فصلنامه (علمی – پژوهشی)

زیست شناسی تکوینی

سال دهم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۷

ریخت‌شناسی، بوم‌شناختی و تکثیر گیاه در معرض خطر گل‌پرک یا انار شیطان (*Tecomella undulata* (Sm.) Seem.) (Bignoniaceae) در دشت گل‌پرکی جیرفت

فرخنده رضانژاد*[۱]، اسما صابری[۱]، فاطمه نژادعلیمرادی [۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور کهنوج، کرمان، ایران

* Email:frezanejad@uk.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۲۰

چکیده

انار شیطان (*Tecomella undulata* (Sm.) Seem.) درختی برگ‌ریز یا بطور تقریبی همیشه سبز است که به دلیل گل‌های زیبا، مقاومت به دما و خشکی بالا، استفاده در فضای سبز، درمان برخی بیماری‌ها، تهیه چوب و .... قابل توجه است. ویژگی‌های ریخت‌شناسی، بوم‌شناختی و چگونگی تکثیر آن در دشت گل‌پرکی بررسی شد. بیشترین پراکنش آن در خاورمیانه در این دشت است که می‌توان آن‌را ذخیره‌گاه ژنتیکی اصلی معرفی نمود. گیاه روی خاک‌های شنی تا شنی - لومی سفید و نیز سنگلاخ‌های بستر رودخانه رویش می‌نماید. pH خاک برابر ۷/۵ و EC آن ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متراست. میزان عناصر میکرو، ماکرو و کربن آلی در خاک کمتر از میزان استاندارد است. انشعابات ریشه‌ای طویل و متعدد آن، گیاهان جدید را از طریق تکثیر رویشی حتی در فاصله ۳۰ متری یا بیشتر ایجاد می‌کند. گل‌آذین خوشه گرزن، گل‌ها بی‌بو، پیش‌پرچم، پرچم‌ها هترومورف دارای استامینود و دگرگرده‌افشان، دارای گلپوش پیوسته و در وسط ساختار ترشحی دیسکی دارد که حدود یک میلی‌لیتر مایع بی‌رنگ یا بنفش ترشح و در جلب گرده‌افشان‌ها موثر است. گرده‌افشانی دیده نشد و با وجود ظاهر طبیعی اجزای گل، هیچ میوه و دانه‌ای تشکیل نمی‌شود. به دلیل سیلاب‌ها و نیز شنی بودن خاک، با شستشو و کنده شدن خاک، عناصر شسته شده، سیستم ریشه‌ای آشکار و در معرض خطر عوامل محیطی قرار می‌گیرند. فقدان تشکیل دانه، تکثیر رویشی کم و از بین رفتن گیاهک‌های ایجاد شده از طریق تکثیر رویشی بدلیل چرای دام‌ها و خشکی یا گرمای زیاد، خطر تهدید آن را افزایش و نیاز به حفاظت و تکثیر را جدی‌تر می‌کند.

کلیدواژه‌ها: تکثیر رویشی، خاک، دانه، ریشه، گل، مواد تغذیه‌ای.

مقدمه

Tecomella undulata(Sm.) Seem. از تیره‌ی پیچ‌اناری (انار شیطان یا جوال‌دوزی) (Bignoniaceae)، درختی برگ‌ریز یا به طور تقریبی همیشه سبز مناطق خشک و بیابانی است که در زبان فارسی انار شیطان، سمنگ، پریوک، گل‌پرک و ..... نامیده می‌شود. این

گونه در مناطق جنوبی کشور و در استان‌های بوشهر، فارس و هرمزگان می‌روید. به علاوه به پراکنش آن در افغانستان، غرب پاکستان و جنوب شرقی عربستان اشاره شده است (مظفریان، ۱۳۸۸). قهرمان (۱۳۷۲) نیز پراکنش آن‌را در نواحی جنوبی ایران از جمله قطب‌آباد هرمزگان گزارش کرده است [۳ ، ۵]. محل تیپ (Type locality) این گونه از هند توصیف شده است [۱٦]. بیشترین پراکنش آن در ایران در دشت گلپرکی دلفارد (جیرفت، استان کرمان) با وسعت حدود ۵۰ هکتار می‌باشد که بیشترین منطقه‌ی زیر کشت و بزرگ‌ترین ذخیره گاه ژنتیکی در ایران و در خاور میانه می‌باشد که متأسفانه در منابع گیاه‌شناسی فارسی نامی از این زیستگاه مهم برده نشده است. همچنین در مناطق مختلف شهرستان جیرفت از جمله در دلفارد، عنبرآباد، رودفرق، اسفندقه، جاده سد و .... با جمعیت‌های کم و بیش متراکم وجود دارد.

این گیاه فعالیت‌های دارویی مهمی مانند ضدباکتری و ضد سرطان دارد و استفاده‌ی آن در درمان برخی بیماری‌ها مانند سیفلیس، تورم، سوزنک، لوکودرما، اگزما، درمان بیمارهای طحال، یرقان، هپاتیت، ایدز و ... گزارش شده است [۱۲، ۲۸]. لاپاکول پوست داخلی ساقه یک نفتوکوئینون با فعالیت ضد سرطان، ضد باکتری، ضد قارچ، ضد موریانه و ضد ویروس می‌باشد [٤،۳۵] . چوب آن نرم و بادوام است و جلا و پرداخت خوبی می‌گیرد و از این‌رو در تولید اسباب و وسایل، حکاکی و وسایل کشاورزی استفاده می‌شود.

بدلیل نرخ بقای بالای آن حتی در خشکی زیاد و شرایط بایر خشک، در جنگل‌کاری و فضای سبز مناطق خشک استفاده می‌شود [۲، ۱۰، ۲۱، ۲٤، ۳۳]. Rao و همکاران (۱۹۸۹)، یک افزایش معنی‌دار در کربن، نیتروژن و رشد فراوان میکروارگانیزم‌های مختلف ریزوسفر این گیاه را مشاهده نمودند که سبب حاصلخیزی خاک می‌شود [۳۰].

خاک یک مجموعه متنوع است که بعنوان زمینه (ماتریس) مواد آلی و معدنی تعریف می‌شود و دارای ۱۳ عنصر از ۱٦ عنصر ضروری برای رشد گیاه است. عناصر معدنی موجود در خاک توسط گیاهان برای فرایندهای متابولیکی متنوع استفاده می‌شوند. فقدان اینگونه عناصر جوانه‌زنی، رشد و بلوغ گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بررسی خاک اطلاعات مفیدی در باره دردسترس بودن مواد مغذی خاک را فراهم می‌کند تخمین اینگونه عناصر غذایی برای مدیریت خاک در پروسه‌های جنگلداری وکشاورزی دارای اهمیت است. عوامل متعددی در تعیین میزان عناصر موجود در خاک موثرهستند که مهم‌ترین آنها اسیدیته خاک است. علاوه بر pH، میزان عناصر موجود در خاک با توجه به نوع خاک و در یک خاک ویژه با توجه به عمق متفاوت است [٤۰]. بافت خاک یک ویژگی بسیار متغیر و مهم خاک است که بر قابلیت نگهداری آب و حاصل‌خیزی و در نتیجه تولید موثر است. pH خاک بر قابلیت حل شدن نمک‌ها اثر می‌گذارد و بیشتر نمک‌ها در محیط اسیدی بهتر از قلیایی حل می‌شوند، همچنین شکل برخی یون‌ها را تغییر می‌دهد؛ برای اینکه فسفات و کربنات کلسیم بتواند حل و بوسیله ریشه‌ها در تماس با محلول خاک قرار گیرد باید اسیدی باشد و در pH بالا (بیشتر از ۸) این ترکیبات رسوب کرده و آهن نیز غیر فعال می‌شود. بنابراین pH بین ۸-۵ برای رویش گیاه مناسب‌تر است که حد بهینه بستگی به گیاه دارد. باکتری‌هایی که در تشکیل هوموس دخالت می‌کنند فقط در pH بالاتر از شش بخوبی رشد می‌کنند. EC (هدایت الکتریکی) خاک، اندازه‌گیری املاح محلول

در آن است که شوری خاک نتیجه تجمع این املاح بود و با افزایش غلظت آنها، میزان آن افزایش می‌یابد و تمام فرایندهای اصلی مانند متابولیسم گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۲۷].

گل‌پرک از طریق دانه و قلمه تکثیر می‌شود[۱۰]. قطع این گیاه برای چوب و سوخت به وسیله جمعیت‌های محلی، همراه با باززایی کم آن، به میزان زیادی جمعیت‌های طبیعی این گیاه باارزش را تخلیه کرده است و باعث کاهش ژرم پلاست آن شده است. بدین دلیل در برخی مناطق از جمله استان رجستان هند، یک گونه‌ی گیاهی تهدید شده[1] معرفی شده است [۲۶، ۳٤، ۳۹]. بعلاوه، برنامه‌های محیطی ایالات متحده (UNEP)، مرکز بازبینی (نظارت) ذخیره‌ی (حفظ) جهانی[2] (WCMC) در Nairobi (کنیا) این گیاه را در طبقه ۱ نامعین[3] از لیست گیاهان تهدید شده معرفی کرده است تا به وضعیت این گونه و نیاز فوری برای حفظ آن تاکید کند [۲۰] .

اگرچه مطالعات ساختاری متعددی روی بخش رویشی و زایشی برخی جنس‌های این خانواده انجام شده است اما مطالعات روی این گونه محدود به چند مطالعه‌ی ریخت‌شناختی اولیه در باره شکل برگ‌ها، ارتفاع گیاه و رنگ گل، نوع گلپوش، تعداد پرچم‌ها و نوع میوه است [۱۰، ۱٦، ۱۹، ۳۱]. با وجود گزارش بی‌دانگی در برخی اعضای تیره‌ی پیچ‌اناری، مطالعات محدودی در مورد فقدان تشکیل دانه در این گونه وجود دارد [۲۹، ۳۲]. Rezanejad و Ganjalikhani در ۲۰۱۷، بی‌نظمی گرده‌ها، احتمال دورگه بودن گیاه و فقدان رویش و رشد آن را سبب بی‌دانگی معرفی کردند [۳۲].

با وجود بی‌دانگی گیاه در دشت‌گلپرکی (ذخیرگاه ژنتیکی) و سایر مناطق رویش آن در جیرفت، گزارشاتی وجود دارد که در برخی مناطق ایران از جمله بوشهر گیاه بارور بوده و دانه تشکیل می‌دهد. به دلیل اهمیت رویش این گیاه در مناطق خشک و بیابانی بویژه در منطقه‌ی گل‌پرکی جیرفت که میزان بارندگی بسیار کم بوده و در برخی ماه‌های تابستان، دمای این منطقه به ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد یا حتی بالاتر هم می‌رسد و سایر کاربردهای اقتصادی و دارویی آن، و نیز به دلیل اینکه مطالعات مروری نشان داد که مطالعه‌ی علمی منتشر شده‌ای روی ویژگی‌های بوم‌شناختی، ریختی و تکثیر آن انجام نشده است، در این مطالعه، این ویژگی‌ها در این گیاه که در گروه گیاهان حفاظت شده ذکر شده است، پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی اصلی مورد مطالعه دشت گل‌پرکی جیرفت است که به عنوان ذخیره‌گاه اصلی و ژنتیکی *Tecomella undulata* معرفی می‌شود. این دشت بین شهرستان جیرفت و روستای دلفارد در حاشیه‌ی جاده جیرفت- ساردوئیه، در ۲۵ کیلومتری جیرفت قرار دارد. علاوه بر جمعیت به نسبت متراکم این جنگل، جامعه‌های کوچک و منفردی نیز در مناطق اطراف این دشت و نیز در مناطق دیگر اطراف شهر دیده می‌شود. دشت گل‌پرکی در ناحیه‌ی بیابانی و خشک تا نیمه خشک، با متوسط بارندگی سالانه حدود ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌متر مکعب و دمای متوسط سالانه حدود ۳۵-۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد اما تابستان‌های بسیار داغ و خشک با دمای ۵۰-٤۰ درجه‌ی سانتی‌گراد دارد.

مطالعات ریخت‌شناختی و چگونگی تکثیر، تشکیل یا عدم تشکیل دانه و چگونگی حفاظت منطقه، در

[1] Threatened
[2] World Conservation Monitoring Centre (WCMC)
[3] Category 1-Indeterminate

۱۳۹۶-۱۳۸۹ با بازدید منطقه در اولین فصل هر سال (در اردیبهشت و خرداد هر ماه ٤-۳ بار بازدید) و بازدیدهای پراکنده (دو بار در هر فصل) در بقیه فصول سال انجام شد. همچنین مطالعات مربوط به چگونگی تشکیل دانه با استفاده از استریو میکروسکوپ انجام شد.

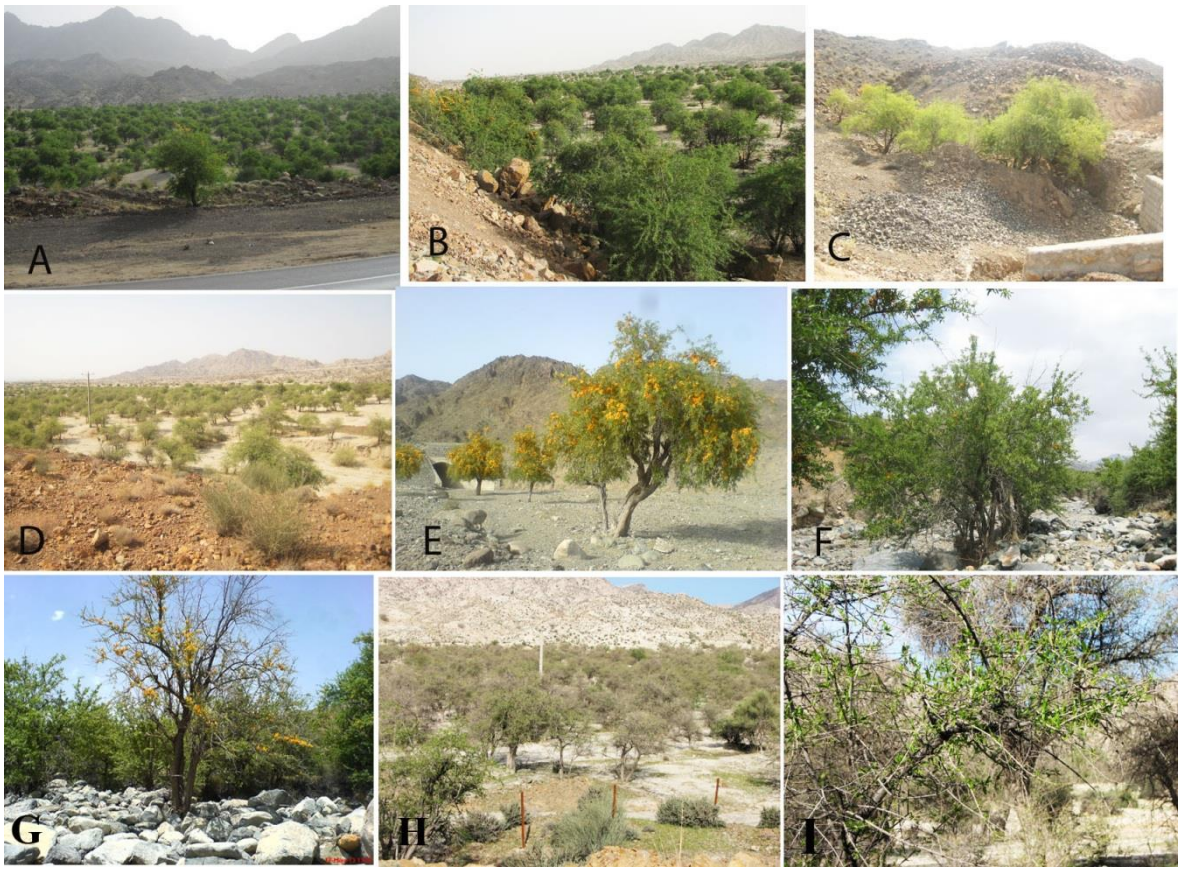
برای مطالعات ویژگی‌های خاک منطقه رویشی گیاه، نمونه‌برداری از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری با ۳ تکرار به‌طور تصادفی از منطقه رویش گیاه که پوشش آن یکنواخت بود انجام شد داشت انجام شد. سپس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نظیر بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی و میزان عناصر موجود در خاک بررسی شد. برای تعیین بافت خاک از تجزیه گرانولومتری و روش آزمایشگاهی هیدرومتری استفاده شد. پس از محاسبه درصد ذرات شن، رس و سیلت نتایج حاصل روی مثلث بافت خاک منتقل شده و نوع بافت خاک مشخص گردید. برای تعیین pH محلول خاک از دستگاه pH متر استفاده شد. هدف از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع، اندازه‌گیری املاح محلول در آن است. شوری خاک نتیجه تجمع املاح خاک بوده و با افزایش غلظت املاح محلول، افزایش می‌یابد. پس از تنظیم دستگاه ECمتر، میزان هدایت الکتریکی خاک قرائت شد [۱].

امروزه روش‌های متعددی جهت تعیین نوع و میزان عناصر موجود در نمونه‌های خاک وجود دارد[۱]. در این بررسی میزان فسفر خاک به روش اولسون [۲۵]، کربن آلی خاک به روش والکی و بلاک (۱۹۳٤)، عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم قابل جذب در خاک به روش فلیم فتومتری و مقدار عناصر کم مصرف در محلول با دستگاه جذب اتمی سنجش شد [۱].

نتایج و بحث

بیشترین پراکنش گیاه در ایران در دشت گل‌پرکی جیرفت-دلفارد دیده شد که از طرف سازمان حفاظت محیط زیست شهرستان به عنوان ذخیره‌گاه ژنتیکی این گیاه نیز معرفی شده است (شکل 1A, B, D). این ذخیره‌گاه حدود ۵۰ هکتار وسعت داشته و بزرگ‌ترین ذخیره گاه ژنتیکی خاورمیانه است (ذخیره گاه بوشهر حدود ١٦ هکتار است). در این منطقه علاوه بر جمعیت‌های متراکم در ذخیره‌گاه اصلی (شکل A, B, 1D, H, I)، اجتماعات کوچکی نیز در در طرف مقابل جنگل در حال تشکیل و گسترش می‌باشد (شکل 2C). در سایر مناطق اطراف شهر نیز جامعه‌های کوچکتری دیده می‌شود (شکل1E-G). با وجود بالاترین گسترش این گیاه در شهرستان جیرفت نسبت به دیگر مناطق ایران و حتی خاور میانه، در هیچکدام از منابع منتشر شده‌ی ایرانی نامی از این منطقه برده نشده است. مظفریان (۱۳۸۸) به پراکنش این گونه در مناطق جنوبی کشور و در استان‌های بوشهر، فارس و هرمزگان اشاره کرده است [۵]. همچنین قهرمان (۱۳۷۲) نیز پراکنش آن در نواحی جنوبی ایران از جمله در قطب‌آباد هرمزگان را گزارش نموده است [۳]. بنابراین با توجه به پراکنش بالای آن در دشت گلپرکی، توصیه می‌شود توجه بیشتری به منطقه و ثبت آن به عنوان ذخیره‌گاه اصلی در نظر گرفته شود. این گونه دارای تیپ درختی به ارتفاع معمول ۸-۵ متر که تاج‌پوشش آن وسیع و متراکم است. همچنان که در شکل 2H, I دیده می‌شود گیاه تا حدود زیادی خزان شونده است و در اواخر اسفند برگ‌های بسیاری کمی از سال قبل روی گیاه دیده می‌شود که همراه با برگ‌های در حال تشکیل جدید دیده می‌شوند که می‌توان آن را نیمه خزان شونده نامید. برخی محققین

آن را یک درخت زینتی خزان‌شونده [۸ ، ۱۱] و برخی دیگر آن را گیاه به طور تقریبی همیشه سبز مناطق بیابانی و خشک معرفی کرده‌اند [۱۰].



شکل I-A۱. پراکنش، ساختار رویشی و بستر انار شیطان در مناطق مختلف نمونه‌برداری، A و B ذخیره‌گاه اصلی در اردیبهشت، C جامعه کوچک در طرف مقابل ذخیره‌گاه در مرداد، D ذخیره‌گاه اصلی در مرداد، E جامعه واقع در جاده سد در اردیبهشت، Fو Gجامعه‌ی واقع در دلفارد در اردیبهشت، H و I جامعه‌ی ذخیره‌گاه اصلی در اواخر اسفند، در این مرحله‌ی نموی، آثاری از برگ‌های سال قبل و برگ‌های جوان سال جدید با هم روی گیاه دیده می‌شود.

آنالیز خاک نشان داد که خاک منطقه دارای میانگین ۵ درصد رس (clay)، ۷۸ درصد شن (sand) و ۱۷ درصد لای (silt) است و بافت خاک (texture)، از نوع شنی لومی (L-SA) است. در همه‌ی مناطق ذکر شده، نیز دیده شد که گیاه روی خاک‌های شنی لومی سفید رنگ در مسیر رودها و اطراف آن و یا روی سنگلاخ‌های بزرگ بستر رودخانه رویش می‌نماید (شکل I-A۱). Bhardwaj و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش نموده‌اند که این گیاه بخوبی در خاک‌های لوم (گل یا رسی شنی) خشک رشد می‌کند [۱۰] اما گزارشی در مورد بستر سنگی آن دیده نشد اگرچه در دلفارد رشد خوب گیاه در بستر سنگی دیده شد که میزان شن خاک بالا و حدود ۹۲ درصد را نشان دارد و درصد رس و لای بترتیب ٤ و ۲ درصد بود در نتیجه بافت خاک شنی (sandy) است. بافت خاک را با روش هیدرومتری مشخص می‌کنند که نسبت ذرات رس (با قطر کمتر از ۲ میکرومتر)، سیلت (۵۰-۲ میکرومتر) و شن (۲۰۰۰-۵۰ میکرومتر) است [٤۱].

خاک شنی یا شنی لومی جزء خاک‌های سبک طبقه‌بندی می‌شود که به طور معمول با میزان کمتر مواد آلی مشخص می‌شود و در مناطق گرمسیری، یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های خاکی فقیر از نظر مواد غذایی می‌باشد. در این خاک‌ها، رطوبت و دما نوسان بیشتری دارند و بدلیل تهویه و نفوذپذیری بالا، ساختار و مقاومت آنها کم و اتلاف عناصر غذایی در انها بسیار زیاد است [۳۷]. همچنین این خاک‌ها بیشتر با تنش کم‌آبی مواجه هستند، محصول کمتری تولید می‌کنند و منابع غذایی بیشتری را به ریشه‌ها اختصاص می‌دهند در نتیجه تمایل به توسعه‌ی سیستم‌های ریشه‌ای عمیق‌تر برای جستجوی آب در لایه‌های عمیق خاک دارند [۱۲، ۳۶]. هدایت الکتریکی خاک میانگین ۱/۳ را نشان داد که نشان دهنده میزان پایین املاح و شوری خاک می‌باشد [۱، ۱۸]که با توجه به شنی بودن یا سبک بودن خاک، تهویه و آب‌شویی بالا و فقر مواد غذایی در این نوع خاک، میزان پایین EC قابل توجیه است.

pH خاک منطقه‌ی رویش گیاه میانگین ۷/٤ را نشان داد که نزدیک خنثی می‌باشد و در محدوده‌ی اسیدیته‌ای است که برای رشد گیاه و قابلیت دسترسی ترکیبات خاک مناسب می‌باشد. pH خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک است که دسترس بودن مواد تغذیه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بطور کلی مواد غذیی ماکرو در خاک‌های با pH پایین کمتر در دسترس هستند اما مواد غذایی میکرو در خاک‌های با pH بالا کمتر در دسترس هستند [۷]. pH بین ۸-۵ برای رویش و رشد گیاه، انحلال ترکیبات خاک و رشد باکتری‌های تولید کننده‌ی هوموس به نسبت مناسب می‌باشد اگر چه حد بهینه بستگی به گیاه دارد [۶، ۷].

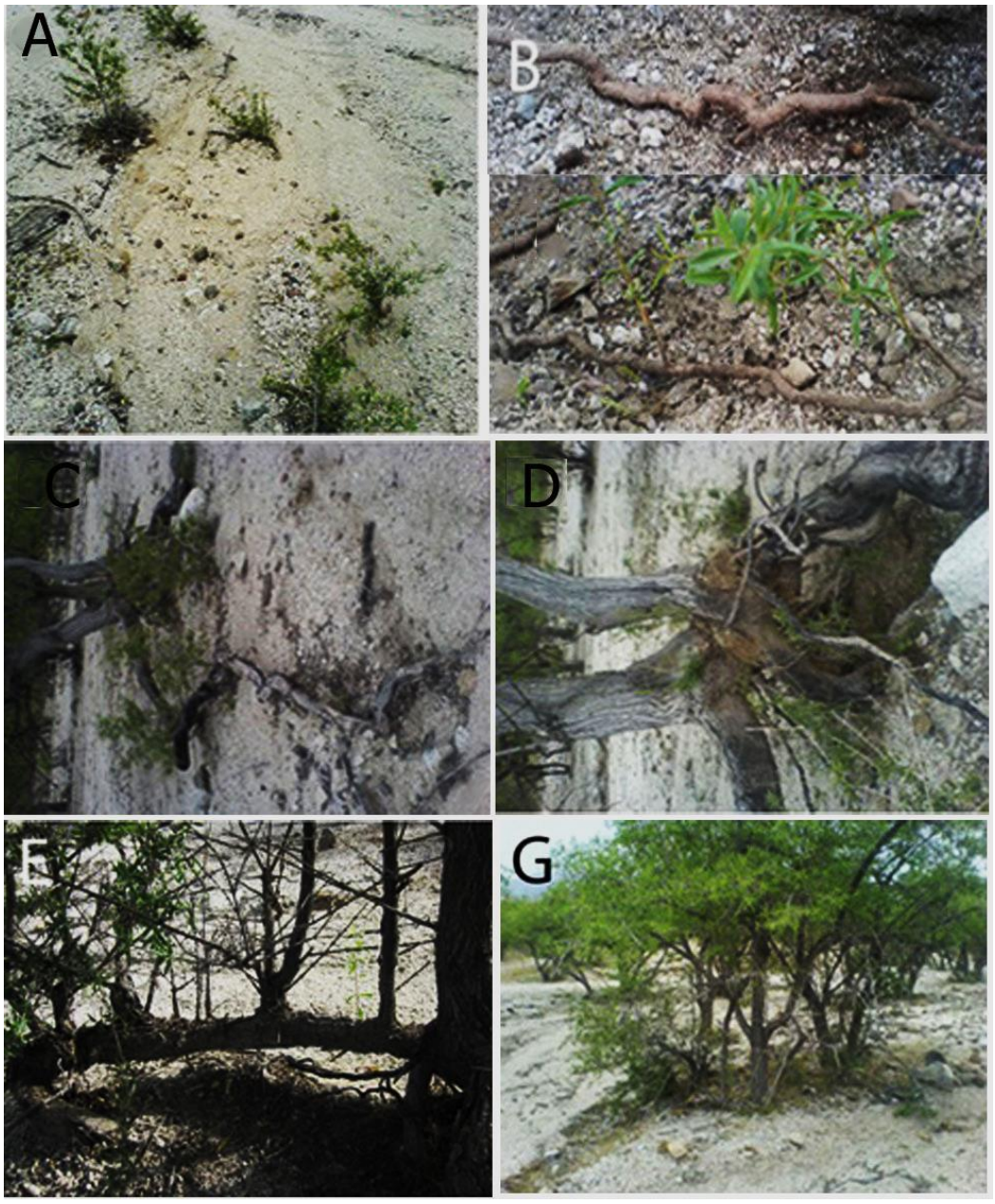
میزان همه عناصر غذایی ماکرو و میکرو در خاک رویشگاه انار شیطان در مقایسه با میزان استاندارد [۱، ۱۸] پایین‌تر از میزان استاندارد بود. میزان عناصر اندازه‌گیری شده به شرح زیر بود: فسفر (۳)، پتاسیم(۹۲)، کلسیم (۱٤۸)، منیزیم (٤۰/۵)، منگنز (٤۲)، آهن (۱)، مس (۰/۱)، روی (۰/۱)، سدیم (۵۵) و کربن آلی یا OC برابر ۰/٤. با توجه به رشد به نسبت مناسب گیاه در منطقه بنظر می‌رسد یا گیاه نسبت به کمبود این عناصر مقاوم است و یا فقدان میوه و دانه به دلیل کاهش مواد غذایی ماکرو و میکرو (اثر) است. بهرحال، لازم است که در مطالعات بعدی، عناصر تغذیه‌ای گیاه نیز مورد بررسی قرار گیرد. عناصر غذایی میکرو برای رشد گیاه ضروری هستند اما در میزان نشانه یا اثر استفاده می‌شوند. نقش اصلی آنها بعنوان فعال کننده در بسیاری سیستم‌های آنزیمی و نیز نمو گیاهان مشخص شده است اما در سطوح خیلی بالا سمی بوده و رشد گیاهان و نیز میزان محصول را کاهش می‌دهند. این عناصر شامل B، Cl، Cu، Fe، Mn، Zn و Mo هستند. مواد غذایی ماکرو که در میزان به نسبت بالا استفاده می‌شوند برای رشد گیاه و نمو گیاه ضروری هستند. عمل آنها از واحدهای ساختاری تا عوامل حساس به اکسایش- کاهش (redox- sensitive agents) متغیر است. بطور معمول کاربرد آنها محصول، رشد و کیفیت محصولات زراعی را افزایش می‌دهد. این ترکیبات شامل N، P، K، Ca و Mg است. Na بعنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان نیست اما در میزان کم استفاده می‌شود و در متابولیزم و سنتز کلروفیل دخالت دارد. همچنین، در برخی گیاهان بعنوان جایگزین پتاسیم در باز و بسته شدن روزنه‌ها و در توازن آب دخالت می‌کند [۹، ۷، ۳۸].

انشعابات ریشه‌ای گیاه یک سیستم ریشه‌ای رشد یافته و وسیع ایجاد می‌کنند که با توجه به بادهای شدید منطقه به باند شدن گیاه در خاک و نیز جذب آب و مواد معدنی از خاک کمک به سزایی می‌نمایند (شکل ۲A-F). گاهی طول انشعابات به بیش از ۳۰ متر هم می‌رسد به طوری که خارج از جنگل، گیاه‌چه‌های کوچک در حال رشدی دیده شد و ضمن کندن خاک مشخص شد که این انشعابات از سیستم ریشه‌ای گیاهان جنگل امتداد یافته و پایه‌ی جدید را ایجاد نموده‌اند. مطالعات مروری انجام شده فقط به وجود ریشه‌ها و انشعابات آنها و تکثیر گیاه از طریق آنها اشاره کرده است [۱۰] و مطالعه‌ی منتشر شده‌ای روی چگونگی و میزان رشد سیستم ریشه‌ای دیده نشد.

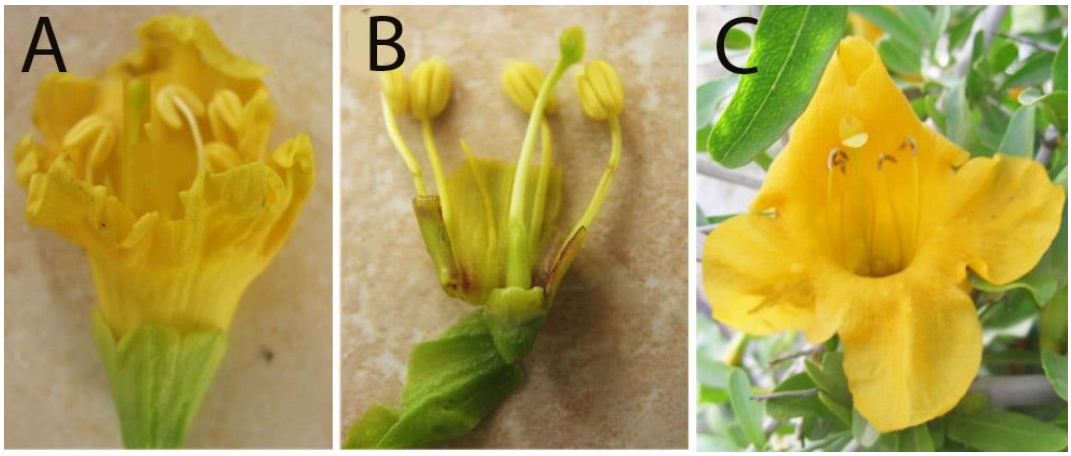
یکی از ویژگی‌های قابل توجه گیاه تکثیر غیر جنسی (رویشی) است. این نوع تکثیر که از طریق انشعابات ریشه‌ای انجام می‌شود در اوایل بهار بیشتر بوده و در مواردی که سطح خاک یا بستر رودخانه دستخوش آب‌کند ناشی از بارندگی و سیلاب‌های فصلی قرار نگرفته باشد بدون اینکه اثری از انشعابات ریشه‌ای دیده شود پایه‌های جدید کوچکی در بستر خاک دیده می‌شود (شکل ۲A) که با حفر خاک، سیستم ریشه‌ای و ایجاد پایه جدید از آن دیده می‌شود (شکل ۲B). گاهی نیز در مجاور پایه‌ی اصلی از ریشه‌ی قطور، پایه جدید ایجاد می‌شود (شکل ۲C-E). وجود کلنی‌های متعدد گیاه که در مجاورت هم قرار دارند نشان دهنده تکثیر غیرجنسی یا رویشی آن است (شکل ۲F). این ویژگی (رشد قابل توجه ریشه‌ها) از ویژگی‌های بسیار جالب توجه می‌باشد و گسترش این سیستم ریشه‌ای سبب پراکنش گیاه هم در مجاور پایه‌های اولیه و هم در مناطق به نسبت دورتر می‌شود. به هرحال، دیده شد که در هر سال در فصل بهار گیاهک‌های کوچکی در اطراف پایه‌ها دیده می‌شود که در تابستان و یا در بازدیدهای بهار سال بعدی میزان آنها بسیار کاهش یافته و یا حتی اثری از آنها دیده نمی‌شد. به نظر می‌رسد که شرایط نامساعد محیطی و نیز چرای دام‌ها در مواردی (با وجود ثبت منطقه در لیست مناطق حفاظت شده) سبب از بین رفتن آنها شده باشد. تکثیر غیرجنسی یکی از مکانیزم‌های سازشی گیاهان و یک ویژگی تکاملی می‌باشد که در شرایطی که امکان تکثیر جنسی کم یا غیرممکن باشد به حفظ نسل و بقای گیاه کمک می‌کند.

مطالعه ساختار گل نشان داد که گلپوش پیوسته است، پرچم‌ها به تعداد ۵ که یکی از آنها به پرچم‌نما یا استامینود تبدیل شده و پرچم عقیم را تشکیل می‌دهد. پرچم‌های زایا در گل‌های جوان تقریبا هم اندازه اما در گل‌های بالغ بصورت دو دسته (دی‌دینام) دیده می‌شوند و نسبت به کلاله کوتاه‌تر هستند یا به عبارتی مادگی دارای خامه‌ی بلند می‌باشد. تخمدان فوقانی و کلاله دولبی می‌باشد که لب‌ها در هنگام بلوغ از هم جدا شده و کلاله آماده پذیرش دانه‌های گرده می‌شود (شکل ۳A-C).از نظر مراحل بلوغ، پرچم‌ها زودتر آماده‌ی گرده‌افشانی هستند و زمانی که کلاله آماده پذیرش گرده می‌شود پرچم‌ها، گرده‌های خود را رها کرده‌اند و به صورت چروکیده و به نسبت خشک در آمده‌اند (شکل ۳C). بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده در این گیاه گرده‌افشانی غیر مستقیم و گیاه دگرگرده‌افشان است. در مورد این ویژگی، مطالعات در جنس‌های مختلف این خانواده متفاوت است. در *Pandoreapardorana* (Bignoniaceae)، پیش مادگی (پروتوژینی) را نشان داده است در صورتی که شکوفایی بساک و پذیرندگی کلاله در *P. jasminoides* و *P. baileyana* همزمان است.

کلاله‌ی همه‌ی گونه‌ها قبل از شکوفایی (آنتز) قابل پذیرش است و می‌تواند بطور مصنوعی در این مرحله مشروط به اینکه لب‌های آن از هم جدا شده باشند گرده‌افشانی شود [۱۷]. با توجه به پیش‌پرچمی بودن در این گیاه و باز شدن دو لب کلاله در بعد از ظهر، به نظر می‌رسد محدودیت گرده‌ای ایجاد شود زیرا دانه‌های گرده در زمان شکوفایی بساک به محیط رها شده و در زمان پذیرندگی کلاله، دانه‌ی گرده کافی وجود ندارد که روی کلاله قرار گیرد. پیش‌پرچمی و محدودیت گرده‌ای ایجاد شده، عمل گرده‌افشانی و لقاح را کاهش داده سبب کاهش ایجاد میوه‌ی بارور و دانه می‌شوند.



شکل۲A-F. سیستم ریشه‌ای و گسترش آن در انار شیطان، تکثیر رویشی آن بوسیله‌ی انشعابات ریشه‌ای. تشکیل پایه‌های مجاور هم نشان دهنده‌ی تکثیر رویشی رویشی بالای برخی ریشه‌ها می‌باشد (E و G).

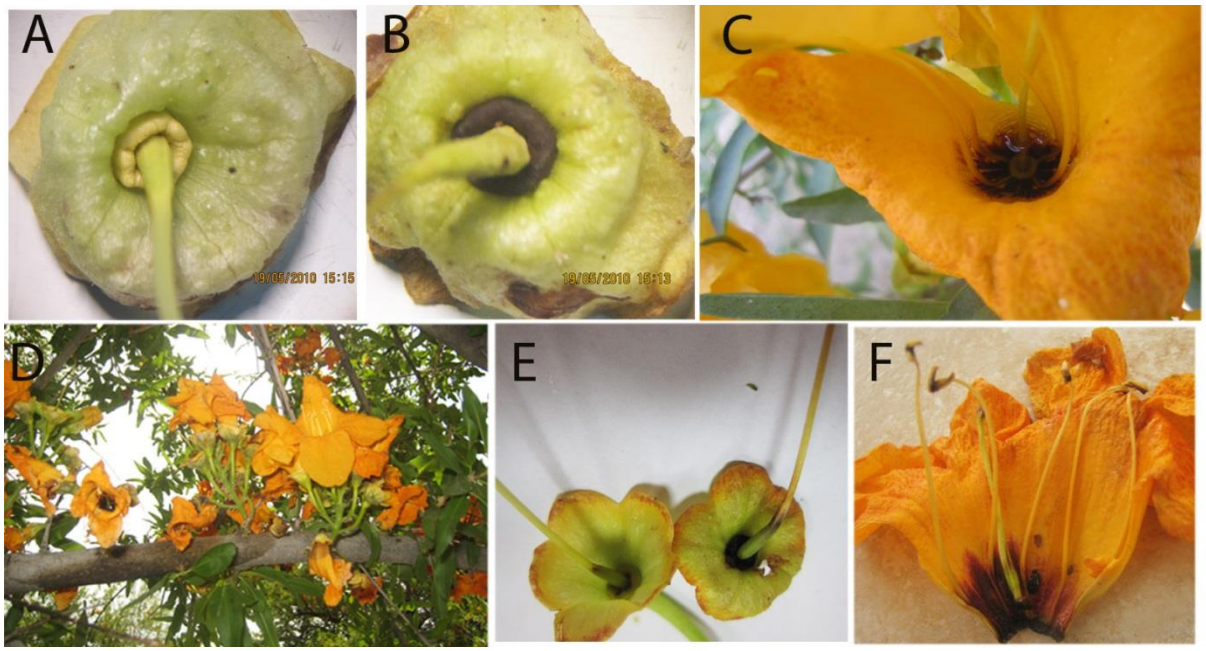


شکل۳A-C. ساختار گل. گلپوش پیوسته، خامه بلند و موقعیت بالاتر کلاله نسبت به پرچم‌ها، ساختار دیسک و پیش‌پرچمی آشکار است.

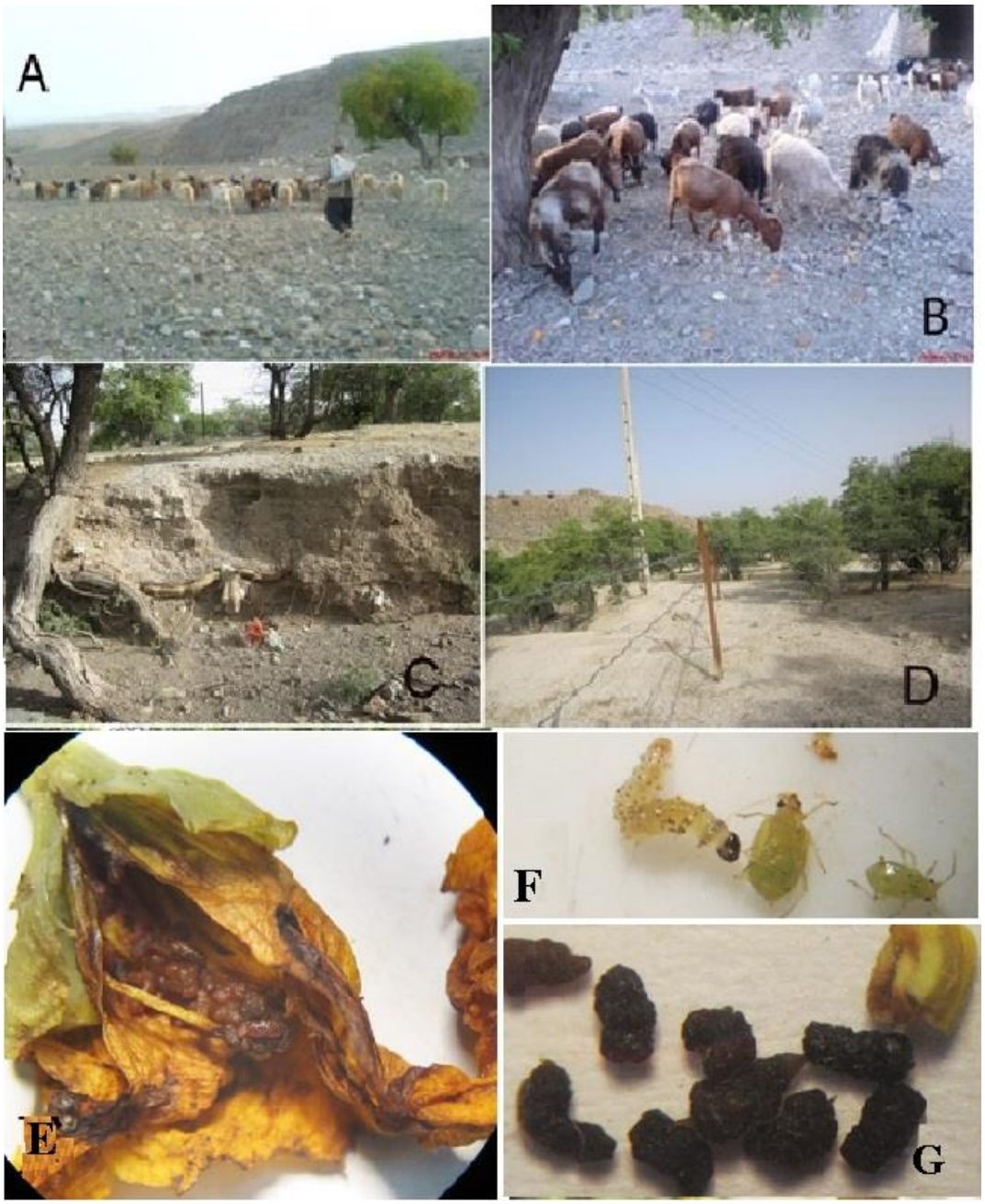
بررسی ساختار گل طی بلوغ نشان داد که در وسط گل یک ساختار ترشحی دیسک مانند رشد یافته وجود دارد که مادگی روی این دیسک قرار دارد. این دیسک در گل‌های جوان متمایل به سفید یا سبز است و ضمن بلوغ همراه با بخش قاعده‌ای جام به رنگ بنفش ظاهر می‌شود که در ترشح مایع دورن جام گل دخالت می‌نماید. این مایع بی‌بو، شیرین، بی‌رنگ یا طی بلوغ بنفش رنگ می‌شود. حجم مایع قابل توجه است به حجم حدود یک میلی‌لیتر تشکیل می‌شود که حاصل ترشح دیسک و بخش‌های قاعده‌ای جام گل می‌باشد (شکل ٤A-F). ضمن حرکت گل‌ها با وزش باد این محتویات روی انشعابات و اجزای گیاه و نیز روی زمین ریخته می‌شود (شکل ٤D). ویژگی‌هایی مانند ایجاد رنگ‌های متمایل به قرمز یا بنفش و یا قهوه‌ای در اجزای گل از جمله جام گل، چسبناک بودن پرچم‌ها و حتی چسبندگی و توده بودن دانه‌های گرده و دیسک و نیز ترشح شهد بی رنگ یا رنگی و شیرین اشاره به گرده‌افشانی توسط حشرات می‌نماید. از طرفی به جلب پاتوژن‌ها و آفات گیاهی از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها، حشرات و ... کمک می‌کند. ضمن بازدیدهای ٥-٤ ساله‌ی منطقه و بررسی ساختار زایشی گیاه مشخص شد که با وجودپراکنش وسیع گیاه در منطقه و ظاهر طبیعی هر یک از اجزای گل، هیچ میوه‌ی بالغی تشکیل نمی‌شود. در نتیجه دانه نیز که عامل تکثیر زایشی می‌باشد ایجاد نمی‌شود و در اغلب گل‌ها تخمدان طی مراحل اولیه یا میانی پس از باز شدن گل چروکیده و خشک می‌شود. میوه کپسول و دانه‌ی بال‌دار آن در هند و نیز در گیاهان رشد یافته در بوشهر اشاره شده است اما در منطقه مورد مطالعه دانه تشکیل نمی‌شود [۳۱، ۳۲]. در این مطالعات، نشان داده شده است که دو ریختی گرده و عدم رویش و رشد آن، پیش‌پرچمی و نیز فقدان گرده‌افشان‌ها سبب فقدان تشکیل میوه و بی‌دانگی شده است. بهرحال، اگرچه توسط محققین در بررسی حدود ۱۰۰ درخت هیچ میوه و دانه بالغی دیده نشد، به نقل از ساکنین محلی در برخی سال‌ها روی برخی پایه‌ها بصورت محدود میوه و دانه تشکیل می‌شود که بنظر می‌رسد همین دانه‌های کم نیز عامل پراکنش گونه در مناطق دورتر باشند (در برخی مناطق شهرستان جیرفت حدود ۳۰-۲۰ کیلومتر دورتر از ذخیره‌گاه گیاهان به نسبت جوانی دیده می‌شود). برخی مطالعات روی گیاهان بی‌دانه‌ی گونه‌های دیگر این خانواده ذکر کرده‌اند که عوامل

محیطی رفتار کلاله و دانه‌های گرده و در نتیجه باروری را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برای مثال، شرایط آب و هوایی محلی (حرارت و رطوبت نسبی)، زیست‌شناسی تولید مثلی *Pyrostegiavenusta* از تیره‌ی پیچ‌اناری را که در Agra و Mysore هند رشد می‌کند تحت تاثیر قرار می‌دهد. در Agra، این گونه طی دسامبر تا مارس به خوبی گل می‌دهد اما میوه تشکیل نمی‌شود. در Mysore، طی نوامبر تا فوریه گل می‌دهد و میوه‌های نمویافته‌ی واجد دانه‌های بال‌دار را تولید می‌کند. دمای پایین و با گستره‌ی زیاد (۳۳/۸– ٤/٥ درجه‌ی سانتی‌گراد) و رطوبت بین ۹۸–۲۳٪ طی دوره‌ی گل‌دهی در آگرا سبب کاهش باروری گرده، پلی مورفیسم گل و مهار رویش گرده روی سطح کلاله و تشکیل میوه می‌شود. در میسور که گستره‌ی دما بین ۲۳/۸–۲۰/۲ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت از ۷۵–۳۳٪ است میوه‌دهی کامل رخ می‌دهد. بنابراین در این مطالعه اثر کنترل دقیق دما روی فرایند لقاح مشخص می‌شود [۳۵]. همچنین مطالعات انجام شده روی برخی اعضای تیره‌پیچ‌اناری مانند *Campsis grandiflora*، Crescentia cujete، *Pyrostegia venusta*، Spathodea campanulata، Millingtonia hortensis که به دلیل شاخ و برگ یا گل‌های زیبا در باغ‌ها و خیابان‌ها کاشته می‌شوند نشان داده است که این گیاهان در دشت‌های Indo-Gangetic هند به طور عادی گل می‌دهند اما تشکیل میوه بطور کامل یا جزئی در آنها مهار می‌شود. از طرف دیگر، این گیاهان، وقتی در جای دیگر رشد می‌کنند گل و میوه می‌دهند. مطالعات اولیه در باره‌ی این گیاهان نشان داده است که عوامل آب و هوایی روی ساختار و زیست‌پذیری گرده، ساختار، پذیرش و ترکیبات کلاله اثر دارند. در مورد گیاه مورد مطالعه، گزارش‌های محلی از جمله مرکز ترویج کشاورزی گزارش کرد که زنبورهای جوانه‌خوار عاملی مخرب برای گیاه هستند که به گل‌ها حمله می‌کنند و مانع تشکیل میوه و دانه می‌شوند. مطالعات و بازدیدهای متعدد ما، اثری از زنبورها حتی برای گرده‌افشانی هم نشان نداد به طوری که در موارد نادری فقط مورچه‌ها و کفش‌دوزک‌ها روی گل‌ها دیده شدند که حضور آنها حتی در فاز رویشی یعنی زمانی که گل‌ها هم تشکیل نشده بودند دیده شد. با توجه به مطالعات محققین دیگر که زنبورها و پرندگان را عامل اصلی گرده‌افشانی می‌دانند [۱۵، ۲۲، ۲۳] و اینکه در بررسی‌های ما این گرده‌افشان‌ها دیده نشدند از یک طرف، و پیش‌مادگی (پروتوژینی) و نیز محدودیت گرده‌ای که در زمان پذیرندگی مادگی، گرده رها شده‌اند و گرده‌ی کافی برای گرده‌افشانی وجود ندارد ما عامل اصلی را این عوامل می‌دانیم تا شرایط محیطی که محققین بالا ذکر کردند یا زنبورهای جوانه‌خوار که مرکز ترویج کشاورزی گزارش کرده است. بررسی دما طی فصل گل‌دهی، نوسانات ذکر شده در گیاهان بدون دانه ذکر شده در گزارش بالا، را نشان نداد و میانگین دما بین ۲۷–۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد نوسان داشت. همچنین، به طور جالب توجه مطالعات روی تیره پیچ‌اناری نشان داده است که برخی گیاهان این خانواده پلی‌پلوئیدی نشان می‌دهند و این عامل سبب عدم باروری و در نتیجه گسترش تکثیر رویشی در آنها می‌شود [١٤]. در این راستا، در مطالعات بعدی شمارش کروموزومی و تعیین پلی‌پلوئیدی آن انجام خواهد شد. بهرحال، قابل ذکر است که در برخی سال‌ها در کل جنگل یک درخت دیده می‌شد که تعداد محدودی میوه و دانه تولید می‌کرد و شاید همین دانه‌های بسیار کم عامل پراکنشی برای گیاه در مناطق خیلی دورتر باشند.

با توجه به ارزش و اهمیت گیاه در حفظ محیط زیست، آن‌هم در دشت بسیار داغ و بادخیز گل‌پرکی که کمتر گیاهی این شرایط خاص را تحمل می‌کند، مطالعه عوامل تهدید کننده و در معرض خطر قرار دهنده نیز مورد توجه قرار گرفت. این منطقه در زمره‌ی مناطق حفاظت شده قرار دارد اما مواردی از چرای منطقه توسط گوسفندان و گاو در هر دو منطقه ذخیرگاه اصلی و جاده سد دیده شده (شکل ۵A, B). همچنین بدلیل سیلاب‌ها و باران‌های رگباری و نیز شنی لومی بودن و سست بودن خاک منطقه، خاک اطراف گیاهان شسته شده و سیستم ریشه‌ای در معرض خطر قرار می‌گیرد (شکل ۵C). در سال‌های با بارندگی مناسب، تکثیر رویشی گیاه بالا بوده و هر ساله پایه‌های جدیدی از سیستم ریشه‌ای در حال باززایی هستند که برخی از آنها از پرچین و حصار احداث شده خارج بوده و بنابراین در معرض خطر بیشتری هستند (شکل ۵D). در نمونه‌برداری‌های انجام شده بویژه در پایان فصل گل‌دهی مشاهده شد که در تعداد بسیاری از گل‌ها فضولات حشرات و یا لارو آنها دیده می‌شود. همچنین در برخی موارد آفاتی مشابه آلودگی‌های میکروبی دیده شد (شکل ۵E-G). شهد و شیره زیادی که در این گونه تشکیل می‌شود حضور این حشرات و پاتوژنها را تقویت می‌کند و این نیز خود عاملی برای تجزیه سریع‌تر تخمدان می‌باشد. بهرحال، گل‌های زیادی هم دیده شد که بدون آفات و بیماری اما در این گل‌ها نیز دانه تشکیل نمی‌شد. در خاتمه پیشنهاد می‌شود با توجه به وجود عوامل تهدید کننده و نیز فقدان تشکیل دانه در این گیاه مهم از نظر زیست‌محیطی در منطقه از طرفی، و نیز وجود تکثیر رویشی در این گیاه از طریق قلمه از طرف دیگر، در حفظ گیاهان باززایی شده از طریق تکثیر رویشی توجه نمود و همچنین در صورت نیاز، به تکثیر قلمه‌ها از طریق کشت در شیشه (in vitror) و نیز کشت گلدانی مبادرت نمود.



شکل۴A-F. ساختار گل و عدم تشکیل دانه. دیسک به رنگ کرم (A) یا بنفش (B)، شهد شفاف (C) که طی بلوغ گل به رنگ بنفش (E-F) دیده می‌شود. طی بلوغ گل، قهوه‌ای شدن، عدم رشد و خشک شدگی تخمدان مشاهده می‌شود.



شکل ۵A-G. برخی عوامل تهدید کننده شامل چرای دام (A و B زیستگاه جاده سد است)، سیلاب (C)، خارج از حصار یا پرچین بودن (D) و حشرات و فضولات آنها (E-G).

منابع

[۱] جعفری حقیقی، م. ۱۳۸۲. روش‌های تجزیه خاک – نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی (با تأکید بر اصول تئوری و کاربردی). چاپ اول. انتشارات ندای ضحی. ۲۳۶ صفحه.

[۲] روشن، ش، ا، مصلح آرانی، ح ر، عظیم‌زاده و م ح، امتحانی. ۱۳۸۹. شبیه سازی تغییرات سرعت باد با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژی درخت انار شیطان در استان‌های بوشهر و هرمزگان. دومین همایش ملی فرسایش بادی.

[۳] قهرمان ا. ۱۳۷۲. کروموفیت‌های ایران. جلد دوم، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی تهران.

[٤] محسن زاده س، ع، امیری و ن، صیادنیا طیبی. ۱۳۸۹. استخراج لاپاکول از پوست داخلی ساقه گیاه انار شیطان (Tecomella undulata (Roxb.) (Seem.)، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲٦ (۱): ۱۲۰-۱۱٤.

[٥] مظفریان و. ۱۳۸۸. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران، چاپ ششم، انتشارات فرهنگ معاصر.

[٦] هلر، ر. ۱۳٦٦. فیزیولوژی گیاهی. چاپ اول. ترجمه مه لقا قربانلی. انتشارات نشر دانشگاهی، تهران. ۳۳٤ صفحه.

[7] Akenga P., Salim A., Onditi A., Yusuf A., Waudo W. 2014. Determination of selected micro and macronutrients in sugarcane growing soils at Kakamega North District, kenya, IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC), 7: 34-41.

[8] Arya, S., Toky O.P., Harris S.M. & Harris P.C.J. 1992. *Tecomellaundulata* (Rohida): A valuable tree of Thar Desert. International Tree Crops Journal 7: 141–147.

[9] Ashwini A. Chitragar, Sneha M. Vasi, Sujata Naduvinamani, Akshata J. Katigar and Taradevi I. Hulasogi. 2016. trients Detection in the Soil**:** Review Paper**,** International Journal on Emerging Technologies 7 (2): 257-260.

[10] Bhardwaj, N.K., Khatri P., Ramawat D., Damor R. & Lal M. 2010. Pharmacognostic and phytochemical investigations of bark of *Tecomellaundulata* seem, International Journal of Pharma Research and Development, 2 (7): 1-10.

[11] Bhau, B.S., Negi M.S., Jindal S.K., Singh M., & Lakshmikumaran M. 2007. Assessing genetic diversity of *Tecomellaundulata* (Sm.): An endangered tree species using amplified fragment length polymorphisms-based molecular markers. Current Science 93 (1): 67-72.

[12] Cannedell, J., Jackson, R.B., Ehleringer, J.R., Mooney, H.A., Sala, O.E .& Schulze, E.D. 1996. Maximum rooting depth of vegetation types at the global scale. Oecologia. 108: 583-595.

[13] Chal, J., Kumar V. & Kaushik S. 2011. A phytopharmacological overview on *Tecomella undulate* G. Don. Journal of Apllied Pharmaceutical Science 01 (01): 11-12.

[14] Firetti-Leggieri, F.; Lohmann, L.G.; Alcantara, S.; Costa, I.R. & Semir, J. 2013. Polyploidy and polyembryony in Anemopaegma (Bignonieae, Bignoniaceae). Plant Reproduction 26: 43-53.

[15] Gentry A. H. 1990. Evolutionary patterns in neotropical Bignoniaceae. In: Gottsberger G, Prance GT, eds. Reproductive biology and evolution of tropical woody angiosperms. Memoirs of the New York Botanical Garden 55: 118–129.

[16] Jafri, I.C., Rech. F., Stewart R.R.& Bhandari M.M. 1862. *Tecomella undulata* (Roxb.) Seeman, Flora of Pakistan ser 3.

[17] James, E.A. & Konx R.B. 1993. Reproductive-biology of the australian species of the genus *Pandorea* (Bignoniaceae). Australian Journal of Botany 41 (5): 611–626.

[18] Kelling KA, LG Bundy, SM Combs, and JB Peters. 1998. Soil test recommendations for field, vegetable and fruit crops. Univ of Wisconsin Ext Publ 2809, Madison, WI.

[19] Kirtikar, K.R. & Basu B.D. 1993. Indian Medicinal Plants. Bishen Singh Mahendra pal Singh, Dehradun, 2nd Ed., Vol III, pp.1683-1684.

[20] Kumar, A., Ram H., Sharma S.K., & Rama Rao S. 2008. Comparative meiotic chromosome studies in nine accessions of *Tecomellaundulata* (Sm.) Seem., threatened tree of Indian desert, Silvae Genetica 57(6): 301-306.

[21] Kumawat R., Sharma S. & Kumar S.. 2012. An overview for various aspects of multifaceted, health care *Tecomella undulata* seem. Plant. Acta Poloniae Pharmaceutica, 69 (5): 993- 996.

[22] Lohmann, L.G. 2002. Phylogeny and morphological evolution of Bignonieae (Bignoniaceae). American Journal of Botany 89: SAuppl. Abstracts: 134.

[23] Lopes AV, Vogel S and Machdo IC. 2002. Secretory tricomes, a substitutive floral nectar source in *Lundia* (Bignoniaceae), a genus lacking a functional disc. Annals of Botany 90: 169-174.

[24] Nagaveni, H.C., Remadevi O.K., Sharma M.N., &. Rao R.V. 2002. Studies on the durability of plantation grown Tecomellaundulata (Sm.) Seem. Timber Development Association of India. 48 (1/2), 32–36.

[25] Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Washington, USDA Circular 939, U.S. Government Printing Office, 1–19.

[26] Pandey, R.P., Shetty B.V. & Malhotr S.K. 1983. A preliminary census of rare and threatened plants of Rajasthan In: Jain, S.K. & Rao, R.R. (eds) An assessment of threatened plants of India BSI, Howarh, 55–62.

[27] Parida. A. K. & Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Envirenmental Safety. 60: 324- 349.

[28] [28] Patel, K.N.G., Gupta G., Goyal M., & Nagori B.P.. 2011. Assessment of hepatoprotective effect of *Tecomellaundulata* (Sm.) Seem., Bignoniaceae, on paracetamol-induced hepatotoxicity in rats. RevistaBrasileira de Farmacognosia, 21 (1): 133-138.

[29] Rana A. & Chauha S. 2012. Factors affecting Reproductive Success in *Jacaranda mimosifolia* D. Don. (Bignoniaceae). The International Journal of Plant Reproductive Biology 4(1): 79–84.

[30] Rao, A.V., Kiran B., Lahiri A.N., & Bal K. 1989. Influence of trees on microorganisms of aridisol and its fertility. Indian Forestry, 115: 680–683.

[31] Rezanejad F. 2015. Flower Biology in *Tecomella undulata* (Bignoniaceae), Journal of Plant Science, 27 (4): 647-660.

[32] Rezanejad F. and Ganjalikhani F. 2017. Studies of Pollen Characteristics in Plants of Fruitless *Tecomella undulata* (Sm.) Seem. (Bignoniaceae) in Golparaki Region of Jiroft City, Iran, nian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, 41(4): 979–988.

[33] Sharma, M. & Ahmed S.I. 2000. Biology and field efficacy of Billeaeatkinsoni (*Diptera: Tachinidae)*, a potential pupal parasite of Marwar teak defoliator in arid and semi-arid areas. *Indian Forestry* 126 (4): 409–418.

[34] Shetty, B.V. & Singh V. 1987. Flora of Rajasthan, Flora of India series 2 BSI Howarh.

[35] Singh, G. 2009. Comparative productivity of *Prosopis cineraria* and *Tecomellaundulata* based agroforestry systems in degraded lands of Indian Desert. Journal of Forestry Research 20(2): 144−150.

[36] Sperry, J. S., Hacke, U. G., Oren, R. & Comstock, J. P. 2002. Water deficits and hydraulic limits to leaf water supply. Plant, Cell and Envirenment. 25: 251- 263.

[37] Sugihara S., Sunakawa S., Kilasara M. & Kosaki T. 2010. Effect of land management and soil texture on seasonal variations in soil microbial biomass in dry tropical agro ecosystems in Tanzania, Applied Soil Ecology 44: 80-88.

[38] Tripathi D., Singh V., Chauhan D., Prasad S., Dubey N. 2014. Role of Macronutrients in Plant Growth and Acclimation: Recent Advances and Future Prospective. In: Ahmad P., Wani M., Azooz M., Phan Tran LS. (eds) Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes. Springer, New York.

[39] Tripathi, J.P.M. & Jaimini S.N. 2002. Floral and reproductive biology of Rohida (*Tecomella undulata* (Sm.) Seem. Indian Journal of Forestry 25: 341–343.

[40] Yurembam G. S., Chandra H., Kumar V. 2015. Status of available macro and micro nutrients in the soils of Someshwar watershed in Almora district of Uttarakhand, An International Quarterly Journal of Environmental Science, 9 (725 - 730).

[41] Zhai, Y., Thomasson, J.A., Boggess, J.E & Sui, R. 2006. Soil texture classification with artificial neural networks operating on remote sensing data. Computers and Electronics in Agriculture 54 (2): 53-68.