نشریه‌ی‌حشره‌شناسی گیاهان زراعی سال چهارم، شماره‌ی دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۳، صفحه‌های ۲۵-۱
شاپا : ۷۴۴۸-۲۲۵۱

راهنمای کلید تعاملی شناسایی زنبورهای بالاخانواده‌ی Chalcidoidea برپایه‌ی نرم‌افزار DELTA

نگار فخرزاده[۱]، حسین لطفعلی زاده[۲*] و بابک قرالی[۳]

۱- دانش‌جوی سابق کارشناسی ارشد گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز، ایران
۲- دانشیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
*مسئول مکاتبات: e-mail: hlotfalizadeh@gmail.com
۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۲۷

چکیده

کلیدهای خطی وسیله‌ی استانداردی برای شناسایی موجودات هستند و بیش از دو قرن ابزار اولیه برای تشخیص موجودات زنده بوده‌اند. در این کلیدها مسیر یک سویه‌ای از حالات انتخابی کاراکترها دنبال می‌شود تا به نقطه‌ی پایانی یا شناسایی نمونه منتهی گردد. امروزه تحولی در تشخیص‌های کامپیوتری موجودات در جریان می‌باشد که ممکن است منجر به جای‌گزینی کلیدهای سنتی توسط کلیدهای تعاملی گردد که این کلیدها بر پایه‌ی ماتریس داده‌ها استوار بوده، امکانات زیادی جهت تشخیص صحیح، استفاده‌ی وسیع از متون حجیم جهت پیوند دادن به تصاویر، واژه‌نامه‌ها و موارد پشتیبانی دیگر دارد. درحالی‌که با توجه به گسترش شبکه‌ی جهانی و وجود نرم‌افزارهای متنوع جهت ایجاد کلیدهای دل‌خواه و حاوی اطلاعات مفید، ساختارهای کلیدی متنوعی در دست‌رس می‌باشند. در این تحقیق به‌منظور ساخت کلید غیرخطی و تعاملی جدیدی برای زیرخانواده‌های بالاخانواده‌ی Chalcidoidea از نرم‌افزار DELTA استفاده گردید. لذا ۲۰۵ ویژگی مرفولژیک انتخاب و برای ۸۶ زیرخانواده Chalcidoidea مورد بررسی و کدبندی قرار گرفت. اشکال مورد نیاز ویژگی‌های مرفولژیکی که می‌توانند به روشن شدن و توضیح کاراکترهای کلیدی کمک نمایند به نرم‌افزار DELTA editor اضافه گردید. پس از تکمیل جدول ماتریس مربوطه اطلاعات حاصله وارد نرم افزار سازنده کلید (Intkey) شد و کلید شناسایی خانواده‌ها ایجاد گردید که در این مقاله راهنمای استفاده از آن ارائه شده است.

واژگان کلیدی: بال‌غشاییان، DELTA، کلید، شناسایی.

مقدمه

کلیدهای تشخیص از جمله مهم‌ترین ابزار تاکسونومیست‌ها و در حقیقت نتیجه‌ی نهایی و کاربردی کارهای تحقیقاتی متخصصین رشته‌ی تاکسونومی می‌باشند (Wheeler *et al*. 2004). براساس نظریه‌ی Quicke (1993)، نقش تاکسونومی نه‌تنها طبقه‌بندی موجودات بلکه فراهم آوردن روش‌ها و ابزاری برای تشخیص آن‌ها است. بنا به تعریف، کلیدهای شناسایی عبارتند از ابزار تاکسونومیکی که به‌وسیله‌ی آن، موجودات براساس گروهی از ویژگی‌ها و یا حالات از سایر گروه‌های تاکسونومیکی تشخیص داده می‌شوند. استفاده‌ی خاص از آن‌ها با هدف تشخیص و شناسایی به اواسط دهه‌ی ۱۸۰۰ و ظاهراً به زمان Gray در ۱۸۴۸ بازمی‌گردد. ساختار منطقی تفکیک تفاوت‌های بین موجودات زنده با استفاده از جملات متضاد در کارهای ارسطو و نیز در نمودارهای کروشه‌ای چاپ شده توسط طبیعت شناسان در دهه‌ی ۱۶۰۰ مشاهده می‌شود. Lamarck (1778) کسی بود که متوجه قابلیت دو جمله‌ی متضاد جهت تشخیص و شناسایی گیاهان شد و نیز قوانینی برای کلیدهای دوتایی متضاد تعیین نمود.

کلیدهای دوتایی که خط سیر واحدی از حالات انتخابی ویژگی‌ها را تا نقطه‌ی پایانی دنبال می‌کنند، ابزارهای اولیه برای تشخیص موجودات زنده‌ی ناشناخته در

بیش از دو قرن بوده‌اند (Newell 1970, Walter and Winterton 2007). در سه دهه‌ی اخیر انقلابی در تشخیص‌های کامپیوتری راه افتاده است و منجر به جای‌گزینی کلیدهای سنتی توسط کلیدهای تعاملی کامپیوتری ماتریسی که مسیرهای زیادی برای تشخیص صحیح و استفاده‌ی وسیع از ابرمتون[1] جهت پیوند دادن به تصاویر، واژه‌نامه‌ها و موارد پشتیبانی دیگر دارند، شده است (Norton 2002). همچنین پیشرفتی در زمینه‌ی جای‌گزینی کامل کلیدها با تطابق بصری نمونه‌ها با داده‌های دیجیتالی و توالی DNA رخ داده است. این ابزارهای جدید ممکن است در مطالعات تنوع زیستی و تحقیقات اکولژیکی و تکاملی دیگر، با ایجاد تناسب و هماهنگی بهتر بین افرادی که کلیدها را تهیه می‌نمایند و کسانی که از آن‌ها استفاده می‌کنند و توسط یک‌پارچه‌سازی کلیدهای تعاملی داخل وب‌سایت‌های بیولژیکی بزرگ‌تر به‌طریقی به‌سوی کاهش اشکالات و موانع تاکسونومیکی پیش روند (Quicke 1993).

کلیدهای تعاملی که اولین بار با نام کلیدهای پلی‌کلاد[2] نامیده شدند در حدود سال‌های ۱۹۶۹ در مورد تیره‌های گیاهی نهان‌دانگان ساخته شدند (Quicke 1993). این کلیدها همگی پانچ دستی بودند. در سال ۱۹۷۴، Morse اولین کلید ماتریسی را تحت نام Cardkey ساخت (Dallwitz 1980). ساخت پلی‌کلادها که ترکیبی از ویژگی‌های کلیدی را انتخاب می‌کنند در سال ۱۹۷۴ شروع گردید. این شکل از کلیدها اجازه می‌دادند تا ویژگی‌های بیشتری انتخاب و کلیدهایی با جزئیات بیشتر وارد گردند. برنامه‌ی DELTA اولین بار توسط Dallwitz (1992) توسعه پیدا کرد که نسخه ۴ و تحت‌داس بود (Dallwitz 2000). برنامه‌ی Lucid نیز برنامه‌ی کلیدسازی مشهور دیگری است که توسط مرکز تحقیقات مدیریت آفات مناطق گرمسیری و دانشگاه کوئینزلند در سال ۱۹۹۷ تکوین یافت (Winterton *et al*. 2005). ساده‌ترین حالت برای ایجاد یک کلید کامپیوتری تهیه یک ماتریس[3] از تاکسون‌ها و ویژگی‌ها می‌باشد که در اولین نرم‌افزارهای نوشته شده همانند Keygen این ماتریس به شکل ورودی[4] بود و مشکل این روش عدم تغییر راحت اطلاعات وارد شده و درواقع ویرایش آن‌ها بود. در اولین قدم Watson and Milne (1972) برنامه‌ای را تحت نام Editor تهیه کردند.

کلیدهای تعاملی معمولاً بر پایه‌ی ماتریس‌های کاراکتر- تاکسون استوار است (Dallwitz 1974, 1992, 2005, 2006, 2012). این ماتریس‌ها همچنین می‌توانند پایه و اساس سایر فرآورده‌های تاکسونومیک باشند، البته درصورتی‌که قالب ماتریس به‌میزان کافی جامع و عمومی باشد و نرم افزار مناسب در دست‌رس باشد (Pankhurst 1988).

نرم افزار DELTA قوی‌ترین ساختار داده- ماتریس می‌باشد که خواندن آن برای افراد به‌نسبت آسان‌تر می‌باشد (Dallwitz *et al*. 2000).

کلیدهای شناسایی ایجاد شده برای راسته‌ی بال غشاییان به‌اندازه‌ی خود اعضای این راسته دارای تنوع زیادی می‌باشند (Whitfield 1998). غالب کلیدهای شناسایی موجود برای این راسته منحصر به زیرمجموعه‌ی راسته و یا مکان جغرافیایی خاصی می‌باشد. تعداد اندکی از کلیدهای شناسایی دوتایی[5] برای شناسایی تمامی خانواده‌های راسته‌ی بال‌غشاییان موجود می‌باشد که می‌توان به کلیدهای Noyes and Valentine (1989)، Triplehorn and Johnson (2005) و Goulet (1993) and Huber اشاره نمود. کلید دوتایی ارزشمند بال‌غشاییان کاستاریکا (Hanson and Gauld 1995) شامل ۶۱ خانواده از ۸۹ خانواده‌ی شناسایی شده در منطقه بود.

بیشتر کلیدهای شناسایی تعاملی، محدود به گروه های تاکسونومیکی کوچکی از بال‌غشاییان هستند و تنها کلید تعاملی مفصل، کلید خانواده‌های بال‌غشاییان انگلستان با ۵۵ خانواده می‌باشد که تصاویر آن از مجموعه‌های نگاشته شده‌ی حشرات انگلستان اقتباس گردیده و قابل دست‌رس در سایت http://DELTA-

۱- Hypertext
۲- Polyclade
۳- Matrix
۴- Input
۵- Dichotomous keys

/intkey.com/britin/hym مـی‌باشـد (Watson and Dallwitz 2003).

کلیدهای شناسایی دوشاخه‌ای چاپی، ثابت و غیرقابل تغییر بوده، اغلب به‌صورت بازتابی از فرضیه‌ی فیلوژنتیک زمان انتشارشان می‌باشند. درحالی‌که کلیدهای تعاملی با مبنای شبکه و بانک اطلاعاتی[1] به‌سرعت قابل تجدیدنظر و به‌روز شدن می‌باشند که اجازه‌ی دست‌رسی به اطلاعات جدید را به کاربر می‌دهند (Weeks *et al.* 1999). ازاین‌رو کلیدهای تعاملی در مقایسه با کلیدهای دوشاخه‌ای مزایای متعددی دارند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- آزادی و انعطاف بالای کاربر در انتخاب ویژگی‌های کلیدهای تعاملی، ۲- حذف و یا اضافه نمودن ویژگی و یا تاکسون به کلید، ۳- تحمل و پذیرش خطا، ۴- مکان‌یابی خطاها، ۵- ارائه‌ی مناسب‌ترین ویژگی‌ها در هر مرحله از تشخیص، ۶- ارائه‌ی یادداشت در تفسیر هر ویژگی، ۷- عدم محدودیت برای ارائه‌ی اشکال ویژگی و تاکسون، ۸- پیدا نمودن شباهت‌ها و اختلافات بین تاکسون ها، ۹- ایجاد توصیف‌های افتراقی، ۱۰- اظهار و بیان عدم قطعیت، ۱۱- توانایی کار با مجموعه‌ی اطلاعات بزرگ و ۱۲- تشخیص تعاملی از طریق اینترنت (Dallwitz 2000, Penev *et al.* 2009).

امروزه این نوع کلیدها کاربرد فراوانی دارند به‌عنوان نمونه می‌توان به کلید ساخته شده در مورد خانواده‌های دوبالان انگلیس تحت برنامه‌ی DELTA (Watson and Dallwitz 2003)، برنامه‌ی بال‌ریشک‌داران مهم جهان تحت برنامه‌ی Lucid (Winterton *et al.* 2005)، کلید شناسایی مگس‌های مینوز که تحت برنامه‌ی Linnaeus II می‌باشد (Dempewolf 2004) و سخت‌بال‌پوشان (Lawrence *et al.* 2000; Lobanov 2003)، اشاره کرد. با توجه به این‌که در ایران تاکنون تحقیقی روی کلیدهای شناسایی تعاملی صورت نگرفته و تهیه‌ی کلیدهای شناسایی با عنوان Intkey روی اکثریت حشرات و بالاخص بالاخانواده‌های راسته‌ی بال‌غشاییان (به‌استثنای بالاخانواده‌ی Chalcidoidea) در سایر نقاط دنیا در حال گسترش می‌باشد و بررسی‌های اندکی در زمینه‌ی این راسته وجود دارد (Seltmann 2004)، لذا این تحقیق با هدف ایجاد کلید تعاملی مناسبی برای زنبورهای بالاخانواده‌ی Chalcidoidea توسط نرم‌افزار DELTA انجام گردید.

توضیح قسمت‌های مختلف و نحوه‌ی کار با نرم‌افزار ساخت کلید تعاملی

در این بخش به نحوه‌ی استفاده و شناسایی نمونه‌های متعلق به زیرخانواده‌های بالاخانواده‌ی Chalcidoidea توسط نرم‌افزار DELTA (زبان توصیفی برای تاکسونومی) (Dallwitz *et al.* 1993a, b, 2000) به‌عنوان راهنمای اصلی برای شناسایی و معرفی الگوهای موجود از طریق نوارهای ابزار موجود در برنامه پرداخته شد. زیرخانواده‌های مورد نظر براساس منابع موجود دراین زمینه درنظر گرفته شدند (Grissell 1995, Gibson *et al.* 1999, Noyes 2012).

فرآیند ایجاد کلید تعاملی توسط نرم‌افزار طبقه‌بندی داده‌ی DELTA با وارد کردن ویژگی‌ها و تاکسون‌ها در ماتریس DELTA آغاز می‌شود. نرم‌افزار مربوطه از طریق آدرس اینترنتی http://DELTA-Intkey.com دانلود و پس از نصب اطلاعات مربوطه از زیربرنامه‌ی DELTA editor وارد سیستم گردید. داده‌های وارد شده جهت ساخت کلید تعاملی زنبورهای بالاخانواده‌ی Chalcidoidea، شامل ۸۶ زیرخانواده و ۲۰۵ کاراکتر مربوط به قسمت‌های مختلف شامل شاخک، کپسول سر، قفسه‌ی سینه، بال، پا، شکم و ضمایم و ... بود که در فرمت DELTA جمع‌آوری شد. اطلاعات مربوط به نوع کاراکتر، قابلیت اطمینان کاراکتر، یادداشت‌های مرتبط با کاراکتر، اشکال و تصاویر مربوط به تاکسون‌ها، حالات مختلف کاراکتر وارد نرم‌افزار گردیدند. هنگامی‌که داده‌ها وارد نرم‌افزار DELTA شدند، برنامه‌ی CONFOR اطلاعات را به قالب‌های متعددی شامل قالب NEXUS، زبان طبیعی لیستی از کاراکترها، کلیدهای غیرخطی (Intkey) و یا کلیدهای مرسوم دوتایی ترجمه می‌نماید. در واقع CONFOR فایل‌های دستوری ایجاد شده توسط DELTA را ترجمه می‌نماید. جهت اجرا شدن CONFOR باید ابتدا فایل‌های دستوری را به‌عنوان فایل متنی درآورد و سپس گزینه‌ی تنظیمات کاربردی

۱- Web based

"Action sets" را از منوی داخل برنامه‌ی DELTA اجرا کرد. با استفاده از این گزینه برنامه‌ی CONFOR، می‌توان نوع ترجمه‌ی اطلاعات از فایل‌های ره‌نمود را انتخاب کرد.

CONFOR فایل‌های دستوری را که توسط سایر برنامه‌ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت، می‌سازد. این هشت فایل ره‌نمود، سیستم‌های اصلی برنامه هستند که با پسوندهای مختلفی شامل ink، bak و یا ini جدا می‌گردند.

هنگام ترجمه به فرمت Intkey، برنامه‌ی CONFOR فایل‌های "toint " و "intkey.ink" را ایجاد می‌کند که جهت اجرا شدن کلید تعاملی مورد نیاز می‌باشند. سه فایل اولیه محصول DELTA و CONFOR شامل Chars، items و specs می‌باشند که اولی ویژگی‌ها را بیان نموده، دومی شامل لیست تاکسون‌ها و سومی نحوه‌ی ارتباط دو دسته ویژگی و تاکسون را مشخص می‌نماید. فایل‌های ایجاد شده توسط پنجره‌ی ویرایش، توسط کاربر مورد استفاده قرار می‌گیرند، اگرچه بهتر است فایل‌ها را مستقیماً به‌وسیله‌ی نرم‌افزار Notepad در سیستم ویندوز دستوری نمود.

پیش از استفاده از DELTA، بیش از ۶۰ فایل دستوری شکل می‌گیرد. تمامی فایل‌های دستوری در پوشه‌ی واحدی جای می‌گیرند. این پوشه عنوان "directives" می‌گیرد و داخل پوشه‌ی بزرگ‌تری که با عنوان ویژه‌ی interactive key برچسب خورده است، قرار می‌گیرد. فایل جداگانه برای تصاویر مورد استفاده در داخل کلید نیز داخل فایل دستوری ایجاد می‌گردد. یکی از ملزومات برنامه این است که تمامی فایل‌های تصاویر داخل پوشه‌ی واحدی جای گیرند. فایل آغازگر برای برنامه‌ی DELTA به‌عنوان فایل dlt در خارج از پوشه‌های محصول قرار می‌گیرد که می‌تواند در پیدا کردن فایل‌های اضافی ایجاد شده در اثر ویرایش با برنامه‌ی Notepad مفید باشد. Intkey یکی از ترجمه‌های ماتریس DELTA با استفاده از برنامه‌ی CONFOR می‌باشد.

مراحل شناسایی نمونه‌ی مورد نظر توسط نرم افزار DELTA

تصویر زیر اولین صفحه‌ای است که با آغاز فرآیند شناسایی زنبورهای بالاخانواده‌ی Chalcidoidea توسط کاربر مشاهده می‌شود. این صفحه به چهار بخش تقسیم شده است. دو بخش سمت چپ لیست کاراکترها و دو بخش سمت راست لیست تاکسون‌ها یا زیرخانواده‌های موجود در بالاخانواده‌ی Chalcidoidea را نشان می‌دهند (شکل ۱).

لیست کاراکترها می‌توانند در دو حالت "Best Order" و یا "Natural Order" نمایش داده شوند. آیکون‌های Intkey در نوار منو تعبیه شده‌اند (شکل ۲) که با قرار دادن ماوس روی هریک از آن‌ها عمل‌کردشان (جدول ۱) نمایش داده می‌شود.

جعبه‌ی اطلاعات

این تصویر جعبه‌ی محاوره‌ای اطلاعات را نمایش می‌دهد که توسط کلیک روی آیکون در گوشه‌ی سمت چپ بالا قابل دست‌رسی است. در این صفحه کاراکترها به‌صورت بهترین حالت[1] قابل مشاهده‌اند. به این معنی که اولین کاراکتر بهترین کاراکتر جهت استفاده است و لذا کارآمدترین کاراکتر برای حذف بیشترین تعداد تاکسا از لیست کاربر می‌باشد. با این وجود لزومی برای شروع شناسایی توسط این کاراکتر نمی‌باشد اما بهتر است که کاراکترها را به‌ترتیب چیدمانشان انتخاب کرد[2].

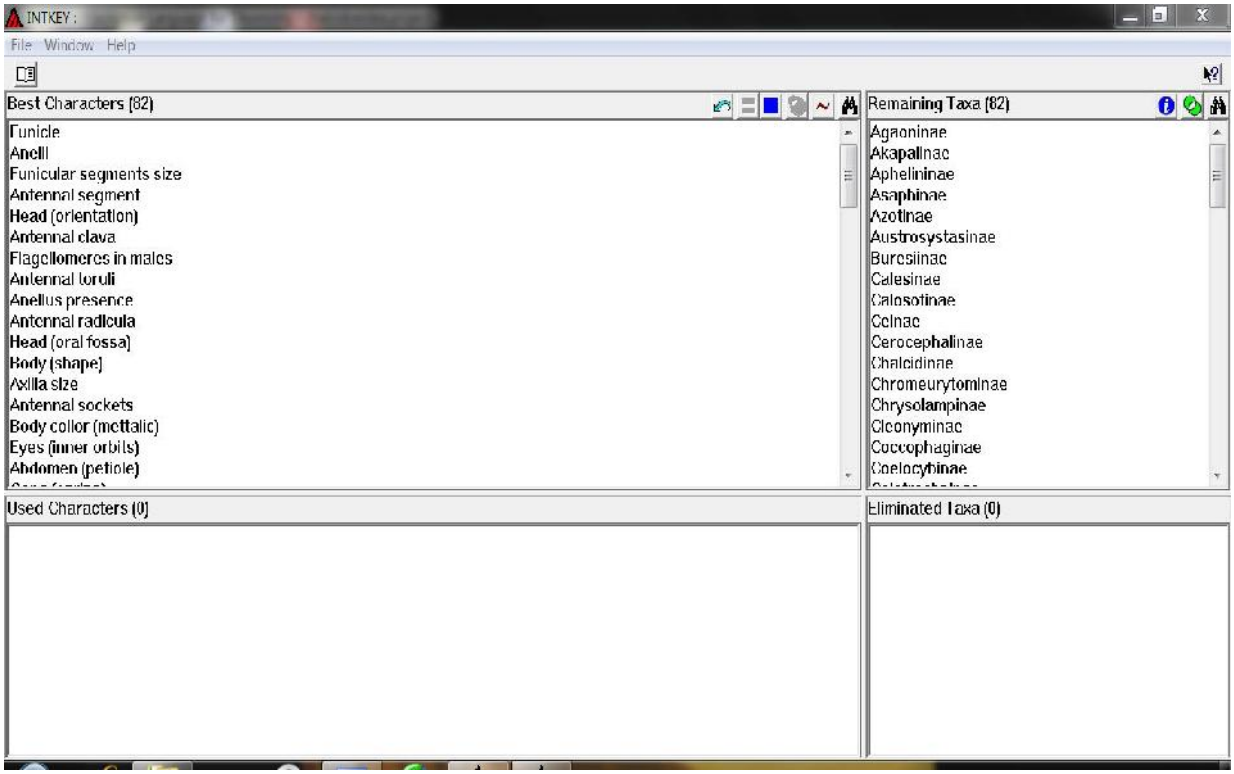
اگر در هر مرحله از شناسایی اشتباهی در انتخاب‌ها صورت گرفت و نیاز به تصحیح داشت، می‌توان روی کاراکتر مناسب در قسمت Used characters ناحیه‌ی سمت چپ پایین کلیک کرد. در این صورت جعبه‌ی محاوره‌ای کاراکتر با انتخاب قبلی به‌صورت پررنگ ظاهر می‌شود. با کلیک روی آن از حالت انتخاب خارج می‌گردد و می‌توان مجدداً انتخاب صحیح را انجام داد.

۱- Best order

۲- می‌توان بیش از یک حالت را برای کاراکتر مدنظر انتخاب کرد. این در صورتی است که درمورد تطابق هر یک از این حالات با نمونه‌ی موردنظر اطمینان نداریم. برای خارج کردن هر یک از حالات از انتخاب کلیک کردن مجدد روی آن کافی است.

استفاده از زیرمجموعه‌ای از کاراکترها

بیشتر مؤلفین لیستی از زیرمجموعه‌ای از کاراکترها را ایجاد می‌کنند که به کاربر امکان دسترسی آسان به گروهی از کاراکترها بدون نیاز به بررسی لیست کامل کاراکترها را می‌دهد. این حالت در مواردی که با مجموعه‌ای از گروه کاراکترهای بزرگ کار می‌شود بسیار مفید می‌باشد (شکل۳).



شکل ۱- نمایی از اطلاعات وارد شده‌ی مربوط به زیرخانواده‌های Chalcidoidea و کاراکترهای شناسایی آن‌ها در صفحه‌ی نخست برنامه‌ی Intkey در نرم‌افزار DELTA (اصلی)

Figure 1. The first page of DELTA software including the subfamilies of Chalcidoidea and the characters used for identification (Original)

شکل ۲- آیکون‌های موجود در برنامه‌ی Intkey (اصلی)

Figure 2. Available icons at Intkey programme (Original)

جدول ۱- فهرستی از آیکون‌ها و عمل‌کرد آن‌ها در نرم‌افزار DELTA
Table 1. List of DELTA icons and their actions

عنوان	آیکون	شرح (یا کارکرد)
مقدمه و منابع (جعبه‌ی اطلاعات)		به کاربر این امکان را می‌دهد که اطلاعات اضافی درمورد مجموعه‌ی داده‌ها را خوانده، فایل‌های منبع نویسنده را مشاهده نماید.
کلید Help		جهت یافتن اطلاعات بیشتر درمورد هریک از دکمه‌ها در مجموعه ابتدا دکمه‌ی Help و سپس دکمه‌ی موردنظر بایستی فشار داده شود.
شروع مجدد شناسایی		برای آغاز شناسایی مجدد از این کلید استفاده می‌شود.
بهترین ترتیب		خصوصیات را در بهترین حالت ممکن در قسمت بالا- سمت چپ نشان می‌دهد. زمانی‌که خصوصیات در این حالت نمایش هستند، این آیکون غیرفعال می‌گردد.
ترتیب عادی		خصوصیات را در قسمت بالا- سمت چپ به همان صورتی‌که نویسنده آن‌ها را در لیست کاراکترها جای داده نمایش می‌دهد.
تنظیم میزان تحمل خطا		یک تاکسون تا زمانی‌که تعداد تفاوت‌های مابین آن و نمونه‌ی مورد بررسی بیشتر از دامنه‌ی تحمل خطا باشد، تحت بررسی خواهد ماند. اگر چنان‌چه کاربر از این‌که در شناسایی اشتباه کرده است، آگاه باشد اما از محل خطا اطلاعی نداشته باشد باید رقم فعلی را تا رقم ۱ بالا ببرد.
استفاده از زیرمجموعه‌ای از کاراکترها		این کلید به کاربر اجازه‌ی انتخاب مجموعه‌ای از کاراکترها را جهت استفاده در عملیات بعدی می‌دهد.
جستجو		به کاربر امکان یافتن متنی را در بین کاراکترها و یا اسامی تاکسون‌ها می‌دهد.
اطلاعات درمورد تاکسون‌ها		به کاربر اجازه‌ی مشاهده‌ی هر نوع اطلاعاتی درمورد تاکسون انتخاب شده همچون توصیفات و تصاویر را می‌دهد.
تفاوت بین تاکسون‌ها		اختلافات بین تاکسون‌ها را نمایش می‌دهد (بایستی پیش از فشار دادن این کلید دو و یا تعداد بیشتری تاکسون انتخاب گردند).
استفاده از زیرمجموعه‌ای از تاکسون‌ها		به کاربر اجازه‌ی انتخاب زیرمجموعه‌ای از تاکسون‌ها را در مقابل کل مجموعه می‌دهد. زیرمجموعه‌ها توسط نویسنده تعیین می‌گردند.

یادداشت‌های مرتبط با کاراکترها

برای کمک به تفسیر بهتر حالات کاراکترها، ممکن است مؤلف کلید یادداشت‌ها و یا تصاویری برای کاراکترهای مختلف تعبیه نماید که درصورت انتخاب کاراکتر قابل مشاهده‌اند (شکل۴).

عدم تطابق‌ها

برخی اوقات ممکن است تمامی تاکسون‌ها بسته به ارزش کاراکترهایی که انتخاب می‌کنید حذف گردند. این حالت عدم تطابق خوانده می‌شود. در این صورت نرم‌افزار این هشدار را به کاربر داده دکمه‌ای را نمایش می‌دهد که توسط آن به برنامه اجازه‌ی پذیرفتن عدم تطابق‌ها داده شود. با کلیک کردن روی دکمه‌ی"Allow 1 mismatch" نرم‌افزار مجدداً لیست تاکسای باقی‌مانده و کاراکترهای موجود در بخش "best characters" را مورد بررسی قرار می‌دهد و به کاربر اجازه‌ی ادامه‌ی شناسایی را می‌دهد. بایستی درنظر داشت که آخرین کاراکتر انتخاب شده توسط کاربر در بخش کاراکترهای استفاده شده[۱] باقی می‌ماند.

۱ـ Used characters

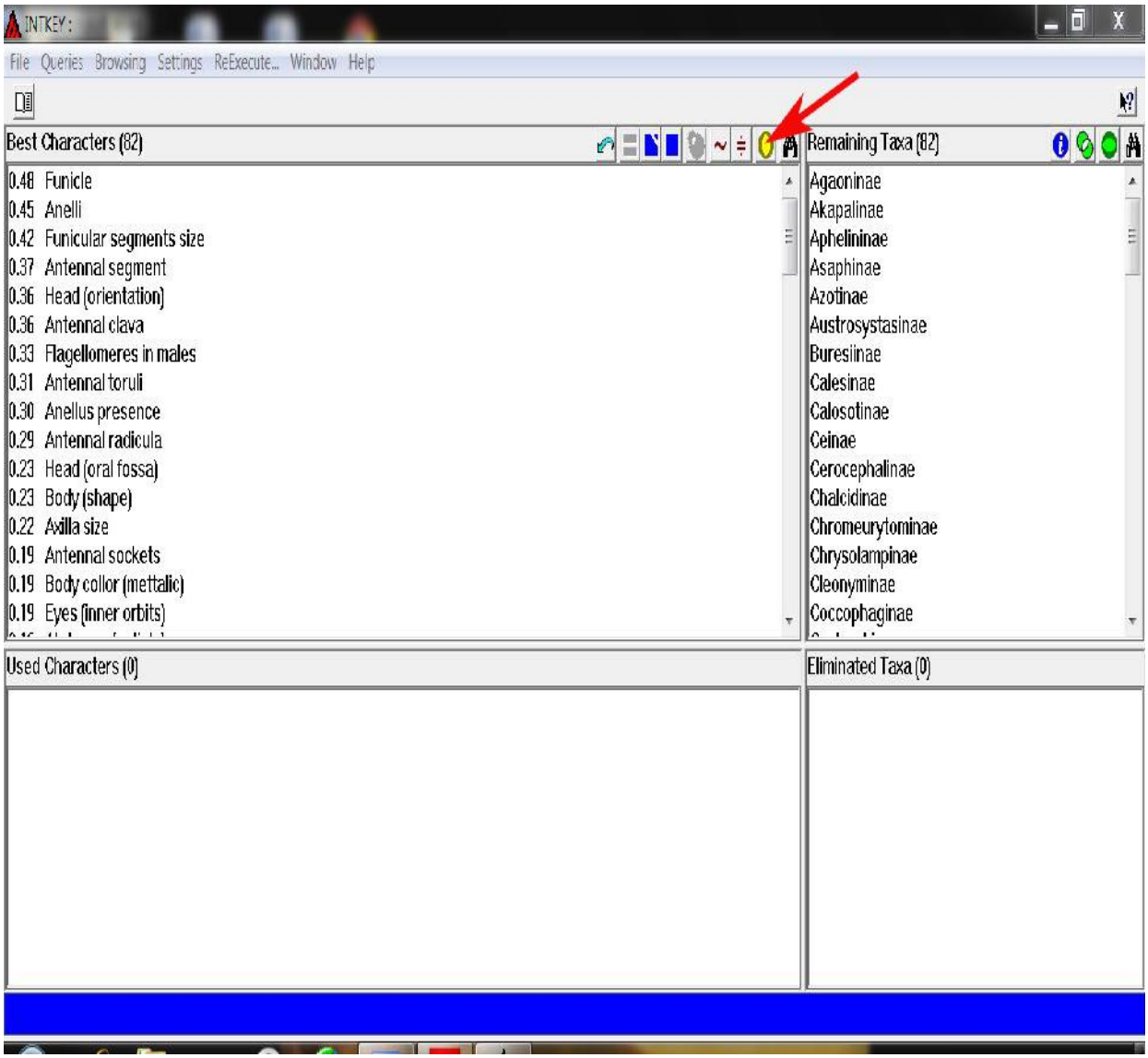
تفاوت بین تاکسون‌ها

در هر زمانی در طول مدت فرآیند شناسایی شما می‌توانید تفاوت‌های بین برخی یا تمامی تاکسای باقی‌مانده یا حذف شده را مشاهده نمایید.

جهت مشاهده‌ی تفاوت بین تاکسون‌ها

- کلید کنترل را نگه داشته تاکسای مورد نظر را نشان‌دار نمایید.
- روی دکمه‌ی تفاوت بین تاکسون‌ها کلیک نمایید.

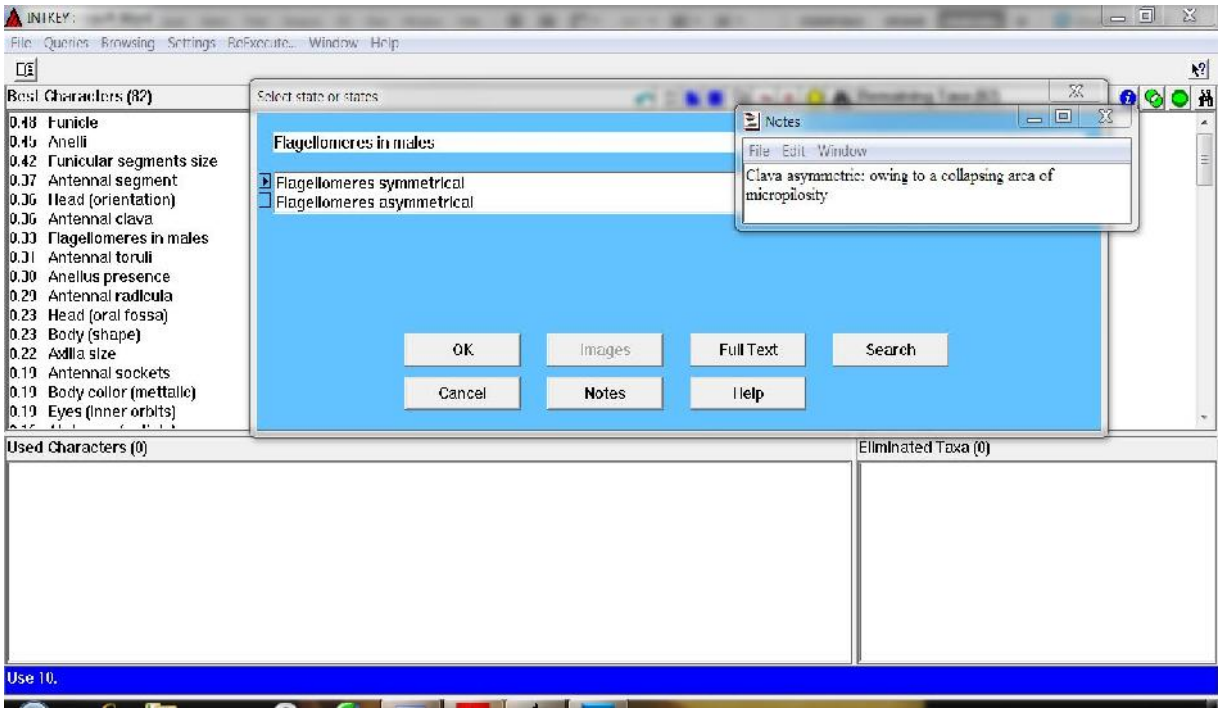
برای نمونه در شکل ۵ تفاوت بین تاکسون‌های "Asaphinae"، "Calesinae" و "Cercocephalinae" استخراج شده‌اند.



شکل۳- نمایی از برنامه‌ی دلتا (اصلی)

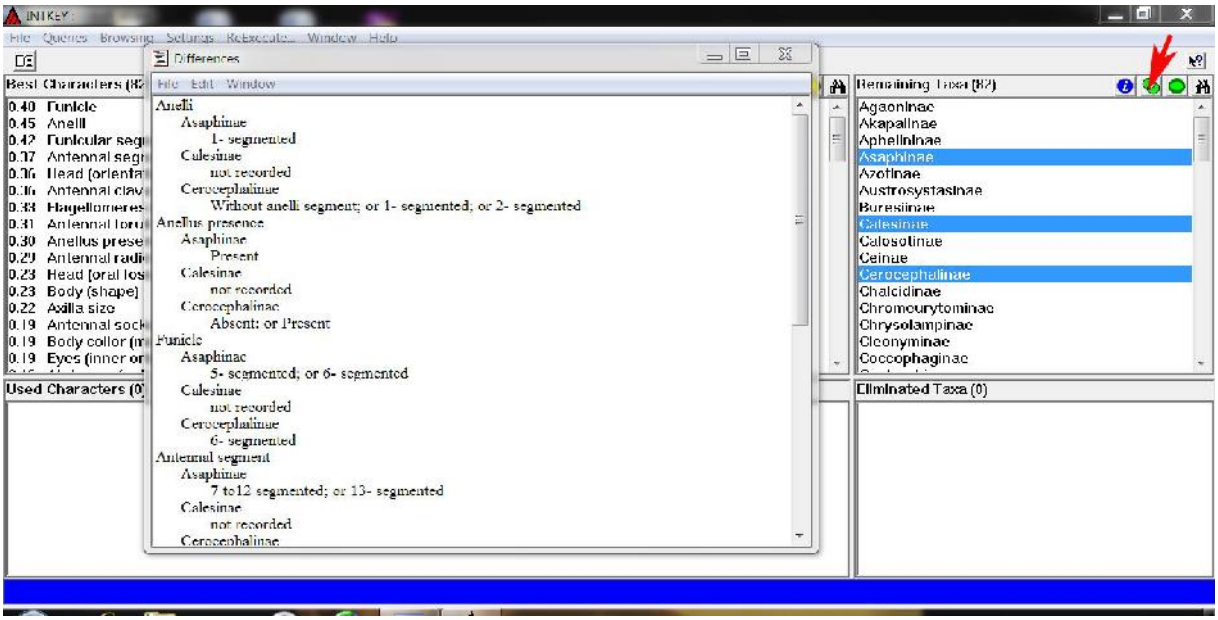
Figure 3. Sheet of DELTA program (Original)

جهت برگشت مجدد به نحوه‌ی نمایش بهترین ترتیب، از آیکون استفاده می‌گردد.



شکل ۴- نمایی از برنامه‌ی دلتا و نحوه‌ی نمایش یادداشت‌های موجود (اصلی)

Figure 4. Sheet of DELTA programme with a note window (Original)



شکل ۵- نمایی از برنامه‌ی دلتا و نمایش تفاوت بین تاکسون‌ها (اصلی)

Figure 5. Sheet of DELTA programme and differences between taxa (Original)

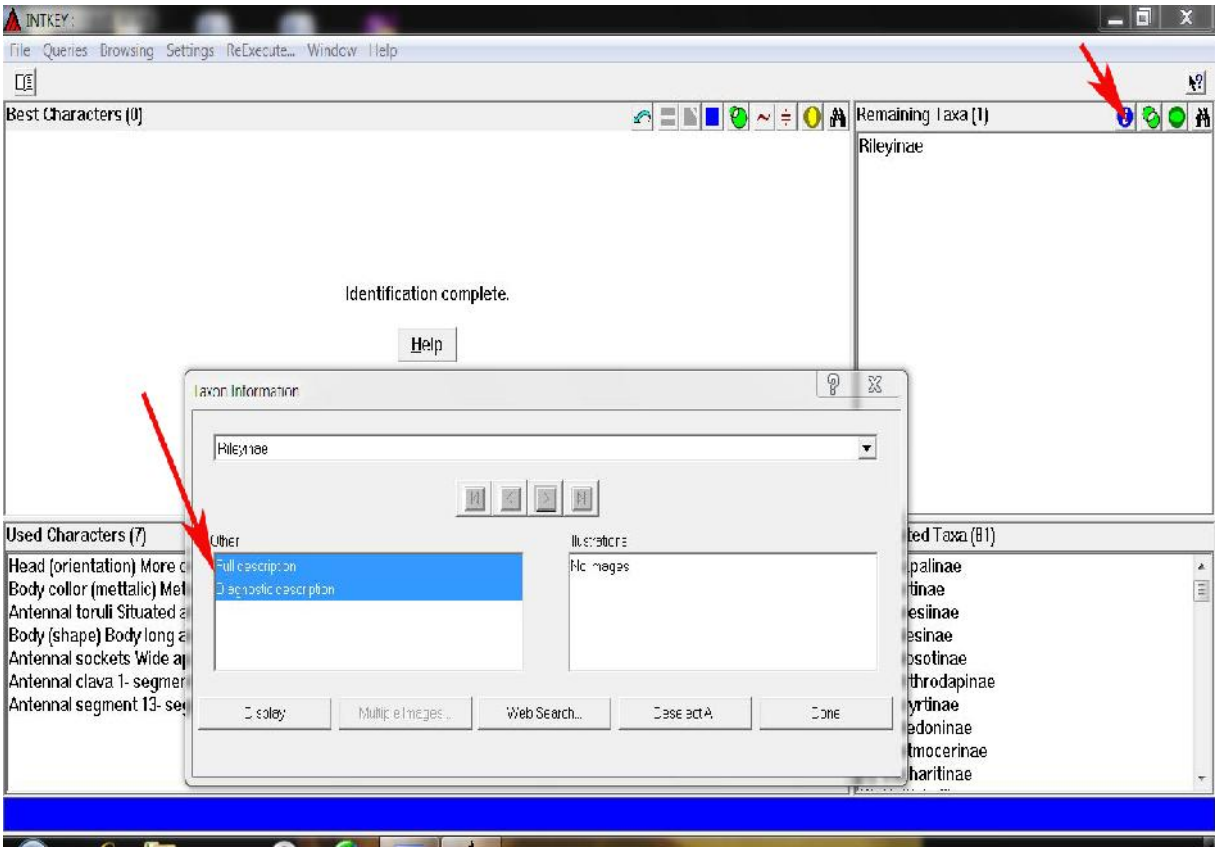
پس از اتمام شناسایی و باقی ماندن یک تاکسون برای مشاهده‌ی هرگونه اطلاعات تکمیلی موجود در زمینه‌ی تاکسون شناسایی شده کافی است روی دکمه‌ی در قسمت بالا، سمت راست کلیک کنید.

نمایش اطلاعات در مورد تاکسون

جعبه‌ی محاوره‌ای اطلاعات با لیستی از اطلاعات برای تاکسون شامل توصیفات کامل، خلاصه و تشخیصی نمایش داده می‌شود.

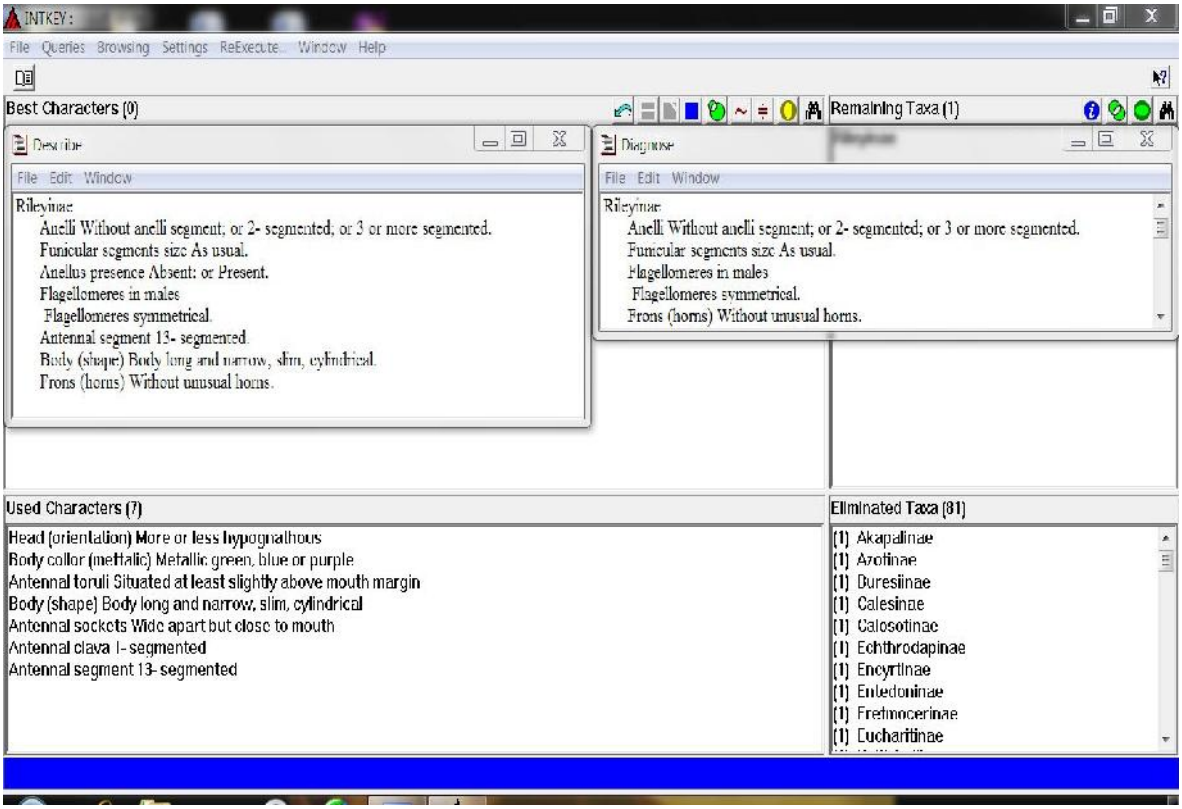
اغلب تصاویری مرتبط با تاکسون انتخاب شده شامل نقشه‌ها، عکس‌هایی از تاکسون و عکس‌هایی از ویژگی‌های جالب یا ویژگی‌های مؤثر در شناسایی موجود می‌باشند. می‌توان هریک یا تمامی اطلاعات موجود برای تاکسون را مشاهده نمود. برای این کار باید تمامی توصیفات مدنظر را نشان‌دار کرد و دکمه‌ی display را فشار داد (شکل ۶).

این اطلاعات نمایش داده شده، قابلیت ذخیره روی کامپیوتر یا انتقال به چاپگر توسط ویندوز را دارا می‌باشند (شکل ۷).



شکل ۶- نمایی از برنامه‌ی دلتا و انتخاب نحوه‌ی نمایش اطلاعات درمورد تاکسون موردنظر (اصلی)

Figure 6. Programme sheet of DELTA with taxon information window (Original)



شکل ۷- مثالی از نمایش اطلاعات توصیفی و تشخیصی توسط برنامه‌ی دلتا (اصلی)

Figure 7. An example of how to display descriptive and diagnostic information using DELTA program (Original)

برای ادامه، می‌توان تمامی پنجره‌های اطلاعاتی را با انتخاب گزینه‌ی "Window – Close All" از نوار ابزار هریک از نواحی دید.

جستجو

۱- کاراکترها

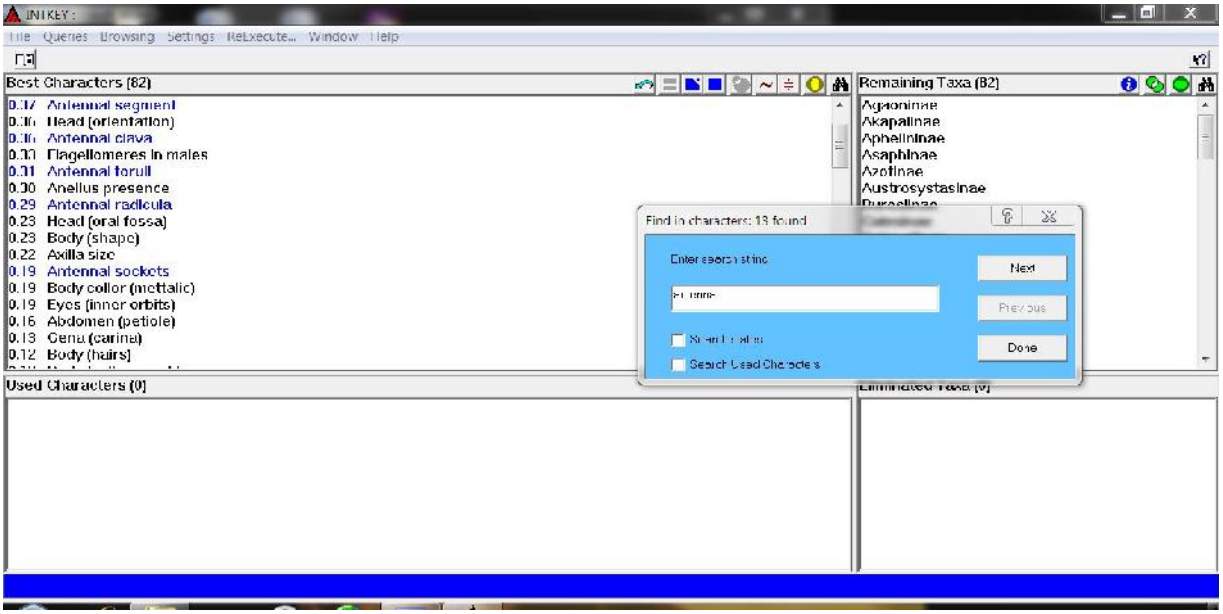
درصورت نیاز به جستجوی کاراکتری خاص یا کاراکتری که شامل کلمات خاصی می‌باشد، می‌توان از دکمه‌ی جستجو روی نوار ابزار سمت چپ استفاده نمود. باید روی کلیک نموده، کلمه‌ی مورد نظر را تایپ کرد و روی "find" کلیک نمود. تمامی کاراکترهای مطابق با این جستجو در لیست کاراکترها در سمت چپ به‌صورت نشان‌دار شده نمایش داده می‌شوند (شکل ۸).

۲- تاکسا

درصورت جستجوی تاکسونی خاص، بایستی از دکمه‌ی جستجو در نوار ابزار سمت راست استفاده نمود و اسم موردنظر را تایپ و باکس "select one" را علامت‌گذاری کرد و سپس روی جستجو کلیک نمود (شکل۹).

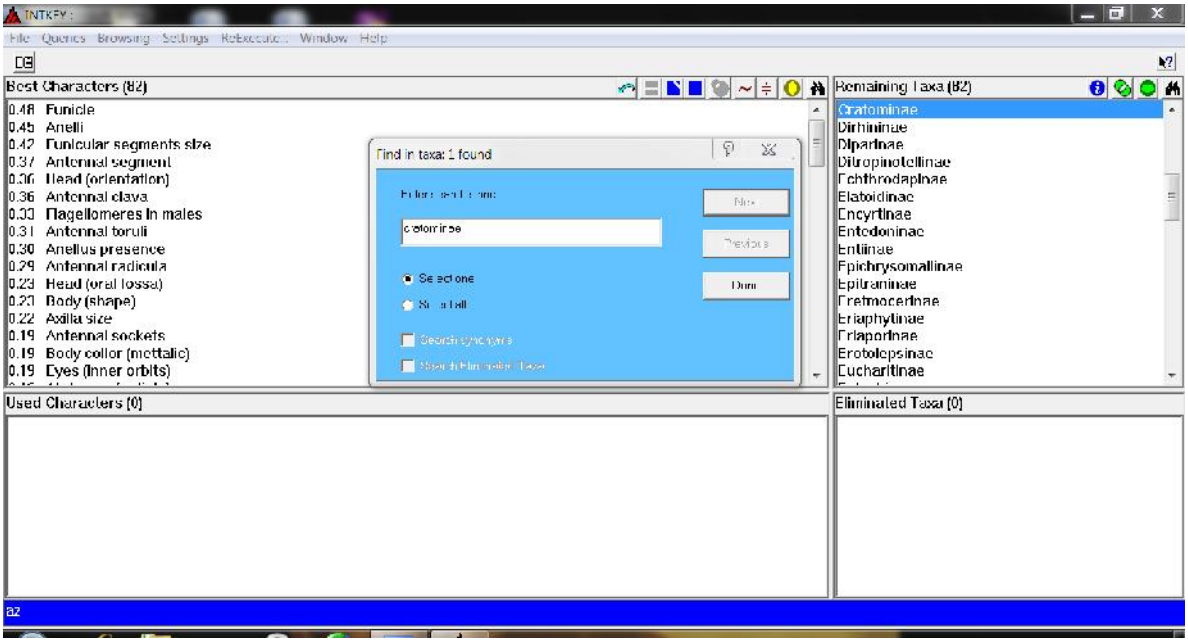
درصورت نیاز به جستجو در بین تاکسای باقی‌مانده و حذف شده، نیز بایستی باکس‌های مربوط را علامت‌گذاری و سپس روی جستجو کلیک کرد.

در زیر مثالی از مراحل شناسایی نمونه‌ی انتخابی (شکل ۱۰) از زیرخانواده‌ی Eulophinae و خانواده‌ی Eulophidae (دارای ۵ زیرخانواده) با استفاده از Intkey ارائه شده، سپس با کلید دوتایی مورد مقایسه و ارزیابی قرار می‌گیرد.



شکل ۸- نحوه‌ی جستجوی کاراکترها در برنامه‌ی دلتا (اصلی)

Figure 8. Characters searching sheet in DELTA (Original)



شکل ۹- نحوه‌ی جستجوی تاکسا در برنامه‌ی دلتا (اصلی)

Figure 9. Taxa searching sheet in DELTA programme (Original)

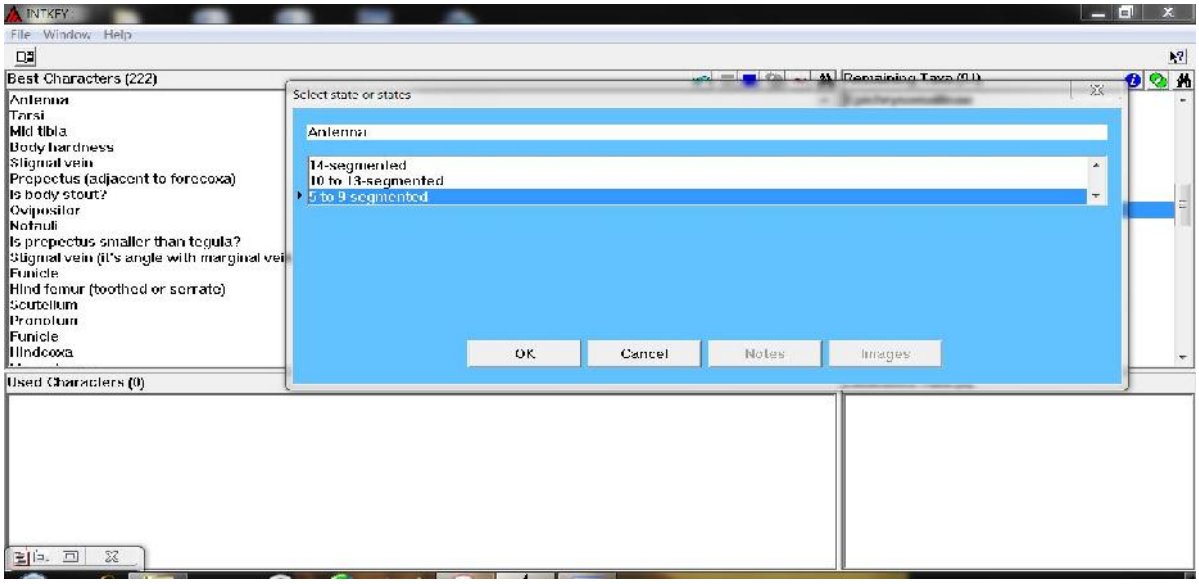
شکل ۱۰- تصویر نمونه‌ای از زنبور ماده‌ی متعلق به خانواده‌ی Eulophidae و زیرخانواده‌ی Eulophinae که برای بررسی کلید طراحی شده مورد استفاده قرار گرفت (اصلی)

Figure 10. Female of Eulophidae, Eulophinae as a representative to examine produced interactive key(Original)

در ابتدای مشاهده‌ی صفحه‌ی اصلی Intkey در بخش Best Characters ، ۲۲۲ کاراکتر و در قسمت Remaining Taxa، ۹۱ تاکسا شامل خانواده‌ها و زیرخانواده‌های بالاخانواده‌ی Chalcidoidea را می‌توان مشاهده نمود.

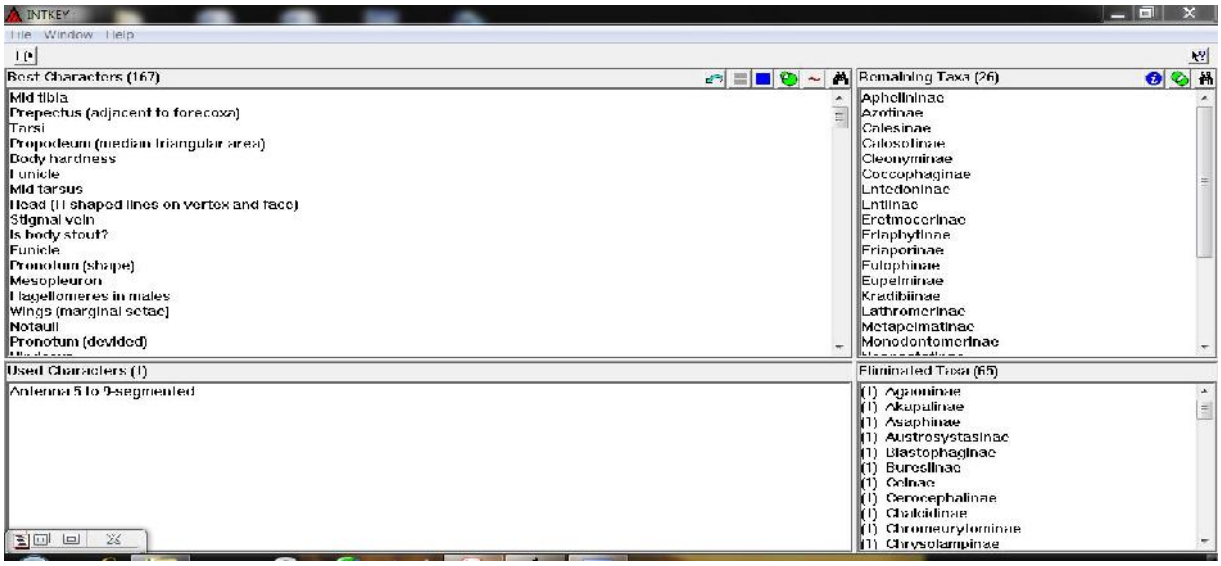
با انتخاب اولین کاراکتر که "تعداد بندهای شاخک" را تعیین می‌کند با انتخاب گزینه‌ی ۵-۹ بند که معرف تعداد بندهای شاخک در نمونه‌ی فرضی است (شکل ۱۱)، تعداد کاراکتر استفاده شده به ۱، تعداد تاکسای حذف شده به ۶۵ و تعداد تاکسای باقی‌مانده از ۹۱ به ۲۶ می‌رسد (شکل ۱۲).

سپس با انتخاب دومین کاراکتر مرتبط با "ساق پای میانی" (شکل ۱۳)، تعداد تاکسای حذف شده به ۷۸ می‌رسد (شکل ۱۴).



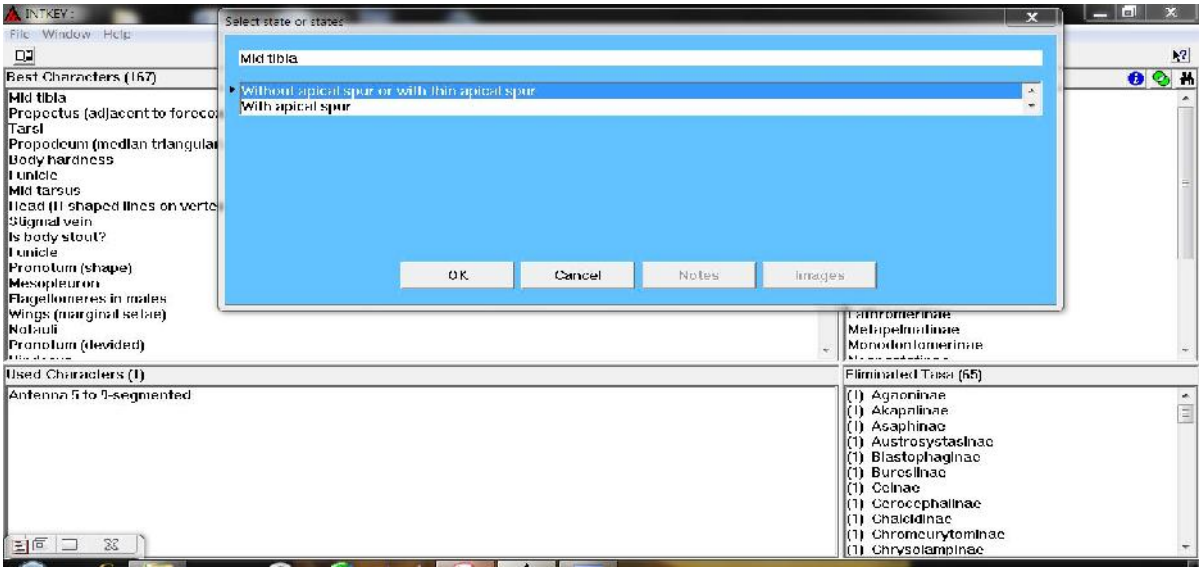
شکل ۱۱- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب اولین کاراکتر (اصلی)

Figure 11. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the first character (Original)



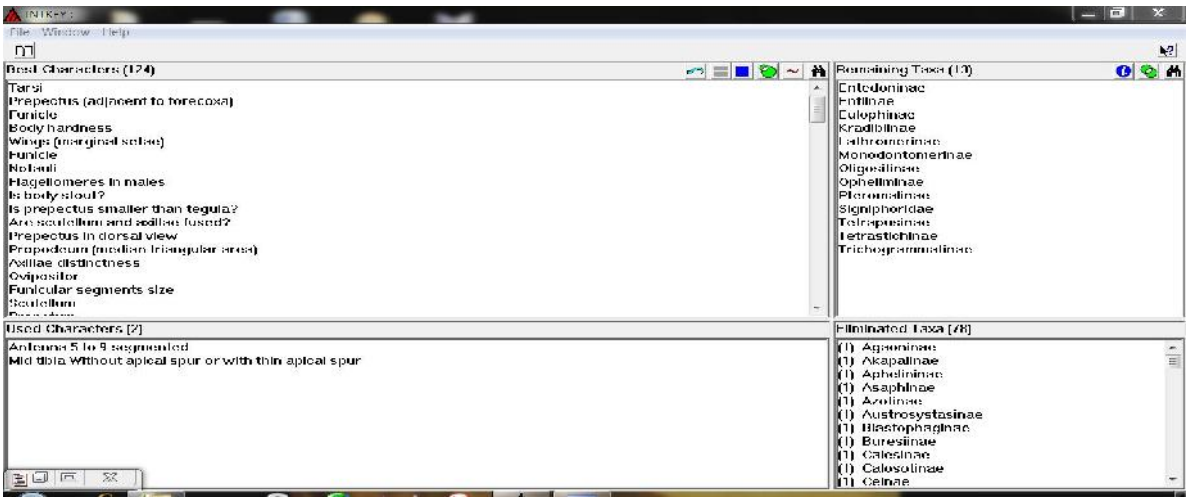
شکل ۱۲- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب اولین کاراکتر و تقلیل تاکسا به ۲۶ (اصلی)

Figure 12. Taxa selection sheet in Intkey after first character selection and reduction of taxa to 26 (Original)



شکل ۱۳- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب کاراکتر دوم (اصلی)

Figure 13. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the second character (Original)



شکل ۱۴- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب دومین کاراکتر و تقلیل تاکسا به ۱۳ (اصلی)

Figure 14. Taxa selection sheet in Intkey after second character selection and reduction of taxa to 13 (Original)

کاراکتر بعدی جهت انتخاب "تعداد بندهای پنجه‌ی پا" می‌باشد که در نمونه‌ی مورد نظر چهار بند شمارش می‌شود (شکل ۱۵). با این انتخاب تاکنون توسط ۳ کاراکتر استفاده شده، تعداد تاکسای حذف شده به ۸۲ و تعداد تاکسای باقی‌مانده به ۹ می‌رسد (شکل ۱۶).

کاراکتر منتخب بعدی "میزان سفتی بدن" می‌باشد که با توجه به نمونه، گزینه‌ی Softed-bodied انتخاب می‌شود (شکل ۱۷). دراین‌صورت با انتقال یافتن دو تاکسا از بخش تاکسای باقی‌مانده به بخش تاکسای حذف شده، تعداد تاکسای باقی‌مانده به هفت می‌رسد (شکل ۱۸).

کاراکتر بعدی در بخش Best characters مرتبط با "پیش‌گرده" می‌باشد (شکل ۱۹).

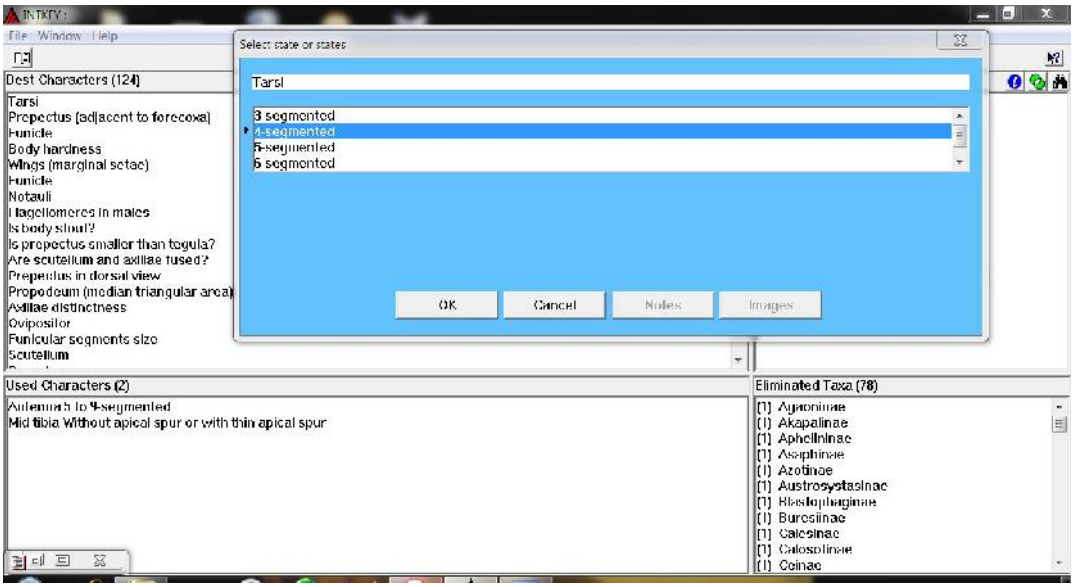
که این انتخاب نیز منجر به انتقال یک تاکسون به بخش تاکسای حذف شده می‌گردد (شکل ۲۰).

کاراکتر ششم مورد استفاده در ارتباط با "شیار نوتاولی" می‌باشد که دارای چهار حالت تعریف شده در برنامه هست. از بین این چهار حالت با توجه به نمونه، گزینه‌ی Usually converging posteriorly reaching hind margin انتخاب می‌شود (شکل ۲۱).

این انتخاب نیز همان‌طورکه در شکل ۲۲ دیده می‌شود تعداد تاکسای باقی‌مانده را به پنج تاکسا می‌رساند. گزینه‌ی مورد انتخاب بعدی در ارتباط با "تعداد بندهای فونیکول" می‌باشد. در این‌جا با توجه به نمونه‌ی فرضی با انتخاب تعداد سه بند (شکل ۲۳) تصویر صفحه‌ی Intkey به‌صورت شکل ۲۴ تغییر می‌یابد.

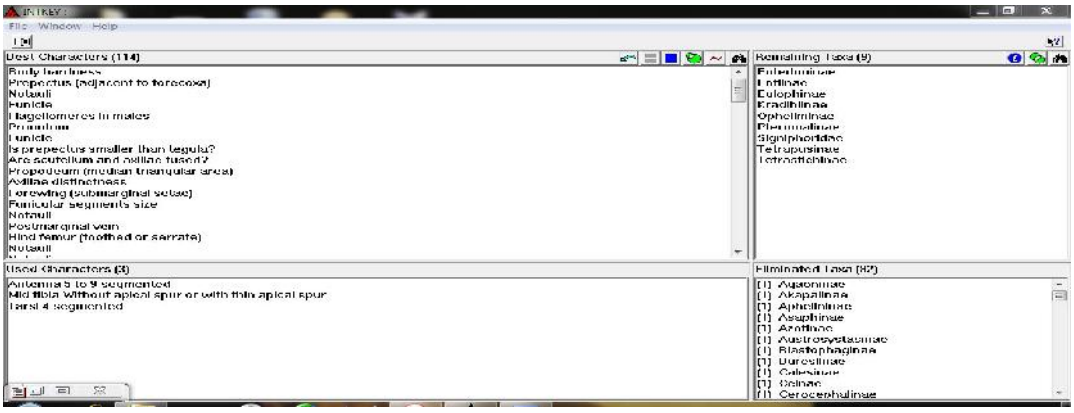
کاراکتر بعدی مرتبط با "موهای رگ‌بال زیرحاشیه‌ای در بال جلو" بوده (شکل ۲۵) و انتخاب منجر به حذف ۱ تاکسون از بخش تاکسای باقی‌مانده می‌گردد (شکل ۲۶).

و اما آخرین کاراکتری که به شناسایی نمونه می‌رسد مرتبط با "شکم" است (شکل ۲۷) که با توجه به انتخاب گزینه‌ی Without narrow tail at apex که معرف نمونه‌ی مورد نظر است، در نهایت شناسایی با باقی ماندن تاکسون Eulophinae در بخش Remaining taxa کامل می‌گردد (شکل ۲۸).



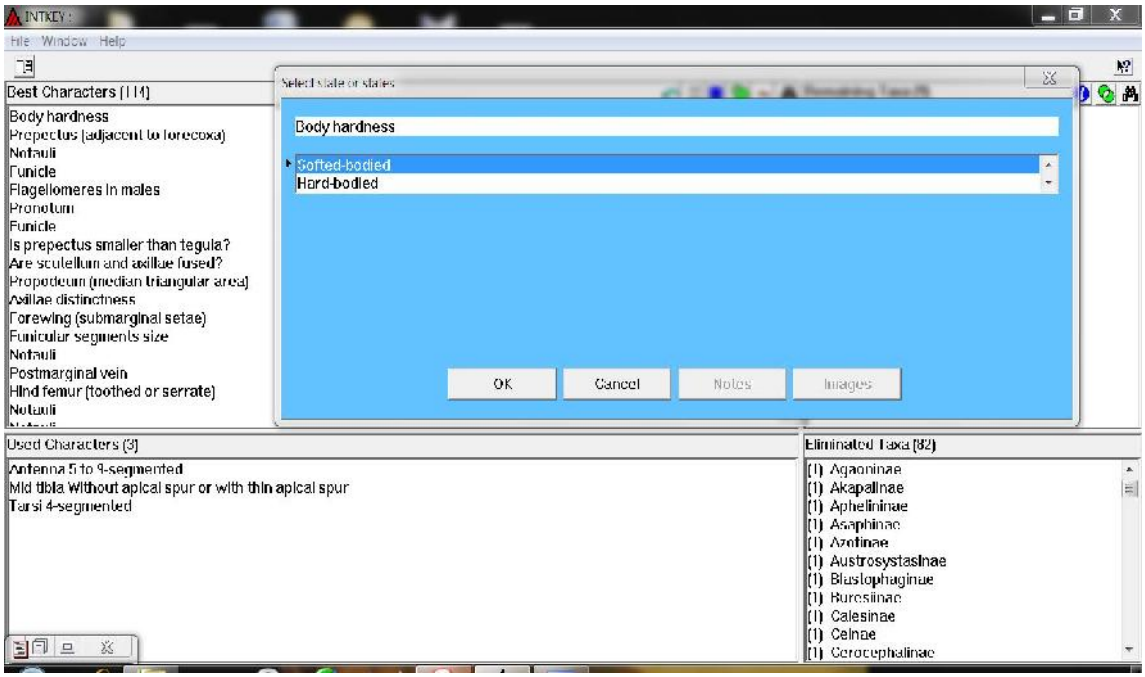
شکل ۱۵- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب کاراکتر سوم (اصلی)

Figure 15. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the third character (Original)



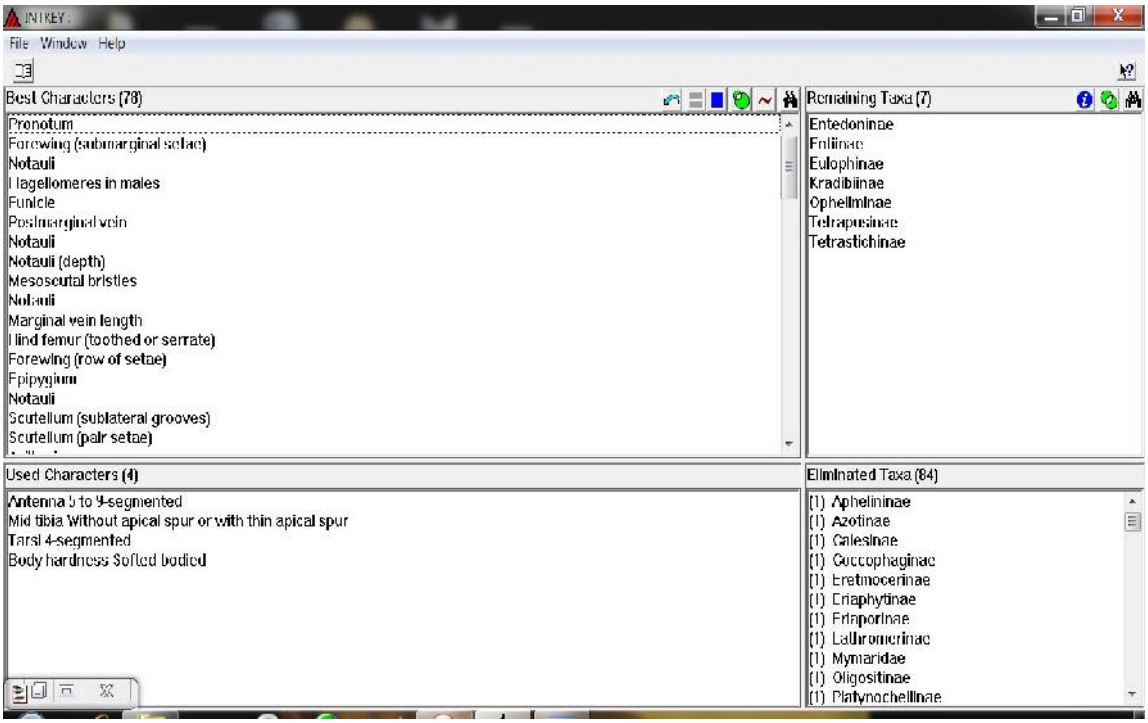
شکل ۱۶- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب سومین کاراکتر و تقلیل تاکسا به ۹ (اصلی)

Figure 16. Taxa selection sheet in Intkey after third character selection and reduction of taxa to 9 (Original)



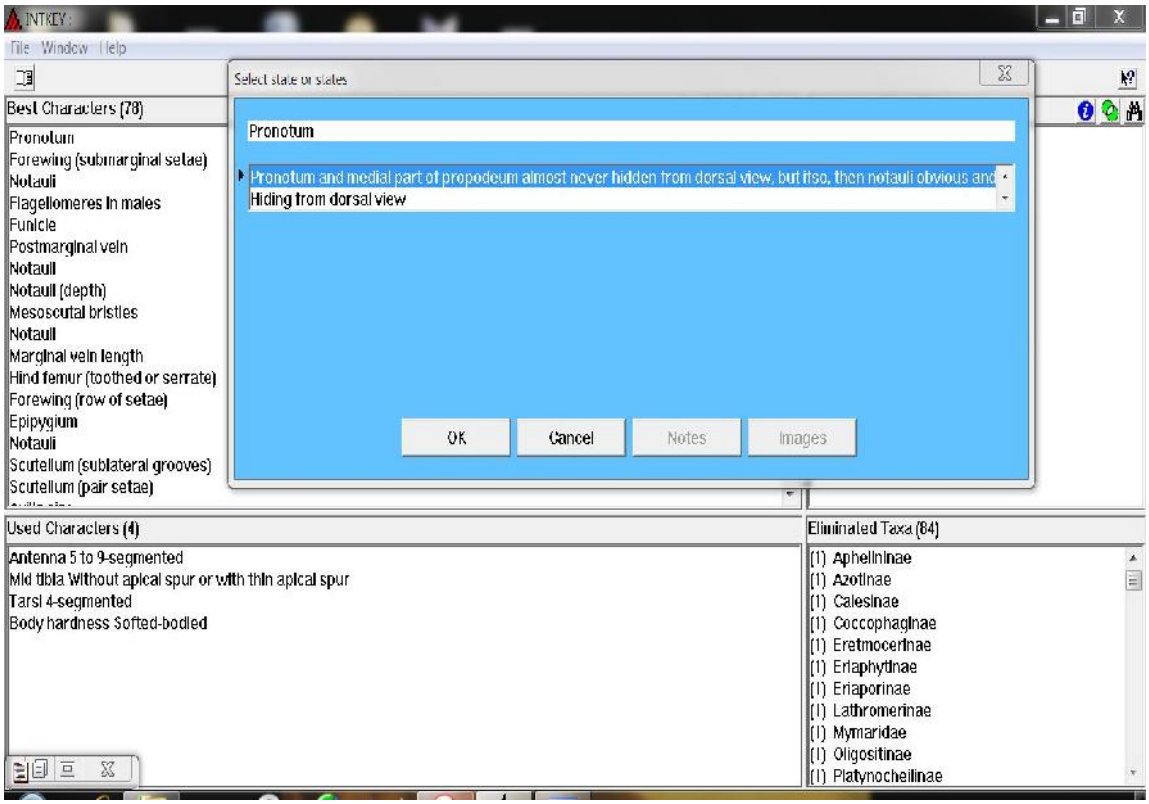
شکل ۱۷- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب چهارمین کاراکتر (اصلی)

Figure 17. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the fourth character (Original)



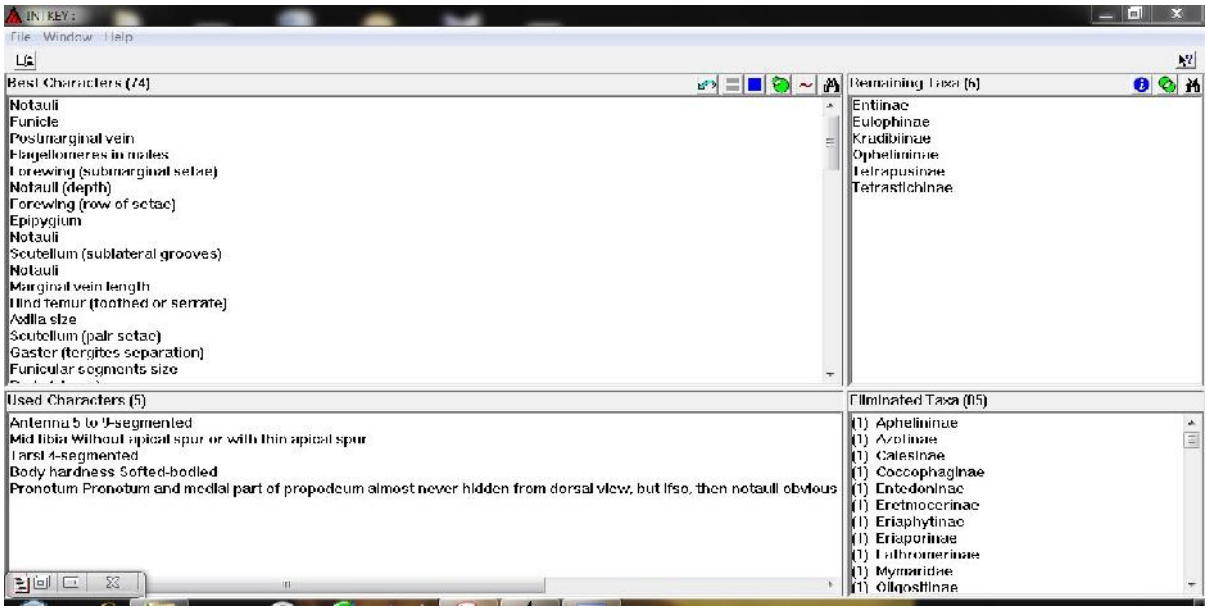
شکل ۱۸- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب چهارمین کاراکتر و تقلیل تاکسا به هفت (اصلی)

Figure 18. Taxa selection sheet in Intkey after fourth character selection and reduction of taxa to 7 (Original)



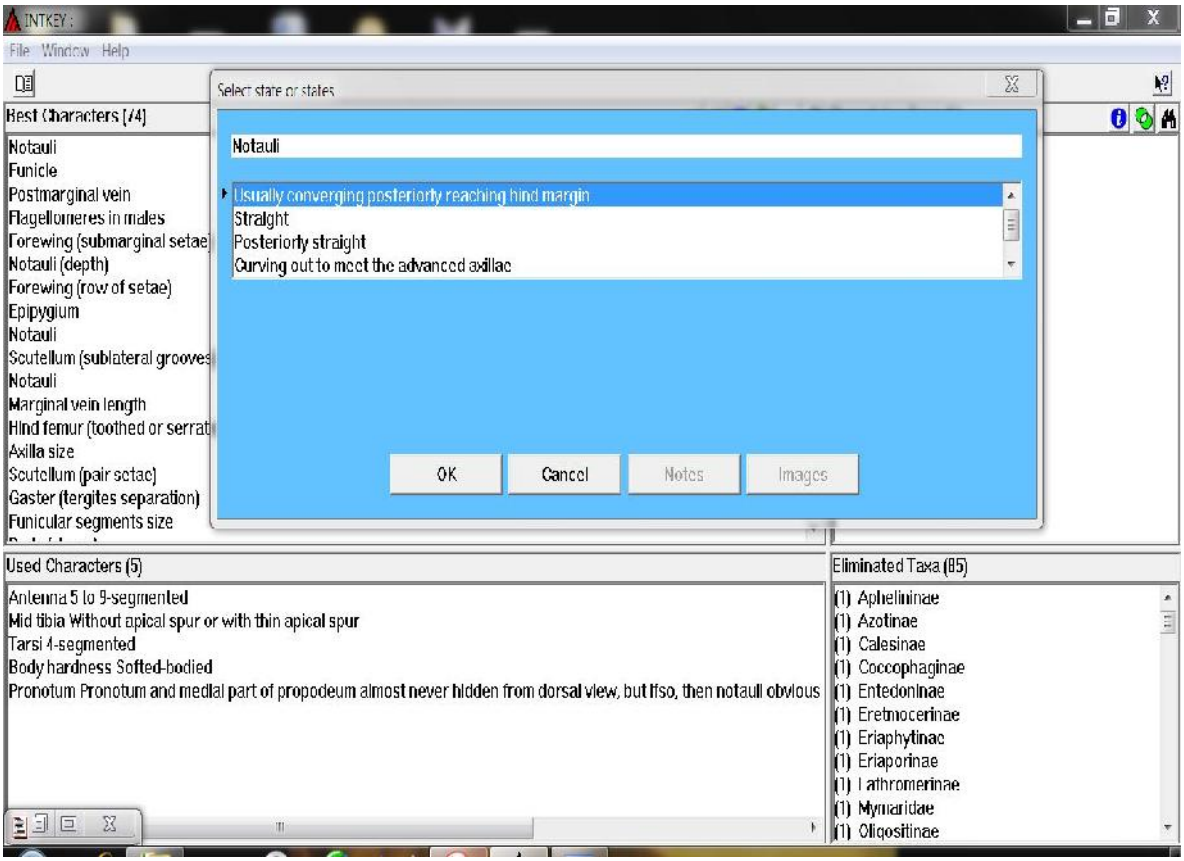
شکل ۱۹- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب پنجمین کاراکتر (اصلی)

Figure 19. Taxa selection sheet in Intkey program, assorting the fifth character (Original)



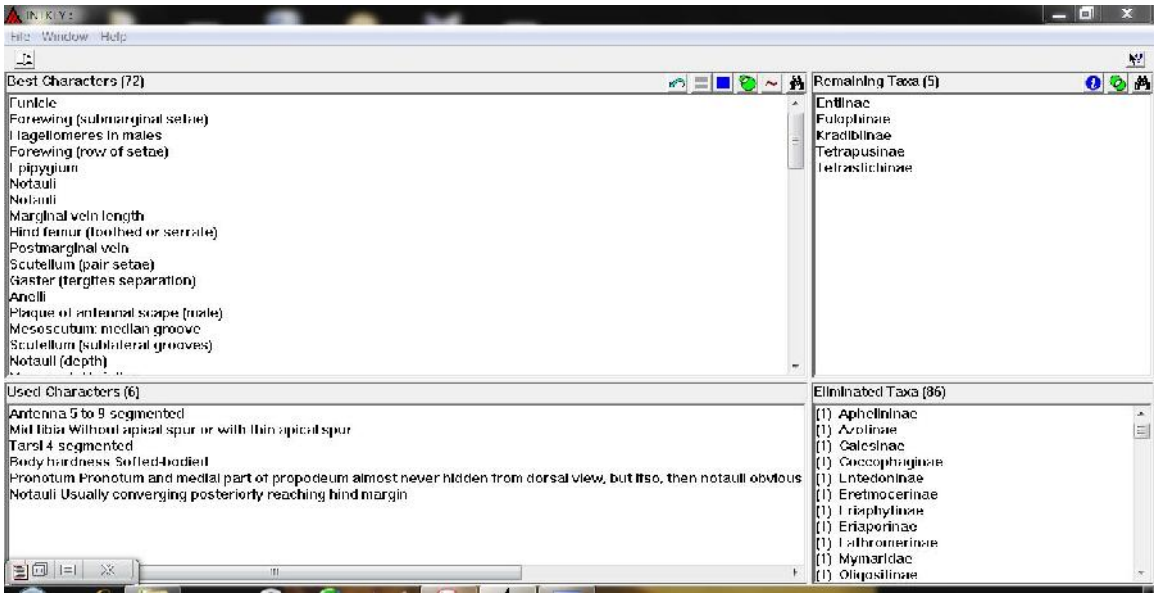
شکل ۲۰- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب پنجمین کاراکتر و تقلیل تاکسا به شش (اصلی)

Figure 20. Taxa selection sheet in Intkey after fifth character selection and reduction of taxa to 6 (Original)



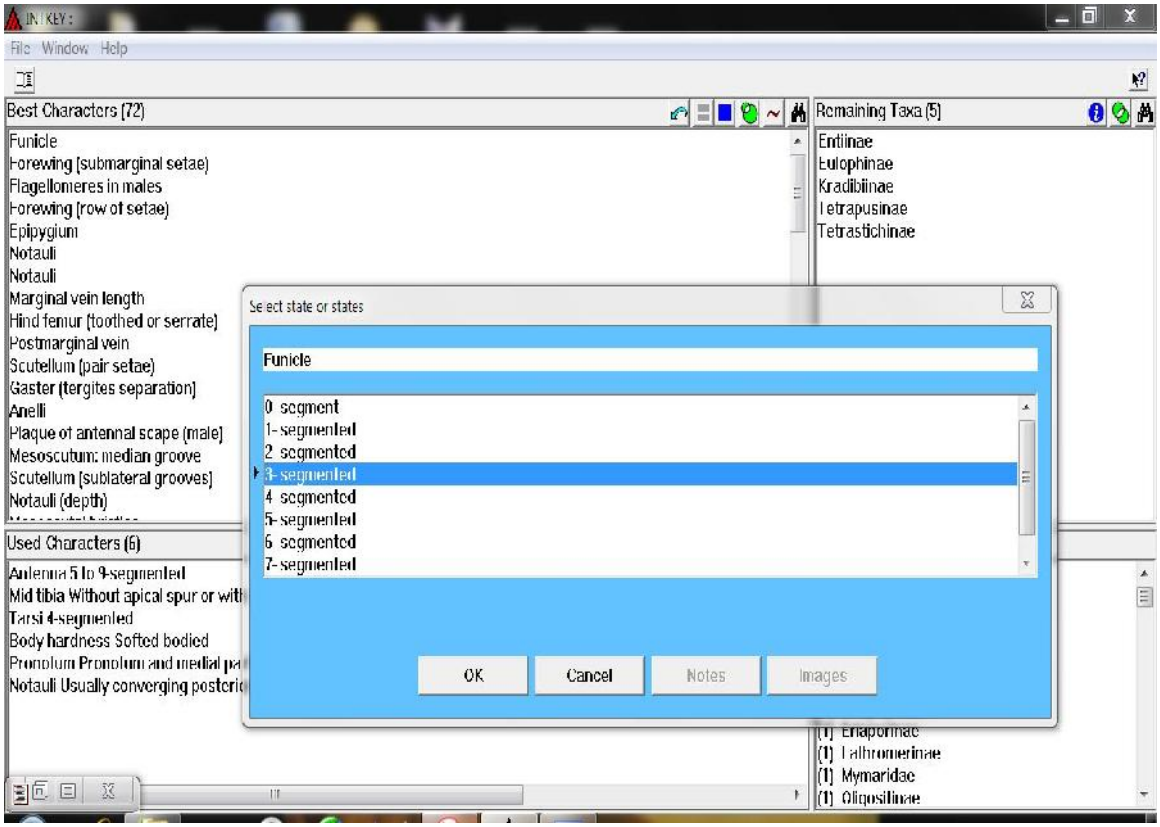
شکل ۲۱- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب ششمین کاراکتر (اصلی)

Figure 21. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the sixth character (Original)



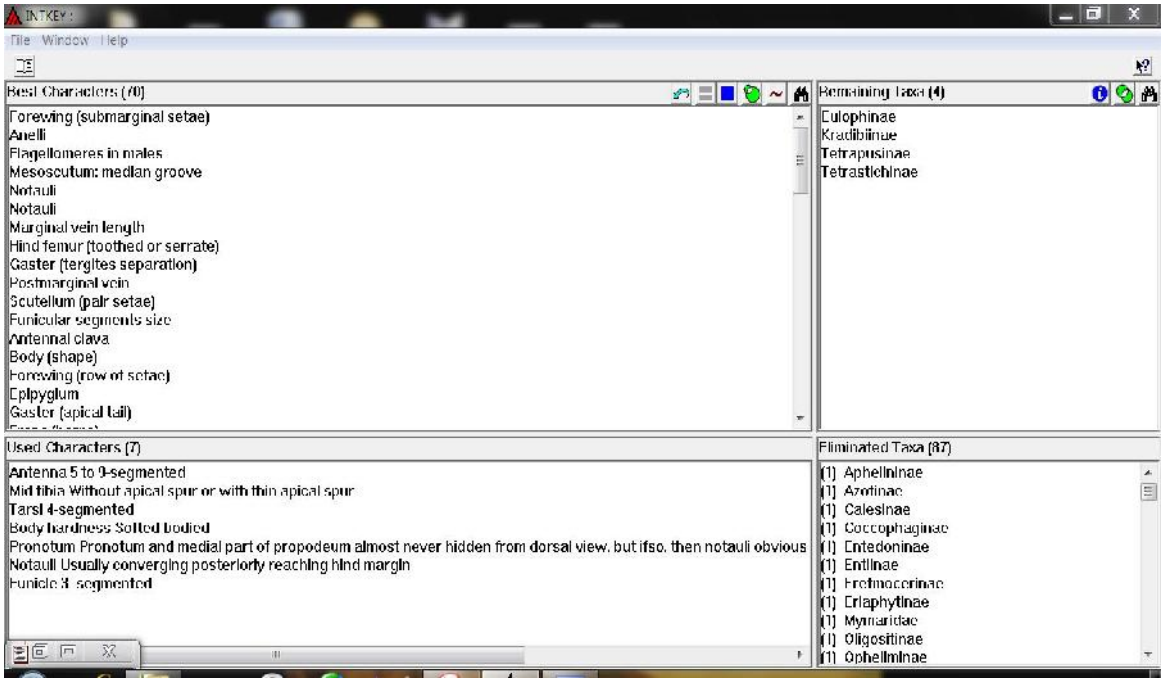
شکل ۲۲- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب ششمین کاراکتر و تقلیل تاکسا به پنج (اصلی)

Figure 22. Taxa selection sheet in Intkey after sixth character selection and reduction of taxa to 5 (Original)



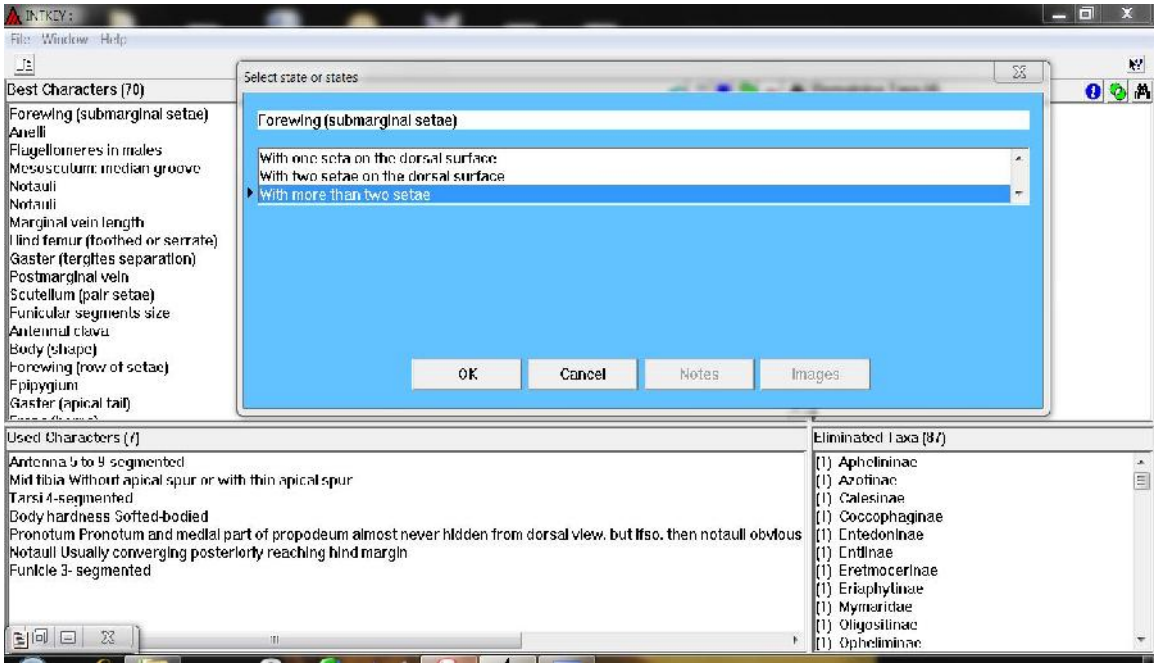
شکل ۲۳- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب هفتمین کاراکتر (اصلی)

Figure 23. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the seventh character (Original)



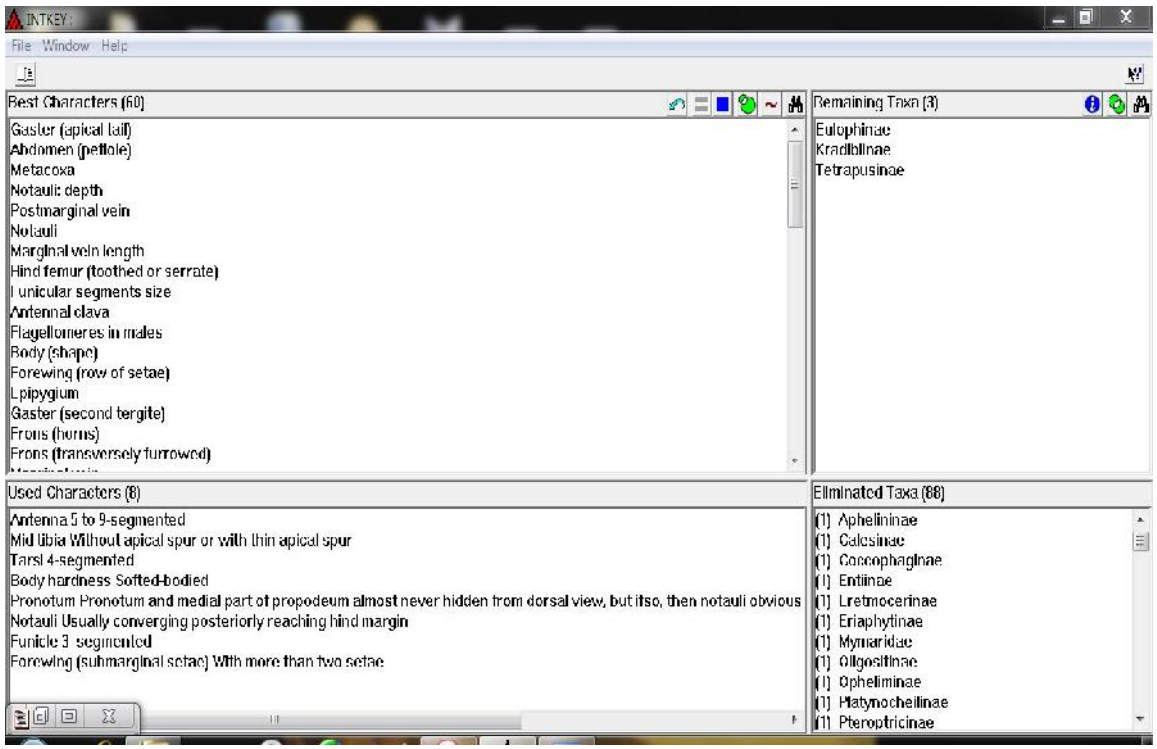
شکل ۲۴- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب هفتمین کاراکتر و تقلیل تاکسا به چهار (اصلی)

Figure 24. Taxa selection sheet in Intkey after seventh character selection and reduction of taxa to 4 (Original)



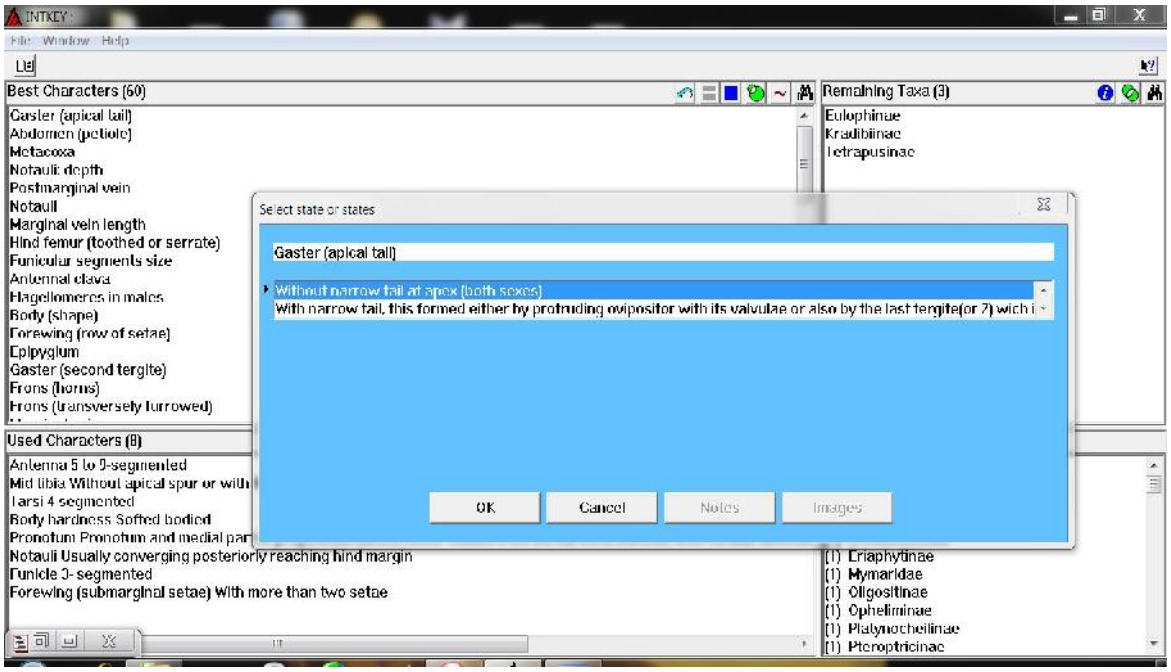
شکل ۲۵- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب هشتمین کاراکتر (اصلی)

Figure 25. Taxa choosing sheet in Intkey, assorting the eighth character (Original)



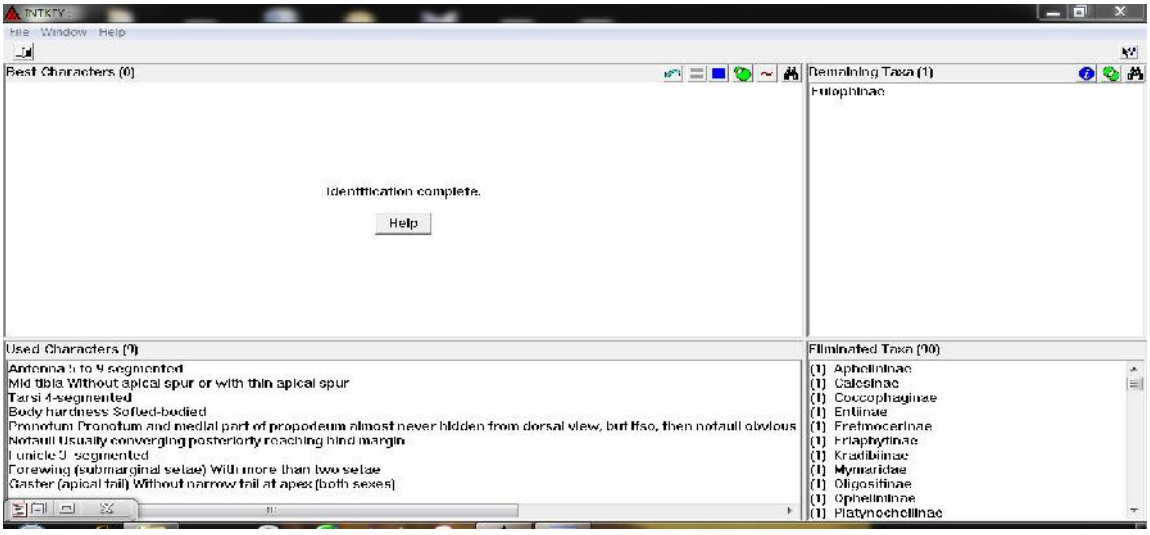
شکل ۲۶- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب هشتمین کاراکتر و تقلیل تاکسا به سه (اصلی)

Figure 26. Taxa selection sheet in Intkey after eighth character selection and reduction of taxa to 3 (Original)



شکل ۲۷- نمایی از صفحه‌ی Intkey در حالت انتخاب نهمین کاراکتر (اصلی)

Figure 27. Taxa selection sheet in Intkey, assorting the ninth character (Original)



شکل ۲۸- نمایی از صفحه‌ی Intkey پس از انتخاب نهمین کاراکتر و پایان شناسایی (اصلی)

Figure 28. Taxa selection sheet in Intkey after ninth character selection and termination of taxon identification (Original)

در کلیدهای شناسایی رایج دوتایی همانند Gibson *et al.* (1997)، ابتدا باید نمونه در حد خانواده شناسایی شود که این امر مستلزم بررسی بیش از ۵۰ کاراکتر مرفولژیک می‌باشد که در قالب ۲۹ کپلت آمده است. لازمه‌ی این کار داشتن اطلاعات تخصصی بالا در این زمینه باست و از سوی دیگر زمان زیادی را از فرد می‌گیرد. در مرحله‌ی بعد، برای شناسایی زیرخانواده‌ی آن در همان منبع بایستی با پشت سر گذاشتن سه کپلت[1] دوتایی دیگر (که نیازمند تخصص و تجربه‌ی بیشتری می‌باشد) فرد موفق به شناسایی نمونه خواهد شد. درحالی‌که با استفاده از برنامه‌ی ارائه شده در

۱- Couplet

این تحقیق با ۹ کلیک و بررسی ۹ مشخصه‌ی ساده می‌توان نمونه مورد نظر را شناسایی کرد.

نتیجه‌گیری

طراحی کلیدهای تعاملی می‌تواند شناسایی گروه‌های مختلف موجودات زنده را تسهیل نماید. با این روی‌کرد کلید تعاملی شناسایی زنبورهای بالاخانواده‌ی Chalcidoidea طراحی شد تا به کاربران کمک نماید نمونه‌های مورد نظر خود را به‌راحتی در سطح خانواده و زیرخانواده شناسایی نمایند. استفاده از دستاورد این بررسی نیاز به تخصص بالا ندارد و به‌آسانی برای افراد غیرمتخصص قابل استفاده است.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از متخصصین بالاخانواده‌ی Chalcidoidea، از جمله Dr. G. Delvare، Dr. G. Japoshvili که با ارائه‌ی نظرات ارشادی خود ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، قدردانی می‌گردد.

References

Dallwitz MJ. 1974. A flexible computer program for generating diagnostic keys. *Systematic Zoology* 23(1): 50-57.

Dallwitz MJ. 1980. A general system for coding taxonomic descriptions. *Taxon* 29: 41-46.

Dallwitz MJ. 1992. A comparison of matrix-based taxonomic identification systems with rule-based systems. In Xiong FL. (ed.) *Proceedings of IFAC Workshop on Expert Systems in Agriculture*. pp. 215–218.

Dallwitz MJ. 2000. Onwards. A comparison of interactive identification programs. http://DELTA-intkey.com.

Dallwitz MJ. 2005. A comparison of interactive identification programs. http://DELTA-intkey.com/www/comparison.htm [accessed: 2 July 2013].

Dallwitz MJ. 2006. Programs for interactive identification and information retrieval. http://DELTA-intkey.com/www/idprogs.htm.

Dallwitz MJ. 2012. Descriptions, illustrations, interactive identification, and information retrieval from DELTA database. http://DELTA-intkey.com/www/data.htm.

Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 1993a. *User's Guide to the DELTA System. A General System for Processing Taxonomic Descriptions*, (4th ed.) http://DELTA-intkey.com [accessed: 1 July 2013].

Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 1993b. Onwards. User's guide to the DELTA System. *A general system for processing taxonomic descriptions.* (4th ed.) http://DELTA-intkey.com.

Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 2000. Principals of interactive keys. http://DELTA-intkey.com

Dempewolf M. 2004. *Arthropods of Economic Importance - Agromyzidae of the World* (CD-ROM). ETI. University of Amsterdam, Amsterdam.

Gibson GAP, Heraty JM, Woolley JB. 1999. Phylogenetics and classification of Chalcidoidea and Mymarommatoidea- a review of current concepts (Hymenoptera, Apocrita). *Zoologica Scripta* 28: 87-124.

Gibson GAP, Huber JT, Woolly JB. 1997. *Annotated Keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. National Research Council of Canada Research Press, Ottawa, Canada..

Grissell EE. 1995. A redefinition, generic classification and annotated world catalog of species. *Memories on Entomology, International* 2: 1-470.

Goulet H, Huber JT. 1993. *Hymenoptera of the World. An Identification Guide to Families*. http://www.escsec.ca/aafcmonographs/hymenoptera of the world.pdf.

Hanson PE, Gauld I D. 1995. *The Hymenoptera of Costa Rica*. Oxford University Press.

Lamarck JB. 1778. *The Development of Biological Systematics*. Antoine-Laurent De Jussieu, Nature, and the Natural System.

Lawrence JF, Hastings AM, Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 2000. Onwards. Elateriformia (Coleoptera): Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval for families and subfamilies. Version: 9th October 2005. http://DELTA-Intkey.com [accessed: 18 July 2013].

Lobanov AL. 2003. Keys to beetles and biological diagnostics. http://www.zin.ru/Animalia/ Coleoptera/eng/syst8.htm [accessed: 20 July 2013].

Newell IM. 1970. Construction and use of tabular keys. *Pacific Insects* 12(1): 25-37.

Norton G. 2002. Multi-media/internet keys and the taxonomic crisis. *Antenna* 26: 245-48.

Noyes JS. 2012. *Universal Chalcidoidea Database*. World Wide Web electronic publication. www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html.

Noyes JS, Valentine EW. 1989. Chalcidoidea (Insect: Hymenoptera)-Introduction and review of genera in smaller families. *Fauna of New Zealand* 18: 1-91.

Pankhurst RJ. 1988. An interactive program for the construction of identification keys. *Taxon* 37(3): 747-755.

Penev L, Sharkey M, Erwin T, Noort SV, Buffington M, Seltmann K, Johnson N, Taylor M, Thompson FC, Dallwitz MJ. 2009. Data publication and dissemination of interactive keys under the open access model. *ZooKeys* 21: 1–17.

Quicke DLJ. 1993. *Principles and Techniques of Contemporary Taxonomy*. Blackie Acad. Prof., London.

Seltmann KC. 2004. Building web based interactive keys to the Hymenopteran families and superfamilies. MS. thesis, University of Kentucky, 475 pp.

Triplehorn CA, Johnson NF. 2005. *Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects*. 7th ed., Thomson Learning.

Walter DJ, Winterton S. 2007. Keys and the crisis in taxonomy: Extinction or reinvention. *Annual Review of Entomology* 52: 193-208.

Watson L, Milne P. 1972. A flexible system for automatic generation of special purpose dichotomous keys, and its application to Australian grass genera. *Australian Journal of Botany* 20: 331-352.

Watson L, Dallwitz MJ. 2003. Onwards. British insects: the families of Hymenoptera. Version: 1st January 2012. http://DELTA-intkey.com, [accessed: 18 July 2013].

Weeks PJD, O'Neill, MA, Gaston KJ, Gauld ID. 1999. Automated insect identification: Exploring the limitations of a prototype. *Journal of Applied Entomology* 123: 1-8.

Wheeler QD, Raven PH, Wilson EO. 2004. Taxonomy Impediment or expedient? *Scienca* 303: 1-565.

Whitfield JB. 1998. Phylogeny and evolution of host-parasitoid interactions in Hymenoptera. *Annual Review of Entomology* 43: 129-151.

Winterton SL, Skevington JH, Lambkin CL. 2005. Stiletto-flies of Australiasia (Diptera: Therevidae). Lucid3 key. Calif. Dep. Food, Agric., Agric. Can.: CSIRO. Version 1. www.cdfa.ca.gov/phpps/ppd/Entomology/Lucid/Therevidae/Key/Austherevid/Media/Html/opening-page.html, [accessed: 18 July 2013].

Journal of Field Crop Entomology, Vol. 4, No. 2, 2014, pp. 1-25

A user guide for the Chalcidoidea (Hymenoptera) interactive key based on DELTA software

Negar Fakhrzadeh[1], Hossein Lotfalizadeh[2*] and Babak Gharali[3]

1. Former M.Sc. student of Entomology, Department of Plant Protection, Tabriz Branch, Islamic Azad University,Tabriz, Iran.
2. Associate Professor of Department of Plant Protection, East-Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran.
(*corresponding author, e-mail: hlotfalizadeh@gmail.com)
3. Research assistant professor, Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resources Research of Qazvin, Qazvin, Iran.

Received: 23 Jul. 2013, Accepted: 18 Aug. 2014

Abstract

Linear printed keys are standard taxonomic means for identification of organisms in which a single pathway of character state is followed until reaching to an end point. These keys have been primary written for identification of unknown organisms for more than two centuries. However, a revolution in computer diagnosis is now developing that encourage replacement of traditional keys by matrix-based computer interactive keys in which users have many entries to do a correct identification and make extensive use of hypertext linked to images, glossaries, and other supporting materials. While, various software are available in the web and other literature to create useful and informative keys for widespread use. In the present work we used DELTA (Description Language for Taxonomy) to produce a non-linear key to the subfamilies of the Chalcidoidea (Hymenoptera). Approximately 205 morphological characters were extracted from literature, entered in DELTA editor software, and coded for 86 subfamilies of Chalcidoidea. Some illustrations of morphological characters were included to clarify the character states. Then matrix was transferred to intkey generator software to create the interactive key to the subfamilies.

Key words: Hymenoptera, Chalcidoidea, interactive key, DELTA, Identification.