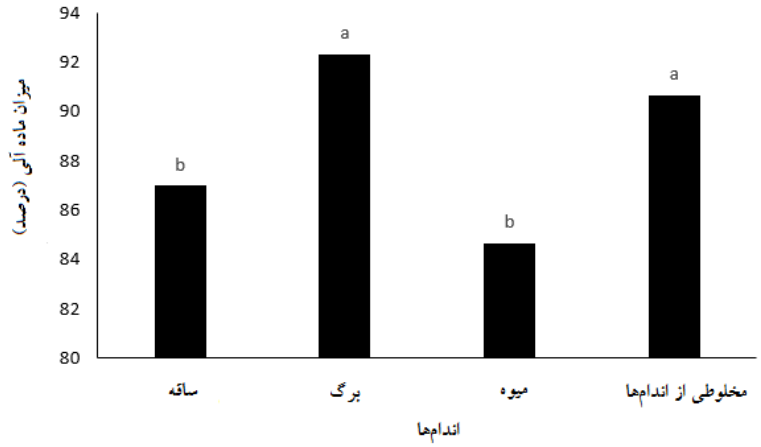
شکل ۵: مقایسه میانگین میزان نشاسته اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

میزان پروتئین: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین اندام‌های ساقه، میوه و مخلوطی از اندام‌ها از نظر میزان پروتئین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. میزان تغییرات پروتئین در این سه اندام بین ۲۵۱/۸۸ و ۴۷۵/۸۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه بود (شکل ۶). از بین صفات شیمیایی، مقدار پروتئین با آنتوسیانین‌ها، قندهای محلول، پرولین همبستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد. مطابق جدول ۲، بیشترین ضریب همبستگی منفی بین پروتئین با قندهای محلول و پرولین مورد مشاهده قرار گرفت (r=0.96**). با توجه به این ضرایب همبستگی می‌توان استنباط نمود که بین پروتئین با متابولیت ثانویه آنتوسیانین و به‌علاوه اسمولیت‌های قندهای محلول و پرولین در اندام‌های نیلوفر پیچ و مخلوطی از آن‌ها یک رابطه قوی منفی وجود دارد که با افزایش یکی از این پارامترها، دیگری به شدت کاهش می‌یابد. هم‌چنین میزان پروتئین یک رابطه مثبت ولی غیر معنی‌داری با نشاسته و فنل کل نشان داد.



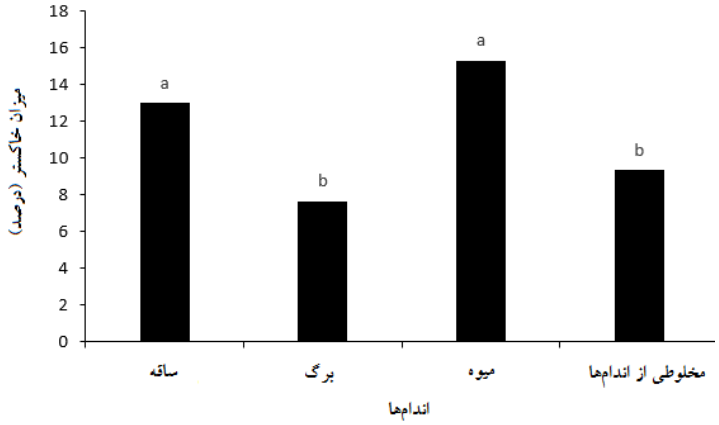
شکل ٦: مقایسه میانگین میزان پروتئین اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

میزان ماده آلی: مقایسه مقادیر ماده آلی در اندام‌های ساقه، برگ، میوه و مخلوطی از آن‌ها نشان داد که میزان آن به‌طور معنی‌داری در برگ و سپس مخلوطی از سه اندام مورد بررسی بیشتر از ساقه و در ساقه بیشتر از میوه بود (شکل ۷). تجزیه ضرایب همبستگی ترکیبات شیمیایی موجود در علف‌هرز نیلوفر پیچ نشان داد که ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری با فنل کل، قندهای محلول اسید آمینه، پرولین و پروتئین نشان داد. هم‌چنین همبستگی مثبتی بین ماده آلی با میزان آنتوسیانین‌ها و نشاسته وجود داشت، اما این رابطه معنی‌دار نبود. در مقابل رابطه منفی و معنی‌داری بین ماده آلی با خاکستر وجود داشت (جدول ۲).



شکل ۷: مقایسه میانگین میزان ماده آلی اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

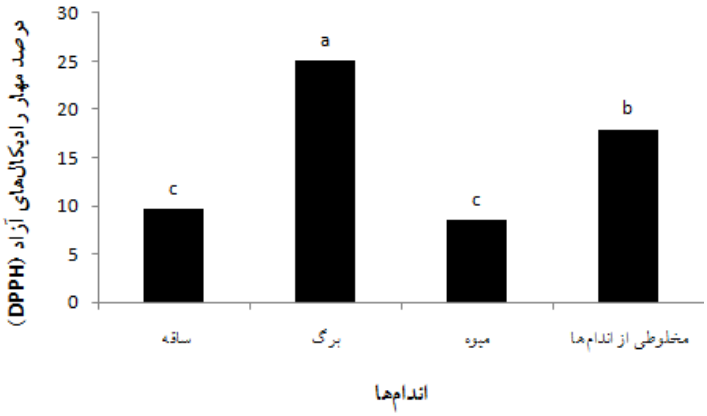
میزان خاکستر: نتایج این تحقیق نشان داد که در بین اندام‌های مختلف، بیشترین میزان خاکستر در میوه با میزان ۱۵/۳۳ درصد تولید شده و اختلاف معنی‌داری بین میوه و ساقه وجود ندارد. در مقابل کمترین میزان معنی‌دار در برگ و مخلوطی از سه اندام به‌ترتیب ۷/۶۶ و ۹/۳۴ درصد درصد مشاهده شد (شکل ۸). نتایج ضرایب همبستگی داده‌ها نشان داد که رابطه منفی و معنی‌داری بین میزان خاکستر با صفات فنل کل، آنتوسیانین‌ها، قندهای محلول، پرولین، نشاسته، پروتئین و ماده آلی وجود داشت. هم‌چنین همبستگی مثبت ضعیفی بین خاکستر با فعالیت آنتی‌اکسیدانی برقرار بود (جدول ۲).



شکل ۸: مقایسه میانگین میزان خاکستر اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

میزان تغییرات درصد مهار رادیکال‌های آزاد اندام‌های ساقه، برگ و میوه نیلوفر پیچ به‌همراه مخلوطی از آن‌ها در دامنه‌ای بین ۲۵/۰۳ و ۸/۵۸ درصد بود. بیشترین مقدار به اندام برگ اختصاص داشت. در مقابل اندام میوه از کمترین مقدار برخوردار بود که اختلاف آن با اندام ساقه معنی‌دار نبود (شکل ۹). نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان متابولیت ثانویه آنتوسیانین‌ها با مهار رادیکال‌های آزاد در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. فنل‌ها نیز همبستگی مثبتی با مهار رادیکال‌های آزاد نشان دادند، اما این رابطه معنی‌دار نبود. مطابق نتایج، بین مهار رادیکال‌ها و سایر صفات، رابطه مثبت و یا منفی وجود داشت (جدول ۲).



شکل ۹: مقایسه میانگین درصد مهار رادیکال‌های آزاد اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*)

بحث

نتایج حاصل از تحلیل میزان ترکیبات ثانویه در اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ نشان داد که مخلوطی از اندام‌ها و سپس برگ از بیشترین مقدار فنل کل برخوردار بودند. در مورد آنتوسیانین‌ها، بیشترین مقدار نیز به برگ اختصاص داشت. با توجه به این‌که برگ مهمترین منبع برای فتوسنتز گیاهان و سپس سنتز متابولیت‌های ثانویه که حاصل از فرآورده‌های فرعی فتوسنتز است، این امر دور از انتظار نیست. Henríquez و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که اندام‌های مختلف گیاه پتانسیل زیستی مختلفی از نظر تولید ترکیبات فنلی دارند. Banerjee و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که محتوی ترکیبات فنلی ارقام و اندام‌های مختلف گیاهان متفاوت است. این محققان هم‌چنین اعلام نمودند که بیشترین مقادیر ترکیبات فنلی در بین اندام‌های مختلف هوایی (برگ و ساقه) و زیرزمینی (ریشه) مربوط به برگ بود. بررسی‌ها نشان داد که میزان فنل‌های کل می‌تواند به‌عنوان شاخصی سودمند برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نظر گرفته شود (Teow et al., 2007). Javanmardi و همکاران (۲۰۰۳) همبستگی بین خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کل اسیدهای فنولیک در ریحان را مثبت ارزیابی نمودند. Omidi و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که مواد غنی از فنل‌ها می‌توانند در تجزیه اکسیداتیو چربی‌ها مؤثر بوده و کیفیت و ارزش تغذیه‌ای غذا را بهبود بخشند. همان‌طوری‌که نتایج ضرایب همبستگی داده‌ها نشان داد میزان آنتوسیانین‌ها رابطه مثبت و بسیار معنی‌داری

با میزان قندهای محلول و پرولین نشان دادند. طی تحقیقی گزارش شده است که افزایش در تولید کربوهیدرات‌های غیرساختاری می‌تواند منجر به افزایش تولید فنولیک‌ها و فلاونوئیدها (فرم گلیکوزیده آن‌ها آنتوسیانین‌ها) در گیاه شود. بر اساس این گزارش، افزایش در قندهای محلول دلیل افزایش محتوی فلاونوئیدها در گیاه پیاز ذکر شده است (Ibrahim et al., 2011). مطابق نتایج، دو متغیر فنل کل و پروتئین اندام‌های مختلف نیلوفر پیچ دارای ضریب همبستگی مثبت ولی غیر معنی‌داری بودند. با توجه به حضور ازت در ساختمان اکثر متابولیت‌ها و مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی از اسید آمینه‌های آروماتیک، این امر یک روند قابل قبول به نظر می‌رسد. Vogt (۲۰۱۰) گزارش کرد که نیتروژن در فرآیند بیوسنتز ترکیبات فنلی و اسید های آمینه نظیر، فنیل آلانین و تیروزین دخالت دارد. این مطالعه هم‌چنین نشان داد که با افزایش میزان آنتوسیانین‌ها مشتق از ترکیبات فنلی در اندام‌ها، میزان نشاسته و پروتئین به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. Sene و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی مقدار ترکیبات فنلی اندام‌های هوایی و زیرزمینی و روابط آن با تولید ماده خشک سورگوم اظهار داشتند که مقدار فنل همبستگی قوی با ماده خشک اندام‌های هوایی دارد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود فاکتورهای موثر بر افزایش تولید ماده خشک، سنتز متابولیت‌های اولیه و ثانویه را تحت تاثیر قرار داده و با فعال نمودن مسیر اسید شیکمیک موجب افزایش بیوسنتز متابولیت‌ها ثانویه فنل‌ها و سپس آنتوسیانین‌ها می‌گردند. مطابق نتایج، اندام مورد بررسی علف‌هرز نیلوفر پیچ و مخلوطی از آن‌ها دارای توان آنتی‌اکسیدانی ولی با مقادیر متفاوت بوده‌اند. اندام برگ و میوه به‌ترتیب از بیشترین و کمترین مهار رادیکال‌های آزاد DPPH برخوردار بودند، به‌طوری‌که همبستگی مثبتی با مقادیر آنتوسیانین‌ها و فنل کل نشان دادند. Kamali و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها در گیاه (*Deracocephalum*) رابطه مستقیم با میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی کل دارد.

جدول ۲: ضرایب همبستگی محتوی متابولیتی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف علف‌هرز نیلوفر پیچ (*Ipomea tricolor*).

صفات	فنل کل	آنتوسیانین‌ها	قندهای محلول	پرولین	نشاسته	پروتئین	ماده آلی	خاکستر	درصد مهار رادیکال‌های آزاد
فنل کل	۱								
آنتوسیانین‌ها	-۰/۰۷ ns	۱							
قندهای محلول	۰/۱۲ ns	۰/۸۶**	۱						
پرولین	-۰/۰۶ ns	۰/۹۲**	۰/۹۶**	۱					
نشاسته	۰/۶۱*	-۰/۲۴ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰۱ ns	۱				
پروتئین	۰/۰۱ ns	-۰/۹۰**	-۰/۹۶**	-۰/۹۶**	۰/۰۵ ns	۱			
ماده آلی	۰/۶۱*	۰/۴۸ ns	۰/۷۵**	۰/۶۲*	۰/۵۳ ns	۰/۶۸*	۱		
خاکستر	-۰/۶۱*	-۰/۴۸ ns	-۰/۷۵**	-۰/۶۲*	-۰/۵۳ ns	-۰/۶۸*	-۱/۰۰۰**	۱	
درصد مهار رادیکال‌های آزاد	۰/۰۴ ns	۰/۶۱ *	۰/۲۸ ns	-۰/۲۹ ns	۰/۶۵ *	۰/۳۵ ns	۰/۰۴ ns	-۰/۰۴ ns	۱

**،*: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد. ns: بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به تاثیر گذاری نوع اندام علف‌هرز سمج نیلوفر پیچ بر کمیت محتوی متابولیتی به‌ویژه ترکیبات ثانویه نظیر فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها به‌علاوه فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاید بتوان این گیاه به‌ویژه برگ را به‌عنوان کاندیدی قابل تامل برای تجزیه اکسیداتیو رادیکال‌های آزاد، بهبود ارزش تغذیه‌ای غذا و یا علف‌کش‌ها با منشاء طبیعی با توجه به زیست توده بالای نیلوفر پیچ معرفی نمود. این امر نیازمند تجزیه فیتوشیمی سایر ترکیبات ثانویه علف‌هرز مورد بررسی می‌باشد.

References

Afshar Mohammadian, M., Sharifi, M., Abolghasemi, S.N. and Mohammadi, N. (2015). Investigation of some medicinal secondary metabolites and antioxidants of *Dittrichia graveolens* L. Greuter. Nova Biologica Reperta. 2: 140-150.

AOAC. (2003). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17 editions. 2 revisions. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

Bates, L.S., Walderen, R.D. and Taere, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

Banerjee, D., Chakrabarti, S., Hazra, A.K., Banerjee, S., Ray, J. and Mukherjee, B. (2008). Antioxidant activity and total phenolic of some mangroves in Sundarbans. African Journal of Biotechnology. 7(6): 805-810.

Bhadoria, P.B.S. (2011). Allelopathy: a natural way towards weed management. American Journal of Experimental Agriculture. 1: 7.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie. 28:25- 30.

Bryson, C.T. and Defelice, M.S. (2010). Weeds of the Midwestern United States and Central Canada, Athens, GA: university of Georgia press. 195p.

Bystrická, J., Vollmannová, A., Margitanová, E. and Čičová, I.. (2010). Dynamics of polyphenolics formation in different plant parts and different growth phases of selected buckwheat cultivars. Acta Agriculturae Slovenica. 95: 225-229.

Caceres, A. (2000). Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarma ceuticas. Primer Congreso International FITO 2000 Por la investigacion, conservacion y diffusion del conocimiento de las plantas medicinals 27-30 de septiembre, Lima, Peru.

Cary, D.B. and Wink, M. (1994). Elevation variation of quinlizidine alkaloid contents in a lupine (*Lupinus argenteus*) of the Rocky Mountains. Journal of Chememical Ecology. 20 (4): 849- 57.

Dlnoaz Hashimloyan, B., Ataiazimin1, A. and Mozhdehi, M. (2015). Identification and measurement of some secondary metabolites of leaves, stems and roots of *Dendrostellera lessertii* and their allelopathy effects on barley and mung bean plants. Journal of Plant Ecophysiology. 22:167-172.

Friedman, J.M., Auble, G.T., Shafroth, P.B., Scott, M.L., Merigliano, M.F., Freehling, M.D. and Griffin, E.R. (2005). Dominance of non-native riparian trees in western USA. Biological Invasions. 7(4): 747-751.

Farooq, M., Jabran, K., Cheema, Z.A., Wahid, A. and Siddique, K.H. (2011). The role of allelopathy in agricultural pest management. Pest Management Science. 67: 493-506.

Ghahreman, A. (1994). Iran Chromophytes, Volume 4. Tehran University Publication center. 618p. (In Persian)

Henríquez, C., Almonacid, S., Escobar, B., Chiffelle, I., Gómez, M. and Speisky, H. (2009). Antioxidant content and activity in different structures of five apple cultivars grown in Chile. Acta Horticulturae. 841: 275-280.

Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z.E., Rahmat, A. and Abdul Rahman, Z. (2011). The relationship between phenolics and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in Labisia punila benth. Under high CO2 and nitrogen fertilization. Molecules. 16: 162 - 74.

Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J.M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. Food Chemistry. 83: 547-550.

Kamali, M., Khosroyar, S. and Jalilvand, M. (2015). Evaluation of phenols, flavonoids, thocyanins and antioxidant capacity of

different extracts of the aerial parts of medicinal plant Dracocephalum kotschyi. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 6(3): 627-634. (In Persian)

Kochert,G. (1978). Carbohydrate determination by phenol-sulfuric acid method. In: J.A. Hellebust and J.S. Craige, Editors, Handbook of physiological and biochemical methods, Cambridge University Press, London. pp. 95–97.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J. and Rand, R. J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193: 265-273.

Malick, C.P. and Singh, M.B. (1980). In plant Enzymology and Histo Enzymologhy, Kalyani Publishers, New Dehli.

Mehrpour, M., Kashfi, B. and Moghadam, M. (2016). Study of phytochemical compounds and antoxidant of various organs from medicinal plant of *Ferula assafoetida* L.in two natural habitat of Semnan and Khorasan provinces. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 4(1): 56-68. (In Persian)

Mita, S., Murano, N., Akaike, M. and Nakamura, K. (1997). Mutants of *Arabidopsis thaliana* with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin that are inducible by sugars. Plant Journal.11: 841-851.

Olofsdotter, M. and Navarez, D. (1998). Allelopathy in rice. International rice Research Institue Manila Philippines. 154p.

Omidi, A., Rahdari, S. and Hassanpour Fard, M. (2014). A preliminary study on antioxidant activities of saffron petal extracts in lambs. Veterinary Science Development. 4(5161): 1- 4.

Rashed Mohassel, M.H., Naajafi, H., Akbarzadeh, M.D. (2001). Weed Biology and Control. Ferdowsi University publications, Mashhad, Iran. 404p. (In Persian)

Sene, M., Dove, T. and Gallet, C. (2001). Relationships between biomass, and phenolic production in grain sorghum grown under different conditions. Agronomy Journal. 93: 49-54.

Swatnon, S., Buhler, M., Forcella, D.D., Gunsolus, F. and King, R.P. (1994). Estimation of crop yield loss due to interference by multiple weed species. Weed Science Journal. 42: 103-109.

Tabatabaei Raisi, A., Khaligi, A. and Kashi, A. (2007). Antioxidant activity and chemical compositions of essential oil of aerial parts of *Satureja sahendica* Bornm. Pharmaceutical Sciences. 3: 1-6. (In Persian)

Thayumanavan, B., Saolasivam, N. And Ohtsobo, K. (1982). Physiochemical basis for the prefunctional uses of certain rice vrieties. Plant Foods for Human Nutrition. 34:253.

Teow, C.C., Troung, V.D., McFeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V. and Yencho, G.C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β- carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colors. Food Chemistry Journal. 103: 829-838.

Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid biosynthesis. Molecular Plant. 3: 2–20.

Zeinali, Z., Hemmati, Kh. and Mazandarani, M. (2014). Aut- ecology, ethnopharmacology, phytochemistry and antioxidant activity of *Ferula gummosa* Boiss. In different regions of Razavi Khorasan Province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 1: 11-22. (In Persian)

Zovko Koncic, M., Kremer, D. and Karlovic, K. (2010). Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica* Horvat. Food and Chemical Toxicology. 48: 2176-21.