مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، (JSIAU)
شماره ٦٦ زمستان ١٣٨٦

مقایسه میزان آلکالوئید تروپان گونه‌های *Hyoscyamus Arachnoideus Pojark* و *Hyoscyamus reticulatus .L* در مراحل مختلف رشد

کمال الدین دیلمقانی، حمید فهیمی
گروه زیست شناسی، واحدعلوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
رمضان علی خاوری نژاد*
گروه زیست شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
گروه زیست شناسی، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران
حسن حکمت شعار
گروه زیست شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

Archive of SID

چکیده

گیاهان جنس هیوسیاموس از خانواده سیب زمینی تولید کننده آلکالوئیدهای تروپان می‌باشند. برای بررسی میزان آلکالوئیدهای تروپان دردو گونه از این جنس نمونه‌های گیاهی از رویشگاه‌های طبیعی آنها در سه منطقه جمع آوری شدند. جمع آوری گیاهان در سه مرحله رویشی، گل‌دهی و میوه‌دهی انجام گرفت. پس از استخراج و خالص‌سازی آلکالوئیدهای بخش‌های مختلف گیاهان به طور جداگانه، میزان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین با دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین در هر منطقه تاثیر بعضی عوامل محیطی روی میزان این آلکالوئیدها بررسی شد. بیشترین میزان آلکالوئید هیوسیامین در برگ‌های این دو گونه در مرحله گل‌دهی و بیشترین میزان اسکوپولامین در بذرهای این گیاهان مشاهده شد، در حالی که ساقه ها از نظر این آلکالوئیدها فقیرتر از بخش‌های دیگر گیاه بودند.آلکالوئید غالب در بخش‌های گوناگون این گیاهان در مراحل مختلف رشد، به استثنای بذرها، هیوسیامین بود. به علاوه، میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در بخش‌های مختلف این گیاهان و در مراحل مختلف رشد آنها تفاوت داشت. به طوری که بالاترین میزان آنها در ریشه، ساقه و برگ در مرحله گل‌دهی دیده شد. در هر سه منطقه گیاهان *H. arachnoideus Pojark* هیوسیامین و اسکوپولامین بیشتری نسبت به گیاهان *H. reticulatus L.* دارا بودند. بیشترین مقدار این آلکالوئیدها در گیاهان جمع آوری شده از اطراف روستای سفیده‌خوان دیده شد. نتایج حاصل از بررسی تاثیر برخی عوامل محیطی روی میزان هیوسیامین و اسکوپولامین نشان داد که با افزایش ارتفاع و میزان

* عهده دار مکاتبات

www.SID.ir

نیتروژن و فسفر خاک میزان هیوسیامین و اسکوپولامین هر دو گونه افزایش می‌یابند، در حالی که بر عکس، کاهش پتاسیم خاک باعث افزایش آنها می‌شود.

واژه‌های کلیدی :***H. arachnoideus Pojark*** ، ***H. reticulatus L.*** ، **هیوسیامین، اسکوپولامین.**

مقدمه

اهمیت اقتصادی هیوسیامین و اسکوپولامین (هیوسین) به کاربردهای دارویی آنها متکی است. هر دو آلکالوئید به دلیل توانایی شان برای مهار فعالیت سیستم عصبی پاراسمپاتیک به عنوان سد کننده فعالیت رشته‌های عصبی پاراسمپاتیک استفاده می‌شوند. تا امروز، مواد گیاهی یگانه منبع این ترکیبات باقی مانده‌اند [۱]. آنها جزء گروهی از آلکالوئیدها به نام آلکالوئیدهای تروپان می‌باشند که عمدتاً در گیاهان تیره سیب‌زمینی یافت می‌شوند [۲و ۳]. در این تیره، گونه‌های جنس هیوسیاموس دارای ارزش دارویی و تجارتی ویژه‌ای می‌باشند و اثرات دارویی آنها از زمان‌های بسیار قدیم شناخته شده است [٤]. تشکیل این آلکالوئیدهای تروپان در سلولهای کشت شده گیاهان تیره سیب زمینی گزارش شده است، اما محتویات آلکالوئیدی آنها عموما خیلی کمتر از محتویات آلکالوئیدی گیاهی است [۳].

کلان[۱] (۱۹۳۱) اعلام کرد که میزان آلکالوئیدهای تروپان در اندام‌های گیاه ***H. niger L.*** با رشد آن کاهش می‌یابد[۵]. رومئیکه[۲] (۱۹٦۰) با مطالعه آلکالوئیدهای تروپان گونه‌های تاتوره[۳] و سپس هاشیموتو[٤] و همکاران (۱۹۹۱) با تحقیق روی گونه‌های هیوسیاموس نشان دادند که ریشه‌ها جایگاه بیوسنتز آلکالوئیدهای تروپان هستند[٦ و ۷]. اکسمان – کالدنتی[۵] و همکاران (۱۹۸۷)، با تحقیق روی گیاه ***H. muticus*** اعلام کردند که بالاترین میزان اسکوپولامین در برگ‌ها درست پیش از گل‌دهی و بیشترین مقدار هیوسیامین در طی مرحله اوج گل‌دهی در برگ‌ها وجود دارند [۸] . بررسی‌های پار[٦] و همکاران (۱۹۹۰) روی دمبرگ‌های ***H. pusillus L.*** نشان داد که میزان اسکوپولامین آنها بسیار کم است [۹]. دمیر[۷] ودژاگرا[۸] (۱۹۹۲) نیز اعلام کردند که به نظر می‌رسد که میزان اسکوپولامین در ***D. stramonium*** توسط مرحله نموی گیاه تحت تاثیر واقع می‌شود [۱۰]. تحقیقات دورک ـ اشمیتز[۹] و همکاران (۱۹۹۳) روی گیاه ***H. albus*** نشان داد که ریشه نه‌تنها جایگاه بیوسنتز آلکالوئیدها، بلکه جایگاه مهم ذخیره آنها است و در این گیاه اندام‌های سبز تنها یک نقش فرعی در ذخیره آلکالوئید بازی می‌کنند [٦]. گزارش شده است که اسکوپولامین ریشه‌های فرعی***H. niger L.*** بیشتر از ریشه‌های اصلی می‌باشد [۱۱]. نسبت هر یک از آلکالوئیدهای تروپان در بین گونه‌ها، زمان‌های مختلف سال، محل رویش و بخش‌ها و اندام‌های مختلف یک گونه گیاهی متفاوت است [۱۲].

[1] Klan
[2] Romeike
[3] Datura
[4] Hashimoto
[5] Oksman-Caldenty
[6] Parr
[7] Demeyer
[8] Dejaegere
[9] Doerk-Schmitz

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گیاهی از رویشگاه‌های طبیعی آنها، جنوب تبریز در ارتفاع ۱۳۰۰ متر، کوه میشوداغ (مرند) در ارتفاع ۱۹۰۰ متر و روستای سفیده خوان، به طرف کوه سهند در ارتفاع ۲۶۰۰ متر، جمع‌آوری شدند. جمع آوری گیاهان در سه مرحله رویشی، گل‌دهی و میوه‌دهی انجام گرفت. بخش‌های مختلف گیاهان جمع آوری شده (ریشه، ساقه، برگ، سرشاخه‌های گل‌دار و بذر) به طور جداگانه در ٤٥ درجه سانتیگراد خشک و سپس آسیاب شده و پس از گذراندن از الک، پودر یکنواختی از نمونه‌ها تهیه شد که در تاریکی در دمای ٤ درجه سانتیگراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند [۱۰].

برای اطمینان از وجود آلکالوئیدهای تروپان در بخش‌های گوناگون گیاهان نمونه‌برداری شده از روش کین[1] استفاده شد [۱۳]. برای استخراج آلکالوئیدها ماده گیاهی خشک پودر شده (۰/۵ g) با ۱۵ ml اسیدسولفوریک ۰/۲ M تکان داده و به مدت یک ساعت به حال خود رها شد. پس از گذراندن محلول از صافی با افزایش یک میلی‌لیتر NH_4 غلیظ محلول قلیایی شد و با افزایش ۱۵ml اتر آلکالوئیدهای تروپان استخراج شدند. هر مرحله برای اطمینان از استخراج کامل دوبار تکرار شد. عصاره‌های اتری تبخیر و باقیمانده برای آنالیز بعدی استفاده شد [۱٤]. شناسایی آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین درعصاره‌های اتانولی اندام‌های گیاهی با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) انجام شد. فاز ثابت سیلیکاژل GF_{254}، ۲۰×۲۰cm و فاز متحرک کلروفرم: اتانول: NH_4 ۲۸ % (۱: ۱٤: ۸۵) بود [۷]. برای آشکارسازی موقعیت آلکالوئیدها از معرف دراژندروف[2] استفاده شد [۷]. برای سنجش میزان آلکالوئیدها از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) نوع Kmuer استفاده گردید. در این روش از فاز ثابت ستون C۱۸ با دتکتور UV در ۲۱۰nm و فاز متحرک دی اکسان ۲% در بافر فسفات (pH =۲/٦) – متانول (۵: ۹۵) و میزان جریان ml/min ۰/۵ استفاده شد. سیستم با هیوسیامین (Rt =۱٦/۳ min) و اسکوپولامین (Rt =۱۲/۵ min) استاندارد در گستره غلظت $\mu g / ml$ ۵۰– ۵ تنظیم شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی میزان هیوسیامین و اسکوپولامین با محاسبه سطح زیر منحنی‌های HPLC و مقایسه آنها با منحنی‌های استاندارد با میانگین سه تکرار برای هرنمونه به دست آمد. نتایج حاصل از آنالیز عصاره‌های تهیه شده از اندام‌های گوناگون گیاهان جمع‌آوری شده در سه منطقه در مراحل مختلف رشد نشان دادند که آلکالوئیدهای تروپان در همه بخش‌های گیاهان هردو گونه در هر مرحله رشدی وجود دارند. هیوسیامین آلکالوئید اصلی در همه بخش‌های گیاهان هر دو گونه در مراحل مختلف رشد بود، به استثنای بذرها که در آنها اسکوپولامین غالب بود (جداول ۱– ٦). نتیجه بدست آمده مبنی بر زیاد بودن میزان هیوسیامین نسبت به اسکوپولامین در اندام‌های گیاهان این دو گونه، به استثنای بذر، با نتایج تحقیقات شیمومورا[3] و همکاران (۱۹۹۱) سازگار است. [۳و۱۵].طبق نتایج الشیخ[4] و همکاران (۱۹۸۲) هیوسیامین آلکالوئید اصلی در همه بخش‌های گیاه *H. muticus* است و اسکوپولامین

[1] Cain
[2] Dragendroff
[3] Shimomura
[4] El Sheikh

Archive of SID

www.SID.ir

(هیوسین) در مقادیرکم به ویژه در ریشه‌ها وجود دارد [١٦]. همچنین نتایج تحقیقات کلان (١٩٣١) روی گیاهان *H. L. niger* نشان دادند که اسکوپولامین در این گیاهان همیشه در مقدار کمتر وجود دارد و افزایش میزان هیوسیامین مقدار اسکوپولامین را نیز افزایش می‌دهد [٥].

به علاوه، نتایج به دست آمده از بررسی میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در مراحل مختلف رشد گیاهان نشان دادند که مرحله رشد و نموی گیاه نقش مهمی در میزان این آلکالوئیدها دارد، به طوری که میزان آنها در مرحله گل‌دهی در اندام‌های ریشه ، ساقه و برگ گیاهان هر دو گونه به بیشینه مقدار خود می‌رسد (جداول ١- ٦). نتایج همچنین نشان دادند که در مرحله گل‌دهی با افزایش میزان هیوسیامین نسبت به مرحله رویشی میزان اسکوپولامین گیاهان نیز افزایش می‌یابد. با این حال، به علت افزایش بیشتر میزان اسکوپولامین نسبت به هیوسیامین در این مرحله نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در اندام‌های مورد مطالعه در مقایسه با مرحله رویشی کاهش می‌یابد (جداول ١- ٦). نتایج مشابهی با این یافته که میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در مرحله گل‌دهی به بیشینه مقدار خود می‌رسند توسط اکسمان- کالدنتی و همکاران (١٩٨٧) با تحقیق برروی گیاه *H. muticus* گزارش شده است . [٨]. نتایج تحقیقات دورک ـ اشمیتز و همکاران (١٩٩٣) روی گیاه *H. albus* نیز نشان داد که میزان هیوسیامین در ریشه‌ها، برگ‌ها و ساقه‌ها درمرحله گل‌دهی بیشتر از دو مرحله رویشی و میوه‌دهی می‌باشد[٦]. با این حال، نتایج تحقیقات کیتامورا[1] و همکاران (١٩٩٢) نشان دادند که در گیاه *H. niger L.* میزان هیوسیامین برگ‌ها در هر سه مرحله رویشی، میوه‌دهی و گل‌دهی بدون تغییر بوده و میزان آن در ریشه‌ها در مرحله گل‌دهی نسبت به مرحله رویشی کاهش می‌یابد. اما در مورد اسکوپولامین، افزایش میزان در برگ‌ها در مرحله گل‌دهی نسبت به مرحله رویشی دیده می‌شود، با این حال میزان اسکوپولامین ریشه‌ها در هر دو مرحله یکسان می‌باشد [١٧].

کاهش مشاهده شده درنسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در مرحله گل‌دهی ممکن است نتیجه نموگل (به سبب مرحله نموی گیاهان) روی فعالیت آنزیم مسئول در تبدیل هیوسیامین به اسکوپولامین باشد. به علاوه، هنگامی که گیاهان بالغ می‌شوند نیتروژن نسبتاً بیشتری وارد ساختار هیوسیامین (و در نتیجه اسکوپولامین) می‌شود. زیرا گیاهان جوان‌تر بخش بزرگتری از اسیدآمینه‌هایشان را برای متابولیسم اولیه به کار می‌برند، درحالی که گیاهان بالغ‌تر می‌توانند متابولیسم ثانویه را بهتر حمایت کنند.

نتایج این بررسی نشان دادند که مقادیر هیوسیامین و اسکوپولامین در اندام‌های مختلف این گیاهان تفاوت دارند. در هر دو گونه مورد مطالعه کمترین میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در ساقه وجود داشت (جداول ١- ٦)، در حالیکه بالاترین میزان هیوسیامین و اسکوپولامین به ترتیب در برگهای مرحله گلدهی و بذرها دیده شد. بالاترین میزان هیوسیامین به ترتیب در برگ‌ها، سرشاخه‌های گل‌دار، ریشه‌ها، بذرها و ساقه‌ها و بیشترین مقادیر اسکوپولامین به ترتیب در بذرها، برگ‌ها، سرشاخه‌های گل‌دار، ریشه‌ها و ساقه‌ها دیده شد.

نتایج تحقیقات کلان (١٩٣١) روی گیاهان *H. niger L.* ترتیب محتوای آلکالوئیدی اندام‌های مختلف گیاه را به ترتیب در ریشه‌ها، سرشاخه‌های گل‌دار، میوه‌ها، برگ‌ها و ساقه نشان داد[٥]. نتایج اکسمان- کالدنتی وهمکاران (١٩٨٧) برروی گیاه *H. muticus* نیز نشان داد که مقادیر آلکالوئیدها در ساقه‌ها کمتر از ریشه‌ها و برگ‌ها است [٨].

[1] Kitamura

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج‌الشیخ و همکاران (١٩٨٢) نشان داد که در گیاه *H. muticus* بیشترین میزان آلکالوئید به ترتیب در برگ‌ها، سرشاخه‌های گل‌دار، ریشه‌ها و ساقه‌ها وجود دارد[١٦]. نتایج پار و همکاران (١٩٩٠) و دورک - اشمیتز و همکاران (١٩٩٣) به ترتیب حاصل از مطالعه گیاهان *H. pusillus L.* و *H. albus* نشان دادند که در جنس هیوسیاموس اندام‌های سبز تنها نقش کوچکی در ذخیره آلکالوئیدها بازی می‌کنند [٦ و ٩].

نتایج به دست آمده همچنین نشان‌دهنده این مساله است که میزان آلکالوئیدهای هیوسیامین و اسکوپولامین در مرحله میوه‌دهی در ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌های گیاهان مورد مطالعه کاهش می‌یابد، به طوری که در این اندام‌ها بیشترین مقدار این آلکالوئیدها در مرحله گل‌دهی وسپس به ترتیب در مرحله میوه‌دهی و رویشی دیده شد (جداول١- ٦). کاهش مشاهده شده در میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در اندام‌های گیاهی در مرحله میوه‌دهی احتمالاً به سبب انباشته شدن آلکالوئیدها در بذرها در طی این دوره است. این یافته با نتایج بدست آمده از تحقیقات دمیر و دژاگر (١٩٩٢) همسو است.[١٠] در بعضی اندام‌ها بین نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در گیاهان این دو گونه در هر سه منطقه تفاوت وجود داشت (جداول ١- ٦). نتایج نشان دادند که گیاهان *H. arachnoideus Pojark* نسبت به گیاهان *H. reticulatus L.* مقادیر هیوسیامین و اسکوپولامین بالاتری دارند (جداول ١- ٦). تفاوت میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در گیاهان *H. arachnoideus Pojark* نسبت به *H. reticulatus L.* تا اندازه‌ای بازتاب توانایی بیوسنتز ریشه‌های گیاه و نیز اثرات انتقال و ذخیره گیاهان می‌باشد. در گیاهان تیره سیب‌زمینی، آلکالوئیدهای تروپان در ریشه ساخته و از آنجا مقادیر زیادی، گاهی با تغییر همزمان، به بخش‌های هوایی منتقل می‌شوند. بنابراین برآورد توان بیوسنتزی گیاه بدون آنالیز گیاه کامل غیرممکن است.همچنین بیشترین مقدار هیوسیامین و اسکوپولامین در گیاهان متعلق به هر دو گونه در گیاهان جمع آوری شده از اطراف روستای سفیده خوان دیده شد (جداول ١ و ٤).

جدول ١- مقادیر هیوسیامین، اسکوپولامین و نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در گیاه *H. arachnoideus Pojark* در روستای سفیده‌خوان بر حسب درصد وزن خشک (D.W.٪)

مرحله جمع‌آوری	اندام گیاهی	هیوسیامین	اسکوپولامین	نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین
رویشی	ریشه	٠/١٣٣٦ ± ٠/٠١٠٣	٠/٠٧٤٤ ± ٠/٠٠٦٨	١/٧٩٩ ± ٠/١١٥٣
	ساقه	٠/٠٤١١ ± ٠/٠٠٣٧	٠/٠٣٢٥ ± ٠/٠٠٣٦	١/٢٦٢ ± ٠/١٠٤٣
	برگ	٠/١٧٤٢ ± ٠/٠١٢٤	٠/٠٩٥٨ ± ٠/٠٠٧٩	١/٨١٨ ± ٠/١٢٣٧
گل‌دهی	ریشه	٠/١٨١٠ ± ٠/٠١٥٩	٠/١٠٨٠ ± ٠/٠١١٦	١/٦٧٥ ± ٠/١٥٠٩
	ساقه	٠/٠٦٠٠ ± ٠/٠٠٦٧	٠/٠٤٩٣ ± ٠/٠٠٤٤	١/٢٢٤ ± ٠/١٤٢٣
	برگ	٠/٢٣٠٩ ± ٠/٠١٧٨	٠/١٤٤٥ ± ٠/٠١٣٥	١/٥٤٦ ± ٠/١٣١٠
	سرشاخه‌های گل‌دار	٠/٢٠٦٧ ± ٠/٠٢٣٠	٠/١٣٣٧ ± ٠/٠١٠٧	١/٣٩١ ± ٠/١١٥٠
میوه‌دهی	ریشه	٠/١٥١٠ ± ٠/٠١٣٧	٠/٠٨٧٠ ± ٠/٠٠٩٥	١/٧٣٦ ± ٠/١٢٨٦
	ساقه	٠/٠٥٠٧ ± ٠/٠٠٣٥	٠/٠٣٣٦ ± ٠/٠٠٤٧	١/٥٥١ ± ٠/١٤٦٣
	برگ	٠/١٩٥٢ ± ٠/٠٢٨١	٠/١٢٣٢ ± ٠/٠١٠٠	١/٥٨٥ ± ٠/١٢٦٨
	بذر	٠/١٣٦٨ ± ٠/٠٢٢١	٠/١٩١٤ ± ٠/٠١٤٥	٠/٧١٥٢ ± ٠/٠٧٦٩

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقادیر هیوسیامین، اسکوپولامین و نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در گیاه *H. arachnoideus Pojark* در میشوداغ (مرند) بر حسب درصد وزن خشک(D.W.٪)

نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین	اسکوپولامین	هیوسیامین	اندام گیاهی	مرحله جمع‌آوری
۱/۹۹۷ ± ۰/۳۱۷۰	۰/۰۵۵۱ ± ۰/۰۰۵۸	۰/۱۱۰۱ ± ۰/۰۱۰۸	ریشه	رویشی
۱/۹۷٦ ± ۰/۱٦۳۳	۰/۰۱۷٦ ± ۰/۰۰۱٦	۰/۰۳٤۸ ± ۰/۰۰۳۹	ساقه	
۱/۸۹۳ ± ۰/۱٤۰۲	۰/۰۸۲۱ ± ۰/۰۰٦۸	۰/۱۵۵۷ ± ۰/۰۱۳۸	برگ	
۱/۸٤٤ ± ۰/۲۲٤۹	۰/۰۸٦۸ ± ۰/۰۰٤۹	۰/۱۵۹٦ ± ۰/۰۱۲٦	ریشه	گل‌دهی
۱/٤۳۳ ± ۰/۱۲٤۷	۰/۰۳۱۷ ± ۰/۰۰۲۱	۰/۰٤٤۸ ± ۰/۰۰۳٤	ساقه	
۱/٦۵۰ ± ۰/۱۷۹۳	۰/۱۱۹۱ ± ۰/۰۱۲۸	۰/۱۹۵۲ ± ۰/۰۱٦۰	برگ	
۱/٦۵۳ ± ۰/۲۳۹٦	۰/۱۰۲۳ ± ۰/۰۱۷٦	۰/۱٦۹۳ ± ۰/۰۱۸۸	سرشاخه‌های گل‌دار	
۲/٤۸٤ ± ۰/۲۵۳۵	۰/۰۵۷۲ ± ۰/۰۰۳٦	۰/۱٤۰۵ ± ۰/۰۱۹۵	ریشه	میوه‌دهی
۱/۵۸۰ ± ۰/۲۸۷۳	۰/۰۲۵۷ ± ۰/۰۰۱۸	۰/۰۳۸۹ ± ۰/۰۰۵۷	ساقه	
۱/۹۸۱ ± ۰/۱۵۸۵	۰/۰۸٤٦ ± ۰/۰۰٦٤	۰/۱٦٦۲ ± ۰/۰۲۲۰	برگ	
۰/۸۱٤۹ ± /۰٦۲۲	۰/۱٤٤۷ ± ۰/۰۲٦۳	۰/۱۱۸۰ ± ۰/۰۱۳۹	بذر	

جدول ۳- مقادیر هیوسیامین ، اسکوپولامین و نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در گیاه *H. arachnoideus Pojark* در جنوب تبریز بر حسب درصد وزن خشک (D.W.٪)

نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین	اسکوپولامین	هیوسیامین	اندام گیاهی	مرحله جمع‌آوری
۱/۷۱۵ ± ۰/۲۱۷۱	۰/۰٤۹۷ ± ۰/۰۰۳۷	۰/۰۸٤۷ ± ۰/۰۰۳۲	ریشه	رویشی
۱/۷۹۱ ± ۰/۲۰۳۵	۰/۰۱۳۹ ± ۰/۰۰۱٤	۰/۰۲٤۸ ± ۰/۰۰۱۷	ساقه	
۱/٦۹۰ ± ۰/۲٦۰۰	۰/۰٦٦۷ ± ۰/۰۰۲٤	۰/۱۱۲۷ ± ۰/۰۲۰۹	برگ	
۱/٦۵۰ ± ۰/۱٤۸٦	۰/۰٦۸۹ ± ۰/۰۰٤۵	۰/۱۱۳۵ ± ۰/۰۱۱۵	ریشه	گل‌دهی
۱/٦۸٦ ± ۰/۱۸۳۳	۰/۰۲۲٤ ± ۰/۰۰۲۷	۰/۰۳۷٤ ± ۰/۰۰۲۸	ساقه	
۱/٦۰۲ ± ۰/۲۱۳٦	۰/۰۹۳٦ ± ۰/۰۰۵۳	۰/۱٤۹۵ ± ۰/۰۱۸۲	برگ	
۱/٤٦۰ ± ۰/۱۲۰۷	۰/۰۸٦۷ ± ۰/۰۰٤۱	۰/۱۲٦۳ ± ۰/۰۲٦۳	سرشاخه‌های گل‌دار	
۲/۱۵٦ ± ۰/۳۹۲۰	۰/۰٤۷٦ ± ۰/۰۰۱۹	۰/۱۰۲۷ ± ۰/۰۱۵۳	ریشه	میوه‌دهی
۲/۱۲۳ ± ۰/۱۷۹۹	۰/۰۱۵۰ ± ۰/۰۰۱۲	۰/۰۳۱۸ ± ۰/۰۰۸۲	ساقه	
۱/۷۰۷ ± ۰/۲۰۰۸	۰/۰۷٦۰ ± ۰/۰۰۵۱	۰/۱۳۰۰ ± ۰/۰۲۲۸	برگ	
۰/۷۷۷٦ ± ۰/۰۵۹۸	۰/۱۱۸۳ ± ۰/۰۲۹٦	۰/۰۹۲۰ ± ۰/۰۰٦۹	بذر	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقادیر هیوسیامین ، اسکوپولامین و نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در گیاه *H. reticulatus L.* در روستای سفیده‌خوان بر حسب درصد وزن خشک (D.W.٪)

نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین	اسکوپولامین	هیوسیامین	اندام گیاهی	مرحله جمع‌آوری
٢/٣٣٣ ± ٠/٢٨٨٠	٠/٠٤٥٦ ± ٠/٠٠٤٩	٠/١٠٦٤ ± ٠/٠١٢١	ریشه	رویشی
٢/٢٤٨ ± ٠/١٩٨٩	٠/٠١٢٠ ± ٠/٠٠١٨	٠/٠٢٦٠ ± ٠/٠٠٣٦	ساقه	
١/٨٤٤ ± ٠/٢٥٢٦	٠/٠٧٨٤ ± ٠/٠٠٦٤	٠/١٤٤٧ ± ٠/٠١٥٢	برگ	
١/٤٥٦ ± ٠/١٥٨٣	٠/٠٩٦٠ ± ٠/٠٠٣٨	٠/١٣٩٨ ± ٠/٠٢٤٥	ریشه	گل‌دهی
١/٣٥١ ± ٠/١٤٢٢	٠/٠٣١٥ ± ٠/٠٠٤٧	٠/٠٤٢٥ ± ٠/٠٠٣٨	ساقه	
١/٤٣٨ ± ٠/١٦٣٤	٠/١١٩٠ ± ٠/٠٢٤٨	٠/١٧١١ ± ٠/٠٣٣٥	برگ	
١/٣٩٠ ± ٠/١٢٩٩	٠/١٠٥٣ ± ٠/٠٣٤٠	٠/١٤٦٣ ± ٠/٠١٧٨	سرشاخه‌های گل‌دار	
٣/٠٣٢ ± ٠/٢٦٣٧	٠/٠٤٠٣ ± ٠/٠٠٦٢	٠/١٢١٣ ± ٠/٠٢٥٣	ریشه	میوه‌دهی
١/٦٠٩ ± ٠/٢٢٦٦	٠/٠٢٠١ ± ٠/٠٠١٤	٠/٠٣٣٣ ± ٠/٠٠٢٢	ساقه	
٢/٠٢٩ ± ٠/١٦٥٠	٠/٠٧٧٩ ± ٠/٠٠٨٩	٠/١٥٦٨ ± ٠/٠٢٠١	برگ	
٠/٧٧٨٩ ± /٠٨١١	٠/١٢٨٠ ± ٠/٠٣٧٦	٠/٠٩٩٧ ± ٠/٠٠٩٦	بذر	

جدول٥- مقادیر هیوسیامین ، اسکوپولامین و نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین در گیاه *H. reticulatus L.* در میشوداغ (مرند) بر حسب درصد وزن خشک (D.W.٪)

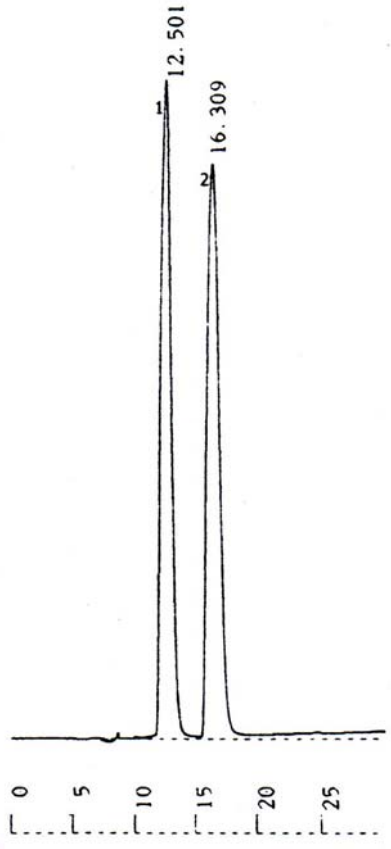
نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین	اسکوپولامین	هیوسیامین	اندام گیاهی	مرحله جمع‌آوری
٢/٤٠٢ ± ٠/٣١١٩	٠/٠٣٣١ ± ٠/٠٠٢٢	٠/٠٧٩٢ ± ٠/٠٠٩٤	ریشه	رویشی
١/٨٦٠ ± ٠/٢٠٢٢	٠/٠١١٠ ± ٠/٠٠١٣	٠/٠٢٠٣ ± ٠/٠٠٢٢	ساقه	
١/٥١١ ± ٠/١٣٦١	٠/٠٦٩٧ ± ٠/٠٠٧٦	٠/١٠٤٧ ± ٠/٠١٠٩	برگ	
١/٥٧٤ ± ٠/١٢٩٠	٠/٠٧١٩ ± ٠/٠٠٦١	٠/١١٣١ ± ٠/٠١٩٥	ریشه	گل‌دهی
١/٧١٥ ± ٠/١٥٥٨	٠/٠١٩٠ ± ٠٠٦٠	٠/٠٣٢٧ ± ٠/٠٠٢٨	ساقه	
١/٣٥٢ ± ٠/١٤٢٣	٠/٠٩٦٦ ± ٠/٠١٠٢	٠/١٣٠٩ ± ٠/٠١٣٨	برگ	
١/٤٢٤ ± ٠/١١١٢	٠/٠٨٨٢ ± ٠/٠٠٧٣	٠/١٢٤١ ± ٠/٠١١١	سرشاخه‌های گل‌دار	
١/٨٧٨ ± ٠/١٧٥٥	٠/٠٥١٦ ± ٠/٠٠٦٦	٠/٠٩٦٨ ± ٠/٠١٢٧	ریشه	میوه‌دهی
١/٧٨٨ ± ٠/١١٧٦	٠/٠١٤٠ ± ٠/٠٠١٠	٠/٠٢٥٢ ± ٠/٠٠٢٩	ساقه	
١/٣٦٦ ± ٠/١٩٨٠	٠/٠٨٤٩ ± ٠/٠٠٦٢	٠/١١٥٧ ± ٠/٠١٦٥	برگ	
٠/٧٨٤٢ ± ٠/٠٩٤٥	٠/١٠٨٨ ± ٠/٠١٦٥	٠/٠٨٥٤ ± ٠/٠٠٩٣	بذر	

Archive of SID

www.SID.ir

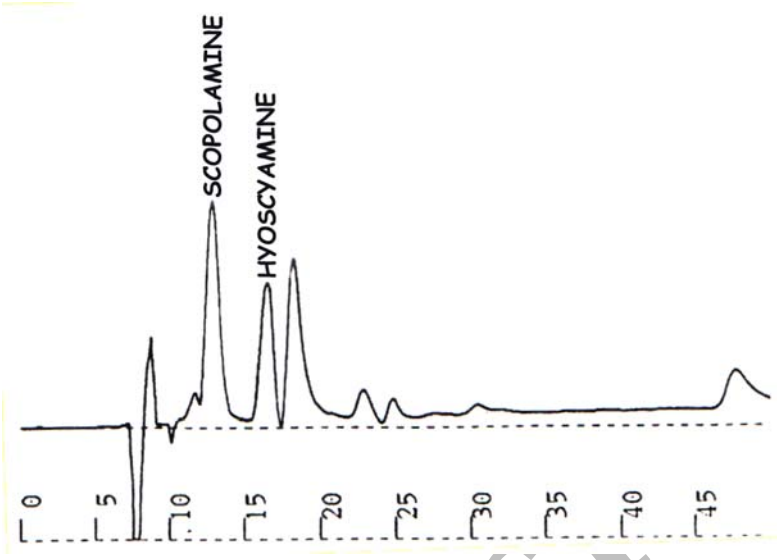
جدول ٦- مقادیر هیوسیامین ، اسکوپولامین و نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین و در گیاه *H. reticulatus L.* در جنوب تبریز بر حسب درصد وزن خشک(D.W.٪)

مرحله جمع‌آوری	اندام گیاهی	هیوسیامین	اسکوپولامین	نسبت هیوسیامین به اسکوپولامین
رویشی	ریشه	۰/۰۵۷٦ ± ۰/۰۰٤٤	۰/۰۳٤۸ ± ۰/۰۰٤٦	۱/٦۷۲ ± ۰/۱۳۲۷
	ساقه	۰/۰۱۸۲ ± ۰/۰۰۱۳	۰/۰۱۱٦ ± ۰/۰۰۱۰	۱/۵۸۹ ± ۰/۱۲۱۳
	برگ	۰/۰۸۰۳ ± ۰/۰۰۷۲	۰/۰۵۰۲ ± ۰/۰۰۵۸	۱/٦۰۵ ± ۰/۱۰۹۲
گل‌دهی	ریشه	۰/۰۹۳۱ ± ۰/۰۰٦۹	۰/۰٦۹۷ ± ۰/۰۰۵٤	۱/۳۳۷ ± ۰/۱۵۵۵
	ساقه	۰/۰۲٦٤ ± ۰/۰۰۱۹	۰/۰۲۲۵ ± ۰/۰۰۲۲	۱/۱۷۱ ± ۰/۱۲۵۹
	برگ	۰/۱۰۷٦ ± ۰/۰۱۱٤	۰/۰۷۹۲ ± ۰/۰۰۹۵	۱/۳۵۹ ± ۰/۱۲۰۳
	سرشاخه‌های گل‌دار	۰/۰۸۵۸ ± ۰/۰۰٦٤	۰/۰۵۹۱ ± ۰/۰۰٤۸	۱/٤۵۳ ± ۰/۱۹۳۷
میوه‌دهی	ریشه	۰/۰۷۰۸ ± ۰/۰۰٤۸	۰/۰٤۲۵ ± ۰/۰۰۳۹	۱/٦۸۸ ± ۰/۱٤٤۳
	ساقه	۰/۰۲۲۰ ± ۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۳۷ ± ۰/۰۰۱۳	۱/٦۵۳ ± ۰/۱۱۸۹
	برگ	۰/۰۹۰۷ ± ۰/۰۰۵٦	۰/۰٦۵۰ ± ۰/۰۰۳۵	۱/۳۹۷ ± ۰/۱۱۱۸
	بذر	۰/۰۷۲۷ ± ۰/۰۰٦٦	۰/۰۸۸۰ ± ۰/۰۰۵۸	۰/۸۲۵۸ ± /۰٦۹٤



شکل شماره ۱- کروماتوگرام حاصل از HPLC محلول استاندارد هیوسیامین (1) و اسکوپولامین(2)

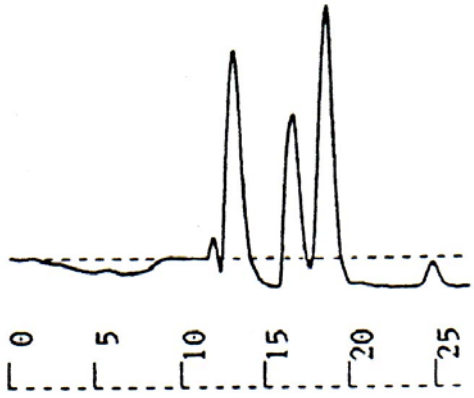
Archive of SID
www.SID.ir



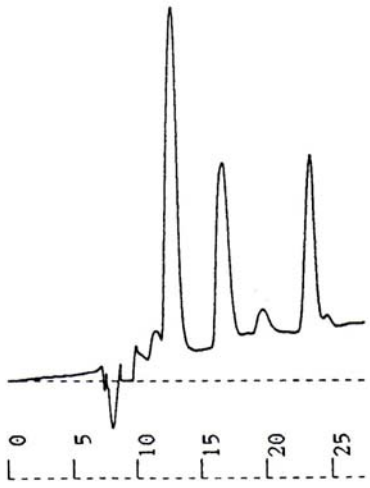
شکل ۲ – کروماتوگرام حاصل از یک نمونه عصاره ریشه*H. arachnoideus Pojark* در مرحله رویشی

شکل شماره ۳– کروماتوگرام حاصل از یک نمونه عصاره برگ *H. reticulatus L.* در مرحله گل‌دهی

www.SID.ir



شکل شماره ٤- کروماتوگرام حاصل از یک نمونه عصاره بذر *H. arachnoideus Pojark*



شکل شماره ٥- کروماتوگرام حاصل از یک نمونه عصاره ریشه *H. reticulatus L.* در مرحله گل‌دهی

نتیجه‌گیری

بیشترین میزان هیوسیامین در برگها در مرحله گل‌دهی و بیشترین میزان اسکوپولامین در بذرهای این دو گونه وجود داشت، در حالی که در هر سه مرحله مورد مطالعه کمترین میزان هیوسیامین و اسکوپولامین در ساقه‌ها یافت شد. در هر دو گونه آلکالوئید غالب در بخش‌های گوناگون گیاهان، به استثنای بذرها، هیوسیامین بود. هر دوی هیوسیامین و اسکوپولامین مورد علاقه تجارتی هستند و وجود این اختلاف می‌تواند مزیتی برای انتخاب اندام دارنده هیوسیامین یا اسکوپولامین بیشتر به عنوان فرآورده اصلی باشد. بیشترین میزان این دو آلکالوئید در مرحله گل‌دهی وجود داشت. گیاهان *H. arachnoideus Pojark* از نظر تراز این آلکالوئیدها غنی‌تر از گیاهان *H. reticulatus L.* بودند و از نظر ژنتیکی توان بیوسنتز آلکالوئیدی بالاتری داشتند. تأیید تفاوت‌های کمی مشخص درون گونه‌های یک جنس به روشنی می‌تواند نشان دهد که خزانه اختلاف‌های ژنتیکی بزرگی در میان

www.SID.ir

گونه‌های جنس هیوسیاموس وجود دارد که می‌تواند در تولید آلکالوئیدهای تروپان به کار گرفته شود. عوامل اکولوژیکی تولید این آلکالوئیدها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. اگرچه، سنتز این مواد در اصل تحت کنترل فرآیندهای ژنتیکی است، ولی به طور آشکار تحت تأثیر عوامل محیطی و تغییرات آنها قرار می‌گیرد. برای مثال، تراز پایین‌تر پتاسیم به افزایش میزان آلکالوئیدها منجر می‌شود. این مسأله نشان می‌دهد که کاهش یون پتاسیم عرضه پیش‌ساز آلکالوئید را با افزایش فعالیت آنزیم‌های آرژینین دکربوکسیلاز و ارنیتین دکربوکسیلاز که مسئول سنتز پوترسین هستند، افزایش می‌دهد. این یون به طور مستقیم فعالیت تعداد زیادی از آنزیم‌ها، از جمله آنزیم‌های مربوط به بیوسنتز آلکالوئیدها را با تأثیر روی کنفورماسیون پروتئین تنظیم می‌کند. اگرچه، این مسأله به بررسی‌های بیشتر نیاز دارد. زیرا اطلاعات محدودی درباره تأثیر مواد معدنی بر بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه وجود دارد.

References

1- Sikuli, N. N. and Demeyer, K., *Plant cell, tissue and organ culture*, **47**, 261 (1997).
2- Cordell, G. A., Introduction to alkaloids. John Willey and Sons, New York (1981).
3- Hashimoto, T. and Yamada, Y., *Planta Medica*, **47**, 195 (1983).
4- Chevallier, A., The encyclopedia of medicinal plants. Dorling Kindersely Publishing, New York (1996).
5- Klan, Z. F., *American Pharmaceutical Association*, **20** (11), 1163(1931).
6- Doerk - Schmitz, K., Witte, L. and Alfermann, W., *Phytochemistry*, **33** (4), 107 (1993).
7- Hashimoto, T., Hagashi, A., Amono, Y., Kohono, J., Jwanari, H., Usada, S. and Yamada, Y., *The Journal of Biological Chemistry*, **266** (7), 4648 (1991).
8- Oksman- Caldenty, K. M., Vrurela, H., Straub, A. and Hiltunen, R., *Planta Medica*, **53**(4), 349 (1987).
9- Parr, A. J., Payne, J., Eagles, J., Chapman, B. T., Robins, R. J. and Rhodes, M. J. C., *Phytochemistry*, **29**(8), 2545 (1990).
10- Demeyer, K. and Dejaegere, R., *Plant and Soil*, **147**, 79 (1992).
11- Woo, S. H., Park, T. M. and Yang, T. W., *Plant cell, tissue and organ culture*, **48**, 131 (1997).
12- Samsam Shariat, H., Extraction of secondary metabolites of medicinal plants and methods of determination and quantification. Mani Publication, Esfahan (1992).
13- Maldoni, B., Alkaloids: isolation and purfication. *Journal of Chemical Education*, **68**(8), 700 (1991).
14- Bashir Khan, M. and Harborne, J. B., *Phytochemistry*, **30** (11), 3559 (1991).
15- Woo, S. H., Park, J. M. and Yang, J-W, *Biotechnology letters*, **17**(9), 921 (1995).
16- El Sheikh, M. O. A., El Hassan, G. M., Tayeb Abdel Hafeez, A. R., Abdalla, A. A. and Antoun M. D., *Planta Medica*, **45**, 116 (1982).
17- Kitamura, Y., Sato, M. and Miura, H., *Phytochemistry*, **31**(4), 1191 (1992).

Archive of SID

www.SID.ir