DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2012.4018

فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۲۰-۱۰۹ (۱۳۹۱)

ارزیابی ویژگی‌های نونهالی در گز روغن (*Moringa peregrine* (Forssk.) Fiori) با بررسی روابط بین صفات رویشی گیاه

هاشم کنشلو[1*]، حسین میرزایی ندوشن[2]، فرشته اسدی‌کرم[3] و یوسف آچاک[4]

۱*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، پست الکترونیک: hkeneshlo@yahoo.com
۲- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
۳- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
٤- کارشناس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، ایرانشهر

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۹ تاریخ اصلاح نهایی: اسفند ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۹

چکیده

گز روغن (*Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori) یکی از گونه‌های مغفول از جنس مورینگاست که در عرصه وسیعی از مناطق جنوب‌شرقی کشور ما رویش دارد. این تحقیق با مطالعه ویژگی‌های نونهالی در ۳۱۰ نهال گز روغن در پی بررسی روابط علت و معلولی این صفات و تأثیر احتمالی آنها بر قدرت رویش نهال، انجام گردید. ازاین‌رو با جمع‌آوری بذر از روی ۲۱ تک‌پایه این گونه از عرصه‌های جنوبی کشور تعداد زیادی نهال از هر پایه تولید شده و در شرایط گلخانه نگهداری شدند و پس از رشد و استقرار اولیه از برخی از ویژگی‌های رویشی نهال‌های استقرار یافته یادداشت‌برداری گردید. داده‌ها در قالب طرح آماری کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند تا اختلاف بین پایه‌های مادری ارزیابی گردد. با تأیید اختلافات معنی‌دار بین پایه‌های بذرگیری شده، کلیه همبستگی‌های دوگانه بین صفات تخمین‌زده شد. با انتخاب صفاتی که در مدل رگرسیون چندگانه قرار گرفتند تجزیه علّیت انجام شد تا روابط مستقیم و غیرمستقیم صفات منتخب به‌عنوان صفات مستقل با ارتفاع گیاه، به‌عنوان صفت وابسته بررسی شود. از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز در جهت ارزیابی ارتباط ویژگی‌های رویشی مورد نظر استفاده شد. برای دسته‌بندی و سنجش قرابت پایه‌های بذرگیری شده، مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در مقابل هم پلات شدند و نتیجه آن با نتیجه حاصل از تجزیه کلاستر مقایسه شد. همه صفات با ارتفاع، حداقل در سطح ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. تجزیه اثرهای همبستگی دوگانه به اثرهای مستقیم و غیرمستقیم نشان داد که برخی از صفاتی که همبستگی مستقیم و مثبت با ارتفاع نهال دارند به صورت غیرمستقیم و از طریق سایر صفات بر ارتفاع نهال اثر منفی می‌گذارند. همینطور صفاتی نظیر عرض برگچه که همبستگی دوگانه مثبت با ارتفاع نهال نشان داد، دارای اثر مستقیم منفی بر این صفت بود.

واژه‌های کلیدی: گز روغن، تجزیه علّیت، همبستگی، ویژگی‌های نونهالی.

مقدمه

گونه *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori معروف به گز روغن (یا گازرخ) ویژگی‌های خاصی دارد که آن را قادر به زیستن در یکی از سخت‌ترین شرایط اقلیمی کشور ما نموده است. ازاین‌رو این گونه علاوه بر ارزش‌های دارویی، غذایی و بهداشتی، ارزش‌های زیست‌محیطی زیادی دارد که آن را در بین گونه‌های گیاهی موجود در کشور برجسته می‌کند. این گونه در مناطق خشک و نیمه‌خشک با پتانسیل تبخیر و تعرق بالای ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال رویش دارد و معمولاً در دامنه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا دیده می‌شود (Gebauer *et al.*, 2007). در بُعد جهانی، گز روغن در شمال‌شرق آفریقا و جنوب‌غرب آسیا رویش دارد

(Boulos, 1999)، ولی در بُعد ملی رویشگاه این گونه محدود به تپه‌ماهورها و کوهستانهای مناطق جنوب شرقی کشور (حدفاصل بشاگرد تا مرز پاکستان) می‌باشد.

برگچه‌های این گیاه در سن ۲ سالگی ریزش کرده و از آن به بعد گیاه از طریق سبزینه موجود در دمبرگ‌هایش فتوسنتز کرده و نیازهای حیاتیش را تأمین می‌کند. ریزش برگچه‌ها در این گیاه یکی از مکانیسم‌های مقاومت به خشکی در شرایط خشک رویشگاهی آن قلمداد می‌گردد (Hegazy *et al*., 2008).

گونه‌های مختلف مورینگا دارای خواص متعدد دارویی هستند که بر اهمیت آنها می‌افزاید. قسمت‌های مختلف گونه‌های مورینگا، از جمله برگ‌ها، ریشه‌ها و پوست تنه آنها در ساخت داروهای محلی در درمان بیماریهای مختلف ازجمله نارسایی‌های گوارشی، جوش‌های سطحی پوست بدن، سرماخوردگی، التهاب پوستی، فشار بالای خون، تشنج و حمله‌های عصبی، تب راجعه، امراض پوستی و روماتیسم کاربرد داشته است (Islam *et al*., 2005). ریشه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و صمغ‌هایی که از این گونه ترشح می‌شوند در درمان التهاب (Ezeamuzle *et al.*, 1996) و بیماریهای قلبی- عروقی (Limaye *et al*., 1995) مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور کلی بذر گونه‌های مورینگا دارای ترکیب‌های مؤثره متعددی است که به‌واسطه آن کاربرد آن را در زمینه‌های ضدمیکروبی، ضدالتهاب و ضدتومور افزایش داده‌است (Villasenor, 1994؛ Dayrit *et al*., 1990؛ Guevara *et al*., 1999؛ Makkar & Becker, 1997).

براساس مطالعات انجام شده توسط Hegazy (۱۹۹۲)، بیشترین درصد مرگ و میر در گونه گز روغن در سنین جوانی اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر نیروهای گزینشی در زیستگاه‌های این گونه بیشتر در مراحلی بر این گونه اعمال می‌شوند که بیشترین ظرافت و حساسیت را دارد (اسدی‌کرم و همکاران، ۱۳۸۸). از طرفی در بسیاری از گونه‌های درختی و جنگلی به دلیل دوره رشد طولانی جهت ارزیابی توانمندی جمعیت‌های مختلف گیاهان جنگلی، ابتدا ویژگی‌های نونهالی ازجمله قدرت استقرار و سرعت رشد اولیه مورد ارزیابی و مطالعه قرار می‌گیرد (Espahbodi *et al*., 2008). پس این ویژگی‌های رویشی در زمان نونهالی با یکدیگر چگونه در تعامل هستند و چه تأثیری بر یکدیگر می‌گذارند و آیا می‌توان با استفاده از برخی از این ویژگی‌ها به انتخاب نهال‌هایی با قدرت رویش برتر اقدام نمود یا نه، ازجمله سئوالاتی هستند که این بررسی در پی پاسخگویی به آنها می‌باشد. عوامل متعددی نظیر تغییرات شرایط اقلیمی، شرایط متفاوت خاک منطقه، تداخل عوامل مختلف انسانی و طبیعی و اثرهای متقابل بیولوژیکی می‌توانند تعیین‌کننده میزان استقرار، رشد و زنده‌مانی گونه‌های مختلف گیاهی در طبیعت باشند. گز روغن ضمن دگرگشن بودن، خودسازگاری بالایی نیز دارد که به آن کمک می‌کند در صورت عدم حضور عوامل دگرگرده‌افشانی نظیر حشرات، از طریق خودتلقیحی تولیدمثل کند و از این طریق موجب کاهش تنوع ژنتیکی در گونه گردد و این موضوع ممکن است که یکی از عوامل ضعف تنوع ژنتیکی در این گونه در مناطق رویش آن در کشور باشد. در گونه‌های مختلف گیاهی ثابت شده‌است که مطالعات جمعیتی می‌تواند در شناخت ساختار و نحوه تنظیم تعداد در جمعیت‌های گیاهی مفید باشد و چه بسا به شناخت فشارهای گزینش بر یک گونه یا جامعه گیاهی منجر شود. در مطالعات جمعیتی اغلب بقای فردی در جامعه، درصد مرگ و میر و تولیدمثل مورد توجه قرار می‌گیرد. اما از آنجا که مرحله نوجوانی یکی از مراحل بسیار حساس در چرخه زندگی گونه‌های جنگلی است و از طرفی آزمایش‌های مزرعه‌ای را می‌توان در این مرحله به اجرا درآورد، این نوع مطالعات اغلب در مرحله نوجوانی گونه‌های جنگلی صورت می‌گیرد (میرزایی ندوشن و اسدی‌کرم، ۱۳۸۹). هر یک از این عوامل نیز به‌صورت‌های مختلف به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر رشد رویشی گیاه تأثیر می‌گذارند. به‌طوری که میزان و نحوه اثرگذاری این عوامل بر رشد گیاه ازجمله مسائلی است که باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

مواد و روشها

نظر به اینکه رویشگاه گز روغن در کشور ما محدود به عرصه‌های جنوب‌شرقی کشور می‌باشد، ۲۱ پایه مادری واقع در رویشگاه‌های مذکور به‌صورت تصادفی انتخاب و بذرگیری شدند و در این تحقیق مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند (جدول ۱). فاصله نقاط بذرگیری و انتخاب نقاط به‌نحوی بود که بیشتر تنوع موجود در گونه را پوشش دهند. جهت رویاندن هماهنگ بذرهای جمع‌آوری شده، ابتدا به مدت ٢٤ ساعت در معرض جریان آب جاری قرار گرفتند. در ادامه به مدت سی دقیقه در محلول قارچ‌کش بنومیل قرار داده شدند و سپس در پتری‌دیش و روی کاغذ صافی مرطوب کاشته شدند. تا زمان سبز شدن بذرها رطوبت لازم به‌صورت روزانه تأمین گردید و پس از سبز شدن آنها به بستر کاشت در گلدان‌های حاوی مخلوطی از خاک زراعی، کود دامی و ماسه به نسبت ۱: ۱: ۱ منتقل شدند. در مجموع، ۳۱۰ نهال گلدانی از ۲۱ پایه مادری حاصل شده و مراقبت‌های روزمره و آبیاری تا زمان استقرار کامل نهال‌ها انجام شد. نهال‌ها در شرایط گلخانه نگهداری شدند و پس از رشد و استقرار اولیه از برخی از ویژگی‌های رویشی نهال‌ها ازجمله تعداد برگ و برگچه، طول برگ و ساقه، ارتفاع نهال، قطر یقه، شادابی، عرض و طول و سطح برگچه‌ها یادداشت‌برداری گردید. با لحاظ کردن نهال‌های حاصل از تک درختان به‌عنوان تیمار آزمایشی، میانگین‌های اطلاعات مربوط به هر پایه مادری در هر تکرار در قالب طرح آماری کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند تا اختلاف بین پایه‌ها ارزیابی گردد. با تأیید اختلافات معنی‌دار بین پایه‌های بذرگیری شده به روش پیرسون، کلیه همبستگی‌های دوگانه بین صفات تخمین زده شد. در ادامه با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره قدم به قدم ارتباط بین صفات مورد اندازه‌گیری به‌عنوان صفات مستقل و ارتفاع نهال‌ها به‌عنوان صفت وابسته تعیین گردید و صفاتی که بیشترین ارتباط را با این صفت داشتند تعیین گردیدند. با انتخاب صفاتی که در مدل رگرسیون قرار گرفتند تجزیه علّیت انجام شد تا روابط مستقیم و غیرمستقیم صفات منتخب با ارتفاع گیاه بررسی شود. از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز در جهت ارزیابی ارتباط ویژگی‌های رویشی والدینی رویشگاه‌های مختلف استفاده شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ضمن اینکه نقش هر یک از صفات رویشی مورد مطالعه را در تنوع موجود در نهال‌ها نشان می‌دهد، می‌تواند بر مبنای کلیه صفات مطالعه شده مؤلفه‌هایی را تولید کند که براساس آن نقش هر صفت را در تنوع مورد اشاره ارزیابی نماید. جهت دسته‌بندی و سنجش قرابت پایه‌های بذرگیری شده براساس داده‌های حاصل از نتایج این پایه‌ها، مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در مقابل هم پلات شدند و نتایج آن با نتایج حاصل از تجزیه کلاستر مورد مقایسه قرار گرفت. از نرم‌افزارهای SAS (SAS Institute, 1989) و Path در تجزیه داده‌ها استفاده شد.

نتایج

تجزیه واریانس موجود در بین میانگین نتایج حاصل در تکرارهای آزمایش نشان داد که از نظر کلیه صفات مورد مطالعه بین پایه‌های مادری اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲) که حکایت از مؤثر بودن تجزیه ضرایب همبستگی دوگانه با استفاده از تجزیه علّیت دارد. دامنه تغییرات نیز در صفات مورد مطالعه قابل‌توجه بود (جدول ۳). به‌طوری که میانگین ضرائب همبستگی دوگانه بین صفات مورد مطالعه روند متفاوتی را با یکدیگر نشان دادند (جدول ٤). با این حال، همه صفات با ارتفاع، حداقل در سطح ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. نکته قابل‌توجه اینکه قطر یقه نیز با همه صفات، همبستگی مثبت و معنی‌داری از خود نشان داد.

تجزیه رگرسیون چندگانه، برخی از صفات را به‌رغم همبستگی دوگانه بالا با ارتفاع از مدل حذف نمود. به عبارتی صفات تعداد برگ، طول برگ، طول ساقه، عرض برگچه و سطح برگچه‌ها در مدل باقی ماندند که در تجزیه علّیت نیز مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی جمعیت‌های گز روغن مورد مطالعه

شماره جمعیت	محل جمع‌آوری	تعداد پایه مادری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	نیکوجهان	۳، (T۱۱ تا T۱۳)	۶۰° ۱۲´ ۱۰˝	۲۵° ۵۵´ ۰۵˝
۲	کشیک	٤، (T۲۱ تا T۲٤)	۶۰° ۲۲´ ۱۳˝	۲۶° ۱۹´ ۱۸˝
۳	آبشکی	۲، (T۳۱ تا T۳۲)	۶۰° ۰۹´ ۱۰˝	۲۶° ۰۵´ ۳۲˝
٤	کنشکی	۵، (T٤۱ تا T٤۵)	۶۰° ۰۹´ ٤۶˝	۲۶° ۱۹´ ۰۹˝
۵	کلچات	٤، (T۵۱ تا T۵٤)	۵۹° ۳۸´ ۱۲˝	۲۶° ۲۲´ ۵۰˝
۶	چانف	۳، (T۶۱ تا T۶۳)	۶۰° ۱۹´ ۲۷˝	۲۶° ۱٤´ ٤۷˝

تجزیه اثرهای همبستگی دوگانه به اثر مستقیم و غیرمستقیم (جدول ۵) نشان داد که برخی از صفاتی که همبستگی مستقیم و مثبت با ارتفاع نهال دارند به‌صورت غیرمستقیم و از طریق سایر صفات بر صفت وابسته (ارتفاع نهال) اثر منفی می‌گذارند. همینطور صفاتی نظیر عرض برگچه که همبستگی دوگانه مثبت با ارتفاع نهال نشان داد دارای اثر مستقیم منفی بر این صفت بود (جدول ۵). به عبارت دیگر، عرض برگچه به خودی خود موجب کاهش ارتفاع نهال می‌گردد و اثر غیرمستقیم مثبت این صفت از طریق سایر صفات است که موجب همبستگی این دو صفت گردیده‌است. بنابراین دیاگرام علّیت (شکل ۱) تعدد ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم این تعداد معدود صفت را بر یکدیگر نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از تجزیه کلاستر نیز در شکل ۲ ارائه شده‌است. براساس این دندروگرام، پایه‌های مختلف روند مشخصی در دسته‌بندی از خود نشان ندادند. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز در جدولهای ۷ و ۸ ارائه شده‌است. به‌طوری که سه مؤلفه اول حاصل از این تجزیه و تحلیل ۷٤٪ از تنوع موجود در داده‌ها را تبیین نمودند. در پلات دو مؤلفه اول هم پراکنش پایه‌ها روند خاصی از خود نشان ندادند. به عبارت دیگر، نتایج حاصل از این تجزیه هم مشابه نتایج تجزیه کلاستر بود. اگرچه برخی از پایه‌های با منشأ مشترک در یک محدوده قرار گرفتند اما این رویه عام و فراگیر نبود.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک نتایج ۲۱ پایه از گز روغن

صفات	تیمار	خطا
درجه آزادی	۱۸	۲۸۶
تعداد برگ	٤/۸٤ *	۲/۸٤
تعداد برگچه	۰/۹۲ **	۰/۳۷
طول برگ	۲۸٤/۷۷ **	٤۸/۵۷
طول ساقه	۱٤۳/٤۲ **	٤۶/۹۰
ارتفاع نهال	۷۲۰/۲۱ **	۱۷۶/۸۰
شادابی	۱/۰۵ *	۰/۵۹
قطر یقه	۰/۳۱ **	۰/۰۹
عرض برگچه	۵/۷۲ **	۱/٤۳
طول برگچه	۵/۷۷ **	۲/٤۱
سطح برگچه	۱۸۱٤/٤ **	۶۷۳/۵۵

جدول ۳- میانگین صفات مورفولوژیک در نتایج حاصل از پایه‌های مورد مطالعه در گز روغن

گ	طول ساقه (mm)		ارتفاع نهال (mm)		شادابی (رتبه ۱ تا ٦)		قطر یقه (mm)		عرض برگچه (mm)		طول برگچه (mm)		سطح برگچه (mm^2)	
٤٥	٣٦/٢٢	bc	٨٠/٨٩	cdef	٤/٥٥	abcd	٣/١٠	bcd	١٤/٦٥	a	١٣/٦٤	c	١٥٨/٤٣	abcd
٣١	٣٢/٣٣	bcd	٦٤/٦٧	f	٤/٥٠	abcd	٣/٠١	bcdef	١٢/١٢	bc	١٦/١٧	abc	١٧١/٢٣	abc
٤٠	٢٨/٧٧	bcd	٨٤/٢٢	cdef	٣/٢٢	d	٢/٧٨	bcdef	١٠/١١	cde	١٤/٥٣	c	١٢٥/٤٤	cdef
٦١	٣٠/٣٣	bcd	١٠٧/٠	bc	٤/٨٣	abc	٢/٧٦	bcdef	١/٢٨	bcd	١٤/٦٧	c	١٣٧/٩٨	abcdef
٤٨	٤٠/٨١	b	٩٠/١٢	bcdef	٣/٩٤	abcd	٢/٤٨	ef	٨/٤٧	e	١٣/٥٥	c	٩٣/٩٩	f
٦٢	٢١/٨٣	d	٧١/٦٧	f	٣/٦٦	bcd	٣/٢٣	abc	١٢/٣٤	bc	١٥/٨١	bc	١٥٧/٨٩	abcd
٧٠	٣٧/٣٧	bc	١١٠/٤	b	٤/٩٥	abc	٣/٠٥	bcde	١١/٣٧	bcd	١٥/٩٩	abc	١٤٥/٧٦	abcde
٣٨	٣٠/٦٥	bcd	٨٢/٢٣	cdef	٣/٧٦	bcd	٣/٣١	ab	١٠/١٢	cde	١٤/٨٦	bc	١٢٠/١٢	def
٤٥	٣٠/٥٥	bcd	٨٣/٥٥	cdef	٥/١٠	ab	٢/٥٤	def	١٠/٨٧	bcd	١٥/٣٣	bc	١٣٣/٨٩	abcdef
٤٩	٤١/٤٣	b	٩٨/٤٠	cebd	٥/٣٠	a	٣/٧٥	a	١١/٢٢	bcd	١٥/٦٨	bc	١٤٣/٣٣	abcdef
٤١	٣٠/٨٠	bcd	٨٣/٣٤	cdef	٤/٠٠	abcd	٢/٧٤	bcdef	١٠/٦٠	bcde	١٤/٤٩	c	١٢٤/٩٥	cdef
٤٠	٢٦/٣٧	cd	٧٩/٩١	def	٤/١٢	abcd	٢/٧٧	bcdef	٩/٧٥	de	١٥/٣٤	bc	١٢٥/١٥	cdef
٤٨	٥٣/٥٢	a	١٣٥/٢	a	٤/٢٩	abcd	٢/٨٥	bcdef	٩/٥٤	de	١٣/٨٠	c	١٠٧/٢٩	def
٤٩	٢٤/٨٤	cd	٨٨/٨١	bcdef	٤/٢٥	abcd	٢/٥٢	def	١٠/١٩	cde	١٣/٦٥	c	١١١/٩٠	def
٤٥	٣١/١٠	bcd	٩٠/٩٧	bcdef	٣/٦٦	bcd	٢/٧١	bcdef	٩/٧٦	de	١٣/٩٣	c	١١٥/٦٨	def
٣٧	٣٧/٩٤	bc	٨٩/٣٥	bcdef	٣/١٦	d	٢/٤٢	f	١٠/٧٤	bcde	١٤/٦٠	c	١٢٩/٧٠	bcdef
٦٠	٣٣/٤٥	bcd	١٠٥/٨	bcd	٤/٦٧	abcd	٢/١٧	bc	١٢/٧٦	ab	١٧/٦٩	ab	١٧٧/١٠	ab
٣٨	٢٦/٠٣	cd	٨٤/٤٧	cdef	٤/٠٣	abcd	٣/٠٧	bcde	١١/٤٦	bcd	١٥/٨٤	bc	١٤٧/٦٩	abcde
٣٧	٣٦/٦٦	bc	٨٧/٣٩	bcdef	٣/٤٩	cd	٢/٧٣	bcdef	١٠/٣٣	cde	١٣/٨٦	c	١١٥/١٤	def
٤٦	٣٠/٨٣	bcd	٨٣/٦١	cdef	٤/٤٤	abcd	٢/٦٤	cdef	١٢/١٥	bc	١٨/٧٦	a	١٨٢/٩٥	a
٤١	٣٤/٥٤	bcd	٧٢/٣٧	ef	٤/٥٠	abcd	٢/٩٥	bcdef	٩/٤١	de	١٣/٤٣	c	١٠٤/١٦	ef

ستند در یک دسته قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ٤- ضرایب همبستگی دوگانه بین صفات نونهالی مورد مطالعه در گز روغن (*M. peregrina*)

صفات	تعداد برگ	تعداد برگچه	طول برگ	طول ساقه	ارتفاع نهال	شادابی	قطر یقه	عرض برگچه	طول برگچه
تعداد برگچه	-۰/۰۱ (ns)								
طول برگ	۰/۱۹ (**)	۰/٤۱ (**)							
طول ساقه	-۰/۱۱ (*)	۰/۱٥ (**)	۰/۱۹ (**)						
ارتفاع نهال	۰/۲٥ (**)	۰/۲۸ (**)	۰/٥۹ (**)	۰/٤۷ (**)					
شادابی	۰/۲۸ (**)	۰/۱۲ (*)	۰/۳۳ (**)	۰/۰۸ (ns)	۰/۲۹ (**)				
قطر یقه	۰/۱۱ (*)	۰/۱٥ (**)	۰/۳۱ (**)	۰/۲٦ (**)	۰/۳۲ (**)	۰/۲۰ (**)			
عرض برگچه	۰/۱۲ (*)	-۰/۰۳ (ns)	۰/۲۹ (**)	۰/۰۱ (ns)	۰/۲۲ (**)	۰/۲۲ (**)	۰/۲۸ (**)		
طول برگچه	۰/۰۹ (ns)	-۰/۰٦ (ns)	۰/۲٤ (**)	-۰/۰۱ (ns)	۰/۲٥ (**)	۰/۲۰ (**)	۰/۲٤ (**)	۰/٦۰ (**)	
سطح برگچه	۰/۱۰ (ns)	-۰/۰٥ (ns)	۰/۲۸ (**)	-۰/۰۱ (ns)	۰/۲٥ (**)	۰/۲۲ (**)	۰/۲۹ (**)	۰/۸۹ (**)	۰/۸٦ (**)

* و **: به‌ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح ٥٪ و ۱٪ و ns به مفهوم غیرمعنی‌دار است .

جدول ٥- تجزیه اثرهای همبستگی دو گانه صفات مستقل بر صفت وابسته ارتفاع نهال

(اعداد روی قطر اصلی اثر مستقیم هر صفت و اعداد خارج از قطر اثر غیرمستقیم هستند)

صفات	تعداد برگ	طول برگ	طول ساقه	عرض برگچه	سطح برگچه
تعداد برگ	۰/۲۰۳	۰/۰۸٥	-۰/۰٤٥	-۰/۰۱۸	۰/۰۲٤
طول برگ	۰/۰۳۸	۰/٤٤۹	۰/۰۷۸	-۰/۰٤۳	۰/۰٦۷
طول ساقه	-۰/۰۲۲	۰/۰۸٥	۰/٤۰۹	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲
عرض برگچه	۰/۰۲٤	۰/۱۳۰	۰/۰۰۱	-۰/۱٤۸	۰/۲۱۳
سطح برگچه	۰/۰۲۰	۰/۱۲٥	-۰/۰۰٤	-۰/۱۳۱	۰/۲٤۰

جدول ٦- ضرایب همبستگی (r^2) اثر مستقیم و جمع ضرایب اثر غیرمستقیم صفات مستقل بر صفت وابسته، ارتفاع نهال

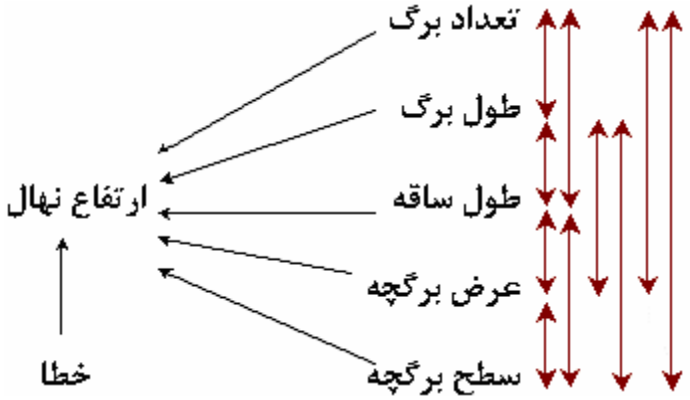
صفات	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم	اثرهای کل
تعداد برگ	۰/۲۰۳	۰/۰٤۷	۰/۲۵۰
طول برگ	۰/٤٤۹	۰/۱٤۱	۰/۵۹۰
طول ساقه	۰/٤۰۹	۰/۰٦۱	۰/٤۷۰
عرض برگچه	-۰/۱٤۸	۰/۳٦۸	۰/۲۲۰
سطح برگچه	۰/۲٤۰	۰/۰۱۰	۰/۲۵۰
خطای مدل	۰/٤٦		

جدول ۷- ویژگی‌های مؤلفه‌های اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) روی صفات نونهالی در گز روغن

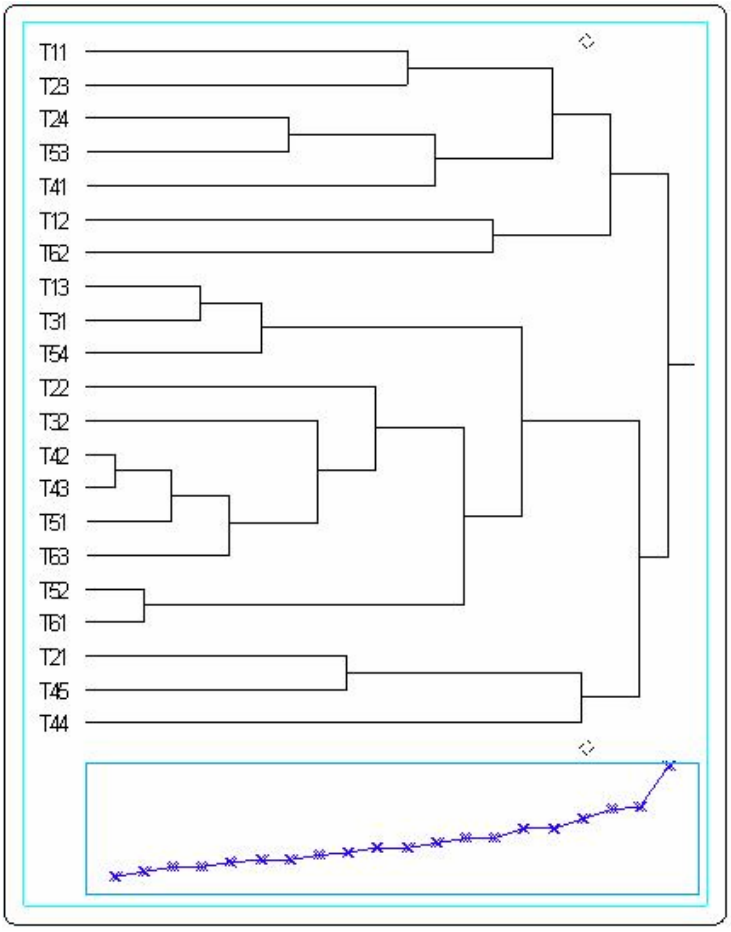
مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۳/۲٤	۰/۳۲	۰/۳۲٤
۲	۲/۸۰	۰/۲۸	۰/٦۰٤
۳	۱/۳۵	۰/۱٤	۰/۷۳۹
٤	۰/۸٤	۰/۰۸	۰/۸۲۳
۵	۰/۷۵	۰/۰۷	۰/۸۹۸
٦	۰/۵۲	۰/۰۵	۰/۹٤۸
۷	۰/۲٦	۰/۰۳	۰/۹۷۳
۸	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۹۹۸
۹	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۹۹۹
۱۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۱/۰۰۰

جدول ۸- رشته‌های مخفی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی داده‌های مورفولوژیک در دوره نونهالی در گز روغن

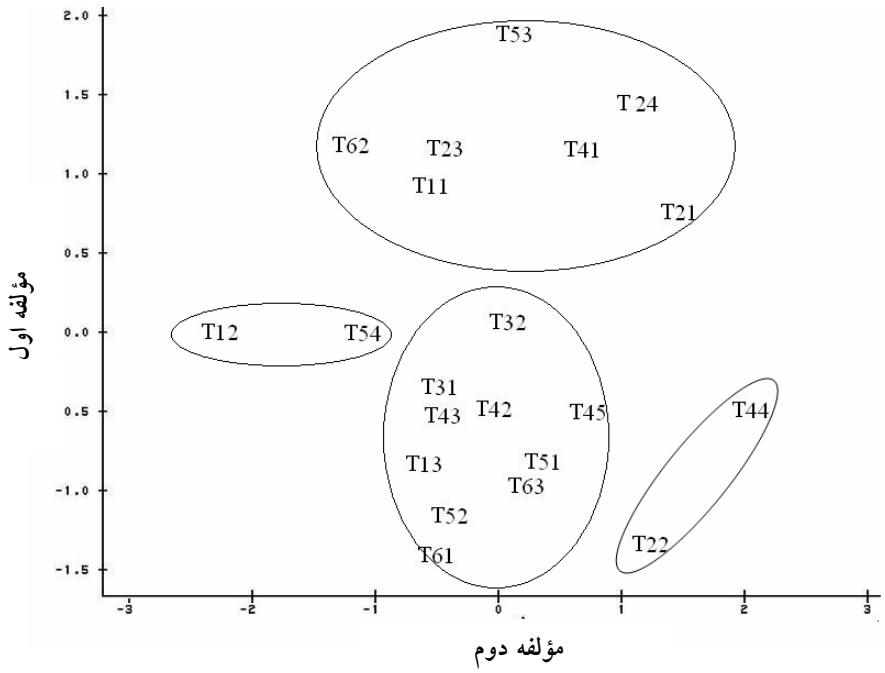
صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
تعداد برگ	۰/۱۷۰	۰/۲۸۲	-۰/۵۵٦	۰/۲٤۲
تعداد برگچه	۰/۰٤٦	۰/۵۰۰	-۰/۱۷۰	-۰/۰۹۰
طول برگ	۰/۳۷٤	۰/۳۵۷	-۰/۲۲۸	-۰/۱۲۳
طول ساقه	-۰/۰۵٦	۰/۳۱٦	۰/٦۷۲	-۰/۰۲٦
ارتفاع نهال	۰/۱۲۷	۰/٤۷٦	۰/۲۷۲	-۰/۲٤۹
شادابی	۰/۳۸۱	۰/۲۰۱	۰/۱۲۷	۰/۱٦۸
قطر یقه	۰/۳۱۸	-۰/۰۳۷	۰/۲٤٦	۰/۷٦۰
عرض برگچه	۰/٤۲۵	-۰/۲۳۱	۰/۰۳۷	۰/۰٤۲
طول برگچه	۰/٤۰۷	-۰/۲۰۰	۰/۰٤۳	۰/٤٤۵
سطح برگچه	۰/٤٦٦	-۰/۲۸۵	۰/۰٦۵	۰/۲۲۲



شکل ۱- دیاگرام علّیت، نشان‌دهنده ارتباطات بین صفات مستقل و ارتفاع نهال در جمعیت‌های مورد مطالعه
(پیکان‌های دوسر نشان‌دهنده ارتباطات عمومی صفات و پیکان‌های یک سر نشان‌دهنده اثر مستقیم هستند.)



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ویژگی‌های نونهالی در جمعیت‌های مورد مطالعه از گز روغن



شکل ۳- پراکنش پایه‌های مادری براساس دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

بحث

اختلاف زیادی بین پایه‌های مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های نونهالی مشاهده گردید که حکایت از وجود تنوع کافی در درون این گونه دارد. این اختلاف‌ها و تنوع مشاهده شده، مطالعه همبستگی بین صفات و تجزیه مقادیر همبستگی را توجیه می‌نماید. البته تنوع مشاهده شده در بین پایه‌های مورد مطالعه نوید قابلیت این گونه در پاسخ به پروژه‌های اصلاحی است، به‌ویژه در ویژگی‌های نونهالی که تجربه نشان داده‌است که این گونه حساسترین شرایط را دارد و بیشترین مرگ ومیر آن در زمان نونهالی است (Hegazy *et al.*, 2008). دامنه تغییرات در صفات مختلف حکایت از قابلیت بالای این گونه در پاسخگویی به برنامه‌های اصلاحی داشت (جدول ۳). لازم است تأکید شود که بیشتر اختلاف بین افراد در گونه‌های درختی و درختچه‌ای در سنین بلوغ ظاهر می‌شود و تفاوت‌هایی که در سنین نونهالی آشکار می‌شوند نوید تنوع ژنتیکی کافی بین یا درون جمعیت‌های گیاهی مورد نظر را می‌دهند. این تحقیق بیشتر در پی استفاده از تنوع موجود در داده‌ها به منظور مطالعه روابط مستقیم و غیرمستقیم بین صفات نونهالی است. گفته می‌شود که صفات نونهالی دارای ارزش مطالعاتی از نظر گیاه‌شناسی نیستند، ولی کاربرد آنها در تشخیص پایه‌هایی با قابلیت بالای رویشی قابل انکار نیست. در هر صورت همبستگی فنوتیپی همه صفات مورد نظر با ارتفاع نهال به‌عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های نونهالی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. البته شناخت روابط پیچیده بین ویژگی‌های رویشی این گونه در دوره نونهالی جهت شناخت پایه‌های برتر والدینی ضروریست. در سایر گونه‌های درختی و درختچه‌ای نیز استفاده از همبستگی‌های فنوتیپی در انتخاب مستقیم و غیرمستقیم پایه‌های مطلوب به دفعات گزارش شده‌است (Espahbodi *et al.*, 2008؛ Blada & Popescu, 2008).

تجزیه علّیت، ضرایب همبستگی صفات مستقل با یک صفت وابسته را به اثر مستقیم و غیرمستقیم آن صفات بر صفت وابسته (ارتفاع نهال) تقسیم می‌کند. در این بررسی، همبستگی دوگانه ساده مثبت و معنی‌دار صفات طول برگ و طول ساقه با ارتفاع نهال به همراه اثر مستقیم و مثبت آنها (جدول ۵) حکایت از این دارد که این دو صفت می‌توانند معرف مناسبی در انتخاب نهال با رشد ارتفاعی مناسب باشند. صفات سطح برگچه و تعداد برگ نیز در مرتبه بعدی اهمیت از نظر اثرگذاری مستقیم بر ارتفاع نهال می‌باشند. عرض برگچه به‌رغم اینکه همبستگی ساده مستقیم مثبت و معنی‌دار (۰/۲۲) با ارتفاع نهال نشان داد ولی اثر مستقیم آن با این صفت منفی بود (۰/۱٤۸-). به عبارت دیگر این صفت بیشتر با اثر غیرمستقیم از طریق سایر صفات بر ارتفاع نهال اثر می‌گذارد. به‌نحوی که مجموع اثرهای غیرمستقیم این صفت بر ارتفاع نهال برابر است با ۰/۳٦۸ که با اثر مستقیم منفی (۰/۱٤۸-) در مجموع همبستگی دوگانه ۰/۲۲ را تشکیل می‌دهند. در بین صفات مورد مطالعه، صفات سطح برگچه، تعداد برگ و طول ساقه، اثرهایشان را بر ارتفاع نهال به‌طور مستقیم اعمال می‌کنند و کمتر از طریق سایر صفات و به صورت غیرمستقیم تأثیرگذار هستند (جدول ۵). مقدار خطای نسبتاً زیاد مدل (جدول ٦) نیز حکایت از این امر داشت که بخشی از تنوع موجود در ارتفاع نهال را می‌توان در همبستگی با سایر صفات جستجو کرد. البته لازم به ذکر است که برخی از صفات در نوجوانی به اندازه کافی تنوع از خود نشان نمی‌دهند و بیشترین تنوع این صفات در مراحل بلوغ آشکار می‌شود. در خصوص گز روغن این ارتباطات تاکنون بررسی نشده و اطلاعی در زمینه روند تغییرات همبستگی‌های بین صفات در سنین مختلف وجود ندارد ولی در سایر گونه‌های گیاهی ازجمله گونه‌های درختی و درختچه‌ای این نوع مطالعات در سطح وسیعی صورت گرفته‌است. به‌نحوی که برخی صفات به‌عنوان صفاتی که روند خاصی براساس سن گیاه طی می‌کنند شناخته شده‌اند (Pedersen *et al*., 2007).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دو مؤلفه اول بیش از ٦۰٪ از تنوع موجود در داده‌ها را تبیین نمودند (جدول ۷). در مؤلفه اول صفاتی نظیر عرض برگچه، طول برگچه و سطح برگچه دارای اثر تعیین‌کننده و مثبتی در مؤلفه اول بودند، به‌نحوی که این مؤلفه را می‌توان به‌عنوان مؤلفه برگچه نامگذاری نمود (جدول ۸). به عبارت دیگر، ضرایب عاملی صفات مذکور در مؤلفه اول مثبت و بزرگتر از سایر صفات بود. در حالی‌که تعداد برگچه، طول برگ و ارتفاع نهال صفاتی بودند که بیشترین نقش را در تشکیل مؤلفه دوم از خود نشان دادند و ضرایب عاملی این صفات از سایر صفات در مؤلفه دوم بیشترین مقدار را داشت. بر این اساس پایه‌هایی که از نظر این دو مؤلفه مقادیر بالایی را به خود اختصاص داده‌اند در پلات دو مؤلفه اول (شکل ۳) می‌توان به خوبی تشخیص داده و انتخاب نمود. به‌عنوان نمونه پایه‌ای که در پلات دو مؤلفه در شکل ۳ با عبارت T53 نشان داده شده‌است از نظر ویژگی‌های مذکور باید نسبت به سایر پایه‌ها برتری داشته باشد. می‌توان با محدوده‌ای از تغییرات، پایه‌هایی که در سمت راست بالای شکل ۳ قرار گرفته‌اند (T53، T24، T41 و T21) را همگی در زمره پایه‌های توانمند قلمداد نمود. میانگین صفات در جدول ۳ نیز این موضوع را تأیید می‌نماید. به‌طور کلی می‌توان گفت که استفاده از تجزیه علّیت همزمان با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ضمن تبیین روابط علّی و معلولی بین صفات وابسته و مستقل در این

گونه می‌تواند پایه‌هایی را که توان تولید نهال‌های توانمند دارند نیز تعیین نماید. به عبارت دیگر، می‌توان به نوعی از این روش به‌عنوان شاخصی در انتخاب پایه‌های برتر استفاده نمود. پایه‌های برتر در احداث کلکسیون‌های بذری و باغ‌های بذر نقش مهمی داشته و با کمک آنها می‌توان بذرهایی تولید نمود که شانس موفقیت جنگل‌کاریها را افزایش می‌دهد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همه همکاران مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور که ما را در اجرای این تحقیق یاری کردند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم. همچنین از مسئولین و همکاران محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان که ما را در جمع‌آوری بذرها از رویشگاه‌های کوهستانی و صعب‌العبور یاری نمودند نیز تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

– اسدی‌کرم، ف.، میرزایی ندوشن، ح.، امام، م.، بخشی خانیکی غ.ر.، و کنشلو، ه.، ۱۳۸۸. رویاندن بذر و تفاوت در توانمندی‌های نونهالی در دو گونه از جنس مورینگا. پژوهش و سازندگی (ویژه‌نامه منابع طبیعی)، ۲۱: ۱۴۵-۱۳۹.

– میرزایی ندوشن، ح.، اسدی‌کرم، ف.، امام، م.، بخشی خانیکی، غ.، کنشلو، ه.، و آچاک، ی.، ۱۳۸۸. توانمندی ژنتیکی در القاء کالوس و رشد جنین نارس در جمعیت‌هایی از گز روغن (*Moringa peregrina* (Forssk) Fiori). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۷: ۳۷-۲۹.

– میرزایی ندوشن، ح. و اسدی‌کرم، ف.، ۱۳۸۹. مورینگا اعجاز طبیعت. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۲۲۶ صفحه.

- Blada, I. and Popescu, F., 2007. Swiss stone pine provenance experiment in Romania: II Variation in growth and branching traits to age 14. Silvae Genetica, 56(3-4): 148-158.
- Boulos, L., 1999. Flora of Egypt, Azollaceae-Oxalidace, Vol. 1. Al Hadara Publishing, Cairo, 419p.
- Dayrit, F., Alcantara, A. and Villasenor, I., 1990. The antibiotic compound and its deactivation in aqueous solutions. Philippine Journal of Science, 119: 23-26.
- Espahbodi, K., Mirzaie-Nodoushan, H., Tabari, M., Akbarinia, M., Dehghan-Shuraki, Y., and Jalali, S. G., 2008. Genetic variation in early growth characteristics of two populations of wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) and their interrelationship. Silvae Genetica, 57: 340-348.
- Ezeamuzle, I.C., Ambadederomo, A.W., Shode, F.O. and Ekwebelem, S.C., 1996. Antiinflammatory effects of *Moringa oleifera* root extract. International Journal of Pharmacognosy, 34(3): 207-212.
- Gebauer, J., Luedeling, E., Hammer, K., Nagieb, M. and Buerkert, A., 2007. Mountain oases in northern Oman: An environment for evolution and *in situ* conservation of plant genetic resources. Genetic Resources and Crop Evolution, 54(3): 465-481.
- Guevara, A.P., Vargas, C., Sakurai, H., Fujiwara, Y., Hashimoto, K., Maoka, T., Kozuka, M., Ito, Y., Tokuda, H. and Nishino, H., 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. Mutation Research, 440(2): 181-188.
- Hegazy A.K., Hammouda, O., Lovett-Doust, J. and Gomaa, N.H., 2008. Population dynamics of *Moringa peregrina* along altitudinal gradient in the northwestern sector of the Red Sea. Journal of Arid Environments, 72(9): 1537-1551.
- Hegazy, A.K., 1992. Age-specific survival, mortality and reproduction, and prospects for conservation of *Limonium delicatulum*. Journal of Applied Ecology, 29: 549-557.
- Islam, S., Akthar Jahan, M.A. and Khatun, R., 2005. In vitro regeneration and multiplication of year-round fruit bearing *Moringa oleifera* L. Journal of Biological Science, 5(2): 145-148.
- Limaye, D.A., Nimbkar, A.Y., Jain, R. and Ahmad, M., 1995. Cardiovascular effects of the aqueous extract of *Moringa pterygosperma*. Phytotherapy Research, 9: 37-40.
- Makkar, H.P.S. and Becker, K., 1997. Nutrient and antiquality factors in different morphological parts of *Moringa oleifera* tree. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 128(3): 311-322.
- Pedersen, A.P., Hansen, J.K., Mtika J.M. and Msangi, T.H., 2007. Growth, stem quality and age-age orrelations in a teak provenance trial in Tanzania. Silvae Genetica, 56: 142-148.
- SAS Institute., 1989. SAS user's guide: statistics. 5th edition. Cary, NC, SAS Institute Inc., 956p.
- Villasenor, I., 1994. Bioactive metabolites from *Moringa oleifera* Lam. Kimika, 10: 47-52.

Assessment of seedling traits on *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori with analyzing vegetative characteristics interrelationships

H. Keneshloo[*1], H. Mirzaie-Nodoushan[2], F. Asadicorom[2] and U. Achak[3]

1*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran E-Mail: hkeneshlo@yahoo.com
2- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
3- Sistan and Baluchestan Agriculture and Natural Resources Research Center, Iranshahr, Iran

Received: November 2011 Revised: March 2011 Accepted: March 2011

Abstract

Moringa peregrina (Forssk.) Fiori is one of the neglected *Moringa* species which is growing in a wide area of southeast part of Iran. The research was carried out by studying seedling growth parameters on 310 *Moringa peregrina* seedlings to investigate interrelationship between the growth parameters and their possible effects on seedling growth. Therefore, seed was collected from 21 single plants of the species across its habitats in southeast part of the country. Seedlings were grown in greenhouse conditions on which several seedling growth parameters were recorded after seedling establishment. The recorded data were analyzed based on completely randomized design model to assess the differences between the mother plants. To confirm the differences between the sampled single trees, all the possible paired correlation coefficients were estimated. To select the parameters specified by multiple regression analysis, path analysis was performed to investigate the direct and indirect relations between the independent parameters and plant height as the dependent parameter. Principal components analysis was also used to assess the interrelationship between the growth parameters. To classify the progenies of the single plants, the first and second components of the analysis were plotted and the results of the plot were compared to the results of cluster analysis. All the recorded traits showed a significant positive correlation with seedling height. Dividing the phenotypic correlation to the direct and indirect effects revealed that several traits affect the dependent parameters positively direct and negatively indirect, through other recorded growth parameters. Traits such as leaflet width with a positive simple correlation to the seedling height, showed a negative direct effect on the dependent parameter.

Key words: *Moringa peregrine* (Forssk.) Fiori, Path analysis, Correlation, Seedling growth characteristics.