فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۴، صفحه ۶۷۲-۶۶۴، (۱۳۹۳)

شبیه‌سازی نقشه جنگلکاری بااستفاده از الگوی مکانی طبیعی درختان به‌منظور احیای مناطق تخریب‌یافته زاگرس

حامد نقوی[۱*]، اصغر فلاح[۲]، شعبان شتایی[۳]، جوادسوسنی[۴] و حبیب رمضانی[۵]

۱*- دانشجوی دکترای جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. پست الکترونیک: Hm.naghavi@gmail.com
۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۴- استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان، ایران.
۵- استادیار گروه مدیریت جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی اوما، سوئد.

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۶/۰۵

چکیده

به‌منظور طراحی یک نقشه جنگلکاری مناسب نیاز به یک روش ساده و دقیق برای تجزیه‌وتحلیل جوامع گیاهی و شبیه‌سازی یک نقشه جنگلکاری براساس الگوی مکانی طبیعی درختان است. در این پژوهش یک الگوریتم جدید برای شبیه‌سازی نقشه جنگلکاری در جنگل‌های زاگرس طراحی شد. بدین‌منظور ۱۰ هکتار از جنگل‌های کمترتخریب‌یافته زاگرس واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان خرم‌آباد انتخاب شد. در تهیه این الگوریتم سعی شد با بررسی و الهام گرفتن از الگوریتم‌های استفاده‌شده در پژوهش‌های پیشین و تاحدامکان رفع نقایص موجود در آنها، یک الگوریتم جدید در محیط نرم‌افزار MATLAB طراحی شود. بررسی نقشه خروجی طراحی‌شده توسط الگوریتم نشان داد که شرایط موردنظر مانند ترکیب و فاصله گونه‌ها در طراحی نقشه موردنظر رعایت شده است و می‌توان با استفاده از نتایج این الگوریتم به یک الگوی جنگلکاری در مناطق مختلف دست یافت. با توجه به اینکه، پژوهش پیش‌رو اولین تحقیق در این زمینه در داخل کشور است، نیاز به کار و بررسی‌های بیشتر و رفع نقاط ضعف دارد، به‌همین منظور پیشنهاد می‌شود با بکارگیری این الگوریتم در مناطق مختلف و استفاده از شاخص‌های مؤثر مانند نوع خاک، ارتفاع از سطح دریا و عوامل فیزیوگرافی این نقاط ضعف برطرف گردد. همچنین با توجه به اینکه این‌گونه پژوهش‌ها و طراحی‌ها در شرایط آزمایشگاهی و نرم‌افزاری انجام می‌شود، نتایج به‌دست‌آمده باید به‌طور آزمایشی در مناطق مختلف پیاده شود و بعد از گذشت زمان، موفقیت و یا عدم آن در شرایط طبیعی تعیین شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی مکانی، جنگلکاری، زاگرس، شبیه‌سازی.

مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به افزایش تخریب جنگل‌ها و نیاز روز افزون بشر به فرآورده‌های چوبی و همچنین اهمیت پوشش گیاهی در مسائل زیست‌محیطی، جنگلکاری‌ها اهمیت ویژه‌ای یافته‌اند. سطح جنگلکاری‌ها به‌طور گسترده‌ای در سراسر جهان در حال گسترش است و این افزایش سطح باعث کاهش فشار بر جنگل‌های طبیعی، کاهش اثرات تغییر اقلیم و کاهش فقر مرد روستانشین می-

Archive of SID
www.SID.ir

شود (Sikor & Baggio, 2014; Rudel, 2009). براساس آمار منتشر شده تا سال ۲۰۱۰، ۲۶۴ میلیون هکتار از سطح پوشش گیاهی جهان به جنگلکاری‌ها اختصاص یافته است (F.A.O, 2010). بخش عمده‌ای از کشور ایران دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است (Mahdavi, 2002) و در نتیجه بوم‌سازگان‌های شکننده و آسیب‌پذیری دارد بنابراین لازم است با اعمال روش‌های مدیریتی علمی و استفاده از عملیات جنگلکاری مورد تقویت و احیا واقع شوند (Aliarab *et al*., 2006).

الگوی مکانی نقش مهمی را در شاخص‌های پویایی جوامع گیاهی مانند توالی، سازگاری، رقابت و تنوع زیستی ایفا می‌کند (Legendre & Fortin, 1989; Purves & Law, 2002). به همین دلیل مطالعه و شناخت الگوی مکانی مکانی جهت بررسی تئوری‌های بوم‌شناختی و مدیریت مناطق تخریب یافته مفید است. استفاده از الگوی مکانی توسط بوم‌شناسان امری جدید نیست (Watt, 1947; Skellam, 1951). آنالیز مکانی در مطالعات اکولوژیکی برای اولین بار در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی مورداستفاده قرار گرفت (Gatrell *et al*., 1996). امروزه با پیشرفت علم رایانه و مدل‌سازی، اکولوژیست‌ها دوباره توجه ویژه‌ای به استفاده از الگوی مکانی در مطالعات خود دارند (Perry *et al*., 2006). به‌نظر می‌رسد مسئله اصلی در احیای مناطق تخریب یافته و جنگلکاری‌ها این است که درختان با توجه به نوع الگویی که در محیط طبیعی خودشان دارند بازسازی شوند. به‌عبارت دیگر، طراحی یک نقشه جنگلکاری مناسب نیاز به یک روش ساده و دقیق جهت تجزیه‌وتحلیل جوامع گیاهی (ترکیب گونه‌های گیاهی و فاصله آنها) و شبیه‌سازی یک نقشه جنگلکاری براساس الگوی مکانی طبیعی درختان وجود دارد (Zhang *et al*., 2011). برای این منظور نرم-افزارهایی برای شبیه‌سازی الگوی مکانی درختان برای جنگلکاری‌ها ارایه شده است که یکی ار این نرم‌افزارها، ArcPlantPattern (Zhang *et al*., 2011) می‌باشد. این نرم‌افزار با استفاده از محیط Visual Basic.NET و ArcObjects و در کشور آمریکا طراحی شده و به‌صورت یک ضمیمه در محیط نرم افزار ArcGIS قابل اجراست. هدف اصلی از طراحی این نرم‌افزار برآورد شاخص‌های مربوط به الگوی مکانی درختان مانند ترکیب گونه‌ها و فاصله آنها از یکدیگر و در نهایت تهیه نقشه جنگلکاری با استفاده از این اطلاعات بود. با توجه به شباهت تقریبی گونه‌های موجود در منطقه تحقیق ایشان واقع در شرق ایالت تگزاس با شرایط اقلیمی نیمه خشک تا خشک، که شامل چهار گونه افرای سفید (*Acer Saccharum*)، بلوط سیاه (*Quercus Velutina*)، *Quercus Marilandica* و *Carya Glabra* بود، با گونه‌های موجود در جنگل‌های زاگرس و همچنین پیشنهاد طراحان این نرم‌افزار در قابلیت بکارگیری این الگوریتم در مناطق تخریب یافته و مناطق خشک و نیمه خشک، در این پژوهش سعی شد با بررسی و الهام گرفتن از الگوریتم‌های استفاده شده در پژوهش‌های پیشین و حتی الامکان رفع نقایص موجود در آنها یک الگوریتم مناسب جهت طراحی نقشه جنگلکاری با استفاده از الگوی طبیعی مکانی درختان طراحی گردد.

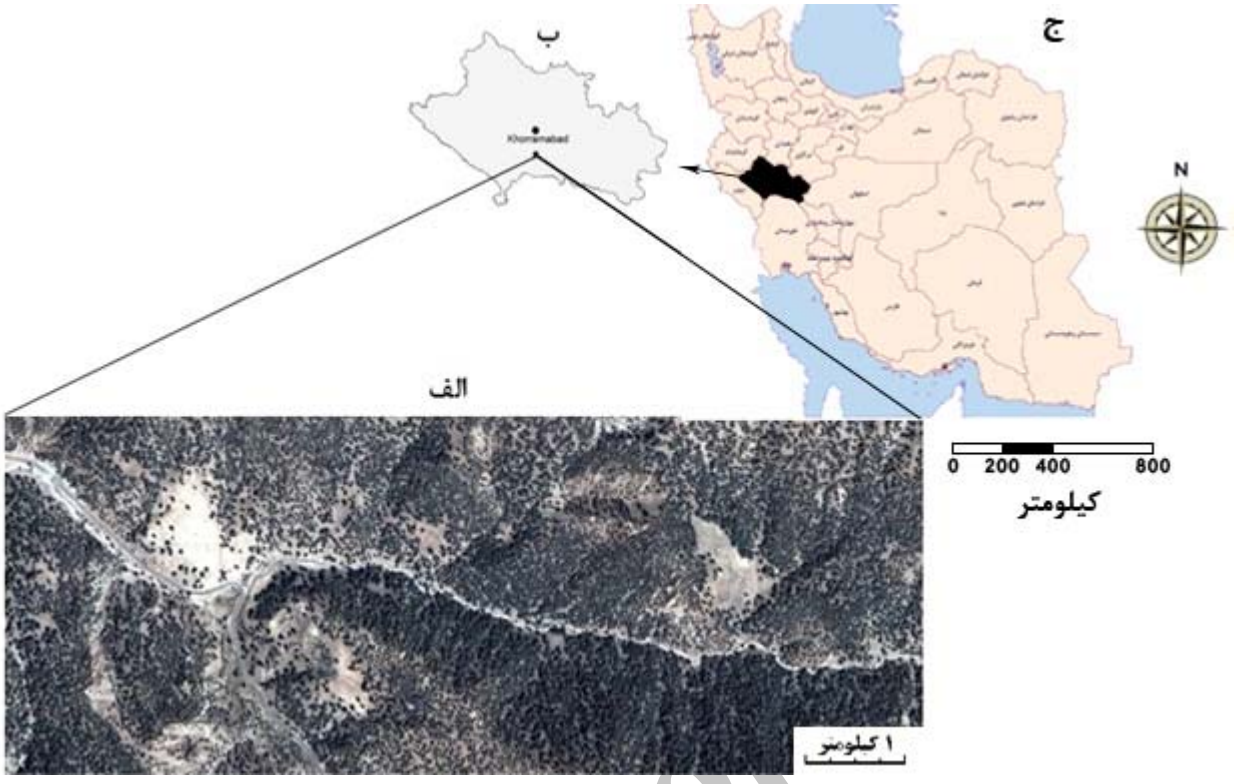
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه این پژوهش بخشی از جنگلهای کمتر تخریب یافته زاگرس واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان خرم-آباد را شامل می‌شود. منطقه موردمطالعه در محدوده جغرافیایی "۳۲ '۲۷ °۴۸ تا "۰۷ '۳۴ °۴۸ طول شرقی و "۳۹ '۱۴ °۳۳ تا "۰۷ '۱۸ °۳۳ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). کمینه و بیشینه ارتفاع از سطح دریای منطقه به ترتیب ۱۸۶۰ و ۲۰۷۰ متر می‌باشد. گونه‌های درختی موجود در منطقه شامل بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*)، کیکم (*Acer monspessulanum* L)، زالزلک (*Crataegus aronia*) و گلابی وحشی (*Pyrus glabra*) می‌باشد (Nouredini *et al*., 2012).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- الف) موقعیت منطقه تحقیق ب) استان لرستان ج) ایران

روش پژوهش

جمع آوری اطلاعات زمینی

در این پژوهش موقعیت تک‌تک درختان موجود در منطقه‌ای به وسعت ۱۰ هکتار از جنگل‌های کمتر تخریب یافته منطقه قلعه‌گل شهرستان خرم‌آباد توسط دستگاه DGPS مدل Trimble R3 با دقت کمتر از ۱۰ سانتی‌متر ثبت و مشخصات هر درخت شامل نوع گونه، قطر و ارتفاع درختان در فرم‌های آماربرداری ثبت شد.

تعیین الگوی مکانی درختان

به‌منظور مشخص نمودن الگوی مکانی درختان باید درصد حضور گونه‌های مختلف و همچنین میانگین و انحراف‌معیار فاصله درختان گونه‌های مختلف از یکدیگر محاسبه شود. به این منظور ابتدا با استفاده از اطلاعات میدانی برداشت شده یک لایه رقومی تهیه شد و سپس با استفاده از این لایه میانگین فاصله و انحراف‌معیار گونه‌های درختی مختلف محاسبه شد و این اطلاعات به عنوان داده-های ورودی در مرحله نهایی تهیه نقشه جنگلکاری مورداستفاده قرار گرفت. به‌منظور انجام این محاسبات روش‌های مختلفی وجود دارد که در این پژوهش از الگوریتم موجود در نرم‌افزار ArcPlantPattern استفاده شد (Zhang *et al.*, 2011). شکل ۲ الگوریتم استفاده شده در این نرم‌افزار را نمایش می‌دهد. با استفاده از این الگوریتم هم می‌توان اطلاعات مربوط به کلیه درختان موجود در منطقه را تجزیه‌وتحلیل نمود و یا اینکه با توجه به شعاع اکولوژیک تعیین شده برای گونه‌های مختلف اطلاعات درختان موجود در یک فاصله مشخص را مورد بررسی قرار داد.

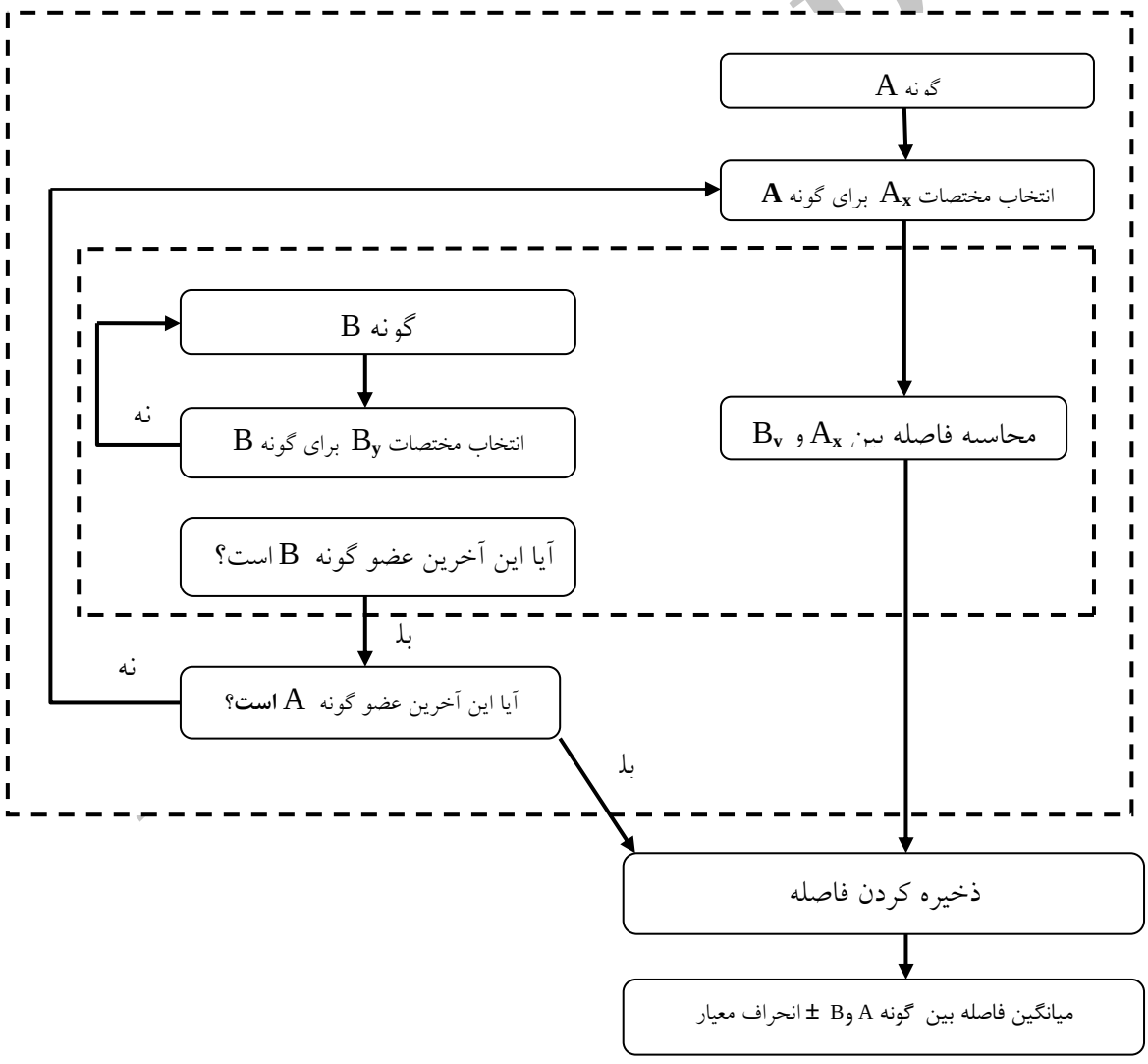
تهیه نقشه جنگلکاری

در مرحله نهایی با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از مرحله قبل سعی شد یک نقشه جهت جنگلکاری با استفاده از الگوی طبیعی مکانی گونه‌های مختلف در مناطق مشابه ارائه گردد. در این راستا ابتدا با بررسی و الهام گرفتن از

Archive of SID

www.SID.ir

الگوریتم‌های مشابه استفاده شده در نرم‌افزارهای موجود و حتی الامکان رفع نقایصی مانند عدم توانایی کاربر در مشاهده مراحل مختلف الگوریتم و عدم توانایی سازگارسازی با شرایط مختلف، یک الگوریتم مناسب جهت ارائه یک نقشه مناسب جنگل‌کاری طراحی شد. سپس الگوریتم طراحی شده به‌صورت یک برنامه در محیط نرم افزار MATLAB نوشته شد. جهت تست شدن و رفع نقایص موجود، الگوریتم با داده‌های آزمایشی مختلف بررسی شد و خطاهای موجود در برنامه با انجام تغییرات در روند اجرای برنامه اصلاح گردید. اطلاعات موردنیاز جهت اجرا شدن این الگوریتم به‌ترتیب شامل تعیین تعداد گونه‌های موردنظر، تعداد درختان، درصد احتمال حضور هر گونه، فاصله گونه‌ها از یکدیگر، انحراف‌معیار فاصله گونه‌ها از یکدیگر (در صورت تعیین نشدن انحراف‌معیار در الگوریتم، میانگین فاصله به عنوان حداقل فاصله گونه‌ها از یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد)، تعیین موقعیت جغرافیایی منطقه جنگلکاری و تعیین شکل منطقه جنگلکاری می‌باشد.

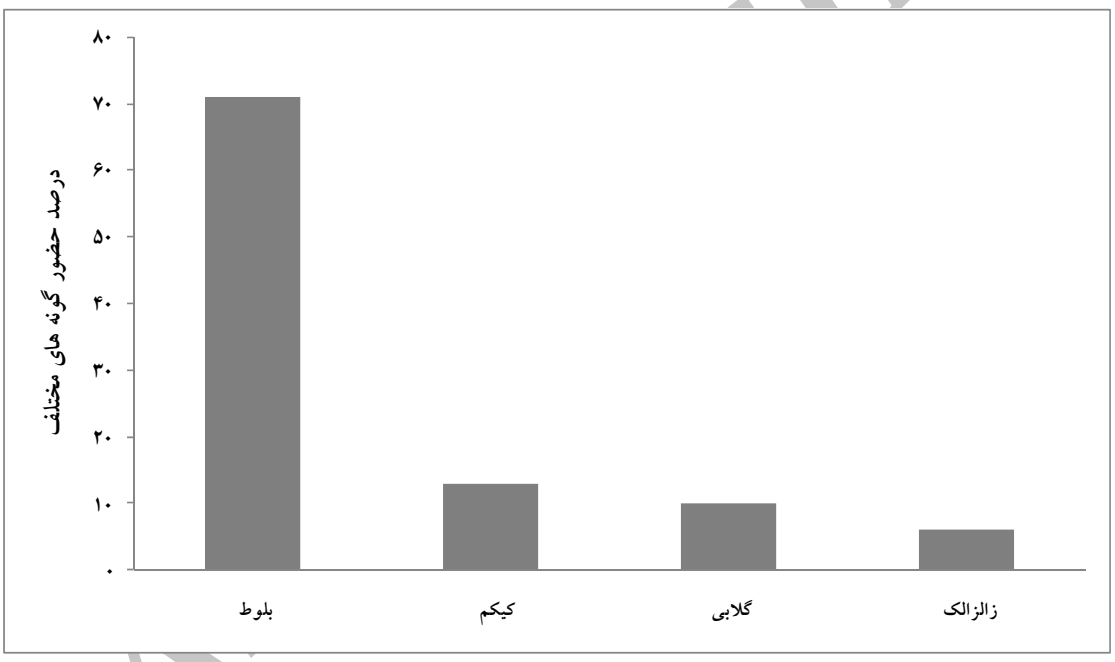


شکل ۲- الگوریتم استفاده شده در نرم افزار **ArcPlantPattern** جهت برآورد فاصله گونه‌ها (**Zhang *et al.*, 2011**)

www.SID.ir

نتایج

بررسی اطلاعات ثبت شده در فرم‌های آماربرداری نشان داد که ترکیب و درصد گونه‌های درختی اندازه‌گیری شده در منطقه شامل بلوط ایرانی (۷۱ درصد)، کیکم (۱۳ درصد)، گلابی وحشی (۱۰ درصد) و زالزالک (شش درصد) بود (شکل ۳). جهت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات ثبت شده توسط دستگاه DGP، این اطلاعات به‌صورت یک لایه رقومی shapefile که شامل داده‌هایی مانند مختصات و نوع گونه درختان منطقه بود، ذخیره شد. نکته مهم در تهیه این لایه این است که اسامی گونه‌های موجود باید بر اساس اسامی علمی ذخیره شود و نه کدهای عددی. نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌های موجود در این لایه رقومی که به‌صورت یک فایل ورودی به نرم‌افزار ArcPlantPattern مورد استفاده قرار گرفت نشان داد که میانگین فاصله درختان گونه بلوط ۱۲/۳ متر، بلوط با کیکم ۳۹ متر، بلوط با گلابی وحشی ۶۲/۸ متر و بلوط با زالزالک ۹۱ متر بود. میانگین فاصله درختان گونه کیکم ۵۷ متر و از گونه‌های گلابی و زالزالک به ترتیب ۷۹/۷ و ۱۲۸ متر برآورد شد. مقایسه فاصله گونه‌های مختلف با یکدیگر در جدول ۱ نشان داده شده است.



شکل ۳- نمودار درصد حضور گونه‌های موجود در منطقه موردمطالعه

جدول ۱- فاصله محاسبه شده گونه‌های مختلف با یکدیگر در منطقه موردمطالعه

میانگین فاصله (متر)	بلوط	کیکم	گلابی	زالزالک
بلوط	۱۲/۳	۳۹	۶۲/۸	۹۱
کیکم	۳۹	۵۷	۷۹/۷	۱۲۸
گلابی	۶۲/۸	۷۹/۷	۸۸/۳	۱۴۲/۴
زالزالک	۹۱	۱۲۸	۱۴۲/۴	۱۳۲/۵

www.SID.ir

همان‌طور که در قسمت روش پژوهش بیان شد، اگر در طراحی نقشه جنگلکاری میزان انحراف‌معیار فواصل به االگوریتم معرفی نشود فواصل تعیین شده به عنوان حداقل فاصله محسوب می‌شود و در صورت وارد کردن داده‌های مربوط به انحراف‌معیار، فاصله هر درخت از سایر درختان در بازه میانگین فاصله بین درختان گونه‌های مختلف ± انحراف‌معیار قرار می‌گیرد. در طراحی نقشه جنگلکاری در این پژوهش از روش دوم که روش پیچیده‌تری است استفاده شد بدین معنی که علاوه‌بر میانگین فاصله درختان از انحراف‌معیار این فاصله‌ها نیز استفاده شد و فاصله هر درخت از درختان دیگر دارای یک کمینه و بیشینه قابل قبول بود (میانگین فاصله بین درختان گونه‌های مختلف ± انحراف‌معیار). بدین منظور داده‌های مربوط به انحراف‌معیار فاصله‌های درختان از یکدیگر با استفاده از لایه رقومی محاسبه شد. نتایج این بخش نشان داد که انحراف‌معیار فاصله گونه بلوط ۷/۹۳ متر و از گونه کیکم ۲۲/۸۴، از گونه گلابی ۳۴/۳ و از گونه زالزالک ۵۱/۰۲ متر است. نتایج مربوط به محاسبه انحراف‌معیار مربوط به گونه‌های مختلف در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول ۲- انحراف‌معیار محاسبه شده برای فاصله گونه‌های مختلف با یکدیگر در منطقه موردمطالعه

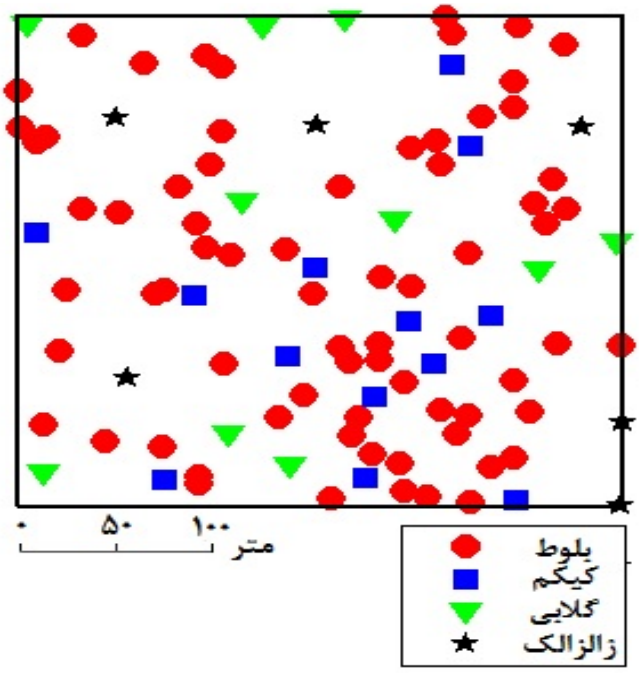
انحراف معیار فاصله (متر)	بلوط	کیکم	گلابی	زالزالک
بلوط	۷/۹۳	۲۲/۸۴	۳۴/۳	۵۱/۰۲
کیکم	۲۲/۸۴	۳۲/۳۶	۴۱/۶۷	۷۲/۸۵
گلابی	۳۴/۳	۴۱/۶۷	۶۳/۹۲	۹۱/۵۶
زالزالک	۵۱/۰۲	۷۲/۸۵	۹۱/۵۶	۸۱/۵۲

با توجه با اینکه در این پژوهش سعی شده بود تا یک نرم‌افزار جعبه سیاه به یک الگوریتم با قابلیت تغییر و اصلاح در شرایط مختلف تبدیل شود لازم بود تا ابتدا خروجی‌های این الگوریتم مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور الگوریتم طراحی شده با داده‌های آزمایشی مختلف موردارزیابی قرار گرفت و پس از رفع خطاهای موجود و اطمینان از نتایج بدست آمده مورداستفاده قرار گرفت و در نهایت بااستفاده از داده‌های برداشت شده زمینی اقدام به طراحی نقشه جنگلکاری گردید. جهت تهیه این نقشه ابتدا تعداد و اسامی گونه‌ها و سپس درصد گونه‌ها، تعداد درختان موردنظر، میانگین فاصله گونه‌ها از یکدیگر، انحراف‌معیار مربوط به فواصل، شکل و مساحت منطقه موردنظر به الگوریتم معرفی شد. نقشه تهیه شده برای منطقه‌ای به شکل مربع با مساحت تقریبی ۱۰ هکتار و تعداد ۱۰۰ درخت ازگونه‌های مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است.

بررسی دقت نقشه خروجی، براساس فاکتورهایی مانند درصد و تعداد گونه‌ها و حدود معین شده برای فاصله‌ها در نقشه خروجی رعایت شده و نقشه خروجی از دقت قابل قبولی برخوردار بوده و شرایط موردنظر رعایت شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- نقشه جنگلکاری طراحی شده برای منطقه به شکل مربع

بحث

در این پژوهش سعی شد با الهام گرفتن از مطالعات انجام شده قبلی در سطح جهان، به کاربرد استفاده از الگوی طبیعی مکانی درختان در تهیه نقشه جنگل‌کاری پرداخته شود. با توجه به جدید بودن موضوع موردبررسی تنها پژوهش انجام شده در این راستا، مطالعه انجام شده توسط Zhang و همکاران (۲۰۱۱) بود که در کشور آمریکا انجام شده است. با توجه به پیشنهاد ایشان در بکارگیری اینگونه الگوریتم‌ها در مناطق تخریب‌یافته و همچنین مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین شباهت تقریبی گونه‌های موجود در منطقه پژوهش ایشان با گونه‌های موجود در جنگل‌های زاگرس، سعی شد به بررسی کابرد این‌گونه الگوریتم‌ها در قسمتی از جنگل‌های زاگرس پرداخته شود. در گام نخست با توجه به جعبه سیاه بودن نرم‌افزار ArcPlantPattern و قادر نبودن کاربر در مشاهده الگوریتم و بالطبع عدم توانایی در اعمال تغییرات در الگوریتم با توجه به شرایط مختلف و همچنین سازگار بودن این نرم‌افزار با نسخه‌هایی قدیمی ArcGIS، سعی شد الگوریتم موردنظر در محیط نرم‌افزار MATLAB طراحی گردد. طراحی الگوریتم در محیط این نرم‌افزار باعث می‌شود که کاربر بتواند بخش‌های مختلف الگوریتم را مشاهده کند و در صورت نیاز جهت سازگار کردن الگوریتم با شرایط مختلف تغییراتی را در الگوریتم اعمال کند به‌طور مثال کاربر می‌تواند با اعمال تغییراتی قابلیت بکارگیری شاخص‌هایی مانند نوع خاک، شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا و سایر عوامل را در تهیه یک نقشه جنگلکاری را داشته باشد.

نتایج بدست آمده از الگوریتم طراحی شده در طراحی نقشه جنگلکاری نشان داد که الگوریتم نتایج قابل قبولی داشته و شرایط موردنظر مانند درصد گونه‌ها و فاصله گونه-ها از هم در نقشه‌های خروجی رعایت شده است که این نتیجه با نتیجه به‌دست آمده توسط Zhang و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد.

یک نکته مهم در بکارگیری این الگوریتم، استفاده از توده‌های تخریب‌نیافته و یا کمتر تخریب‌یافته جهت تعیین الگوی مکانی درختان است. دلیل این امر این است که جهت

Archive of SID

www.SID.ir

طراحی یک نقشه جنگلکاری مناسب در یک منطقه نیاز به الگوی طبیعی درختان در حالت تخریب‌نیافته منطقه دارد تا بتوان بعد از جنگلکاری و احیای منطقه، شرایط را به شرایط طبیعی نزدیک نمود. در این زمینه Legendre وFortin (۱۹۸۹)، Purves و Law (۲۰۰۲)، Perry (۲۰۰۴)، Perry و همکاران (۲۰۰۶)، Zhang و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش‌های خود به اهمیت استفاده از الگوی طبیعی درختان اشاره کرده‌اند. در نهایت این نکته ضروری است که با توجه به این‌که، پژوهش حاضر اولین پژوهش در این‌زمینه در کشور بوده و نیاز به کار و بررسی‌های بیشتری دارد می-بایست با به کارگیری این الگوریتم در مناطق جنگلی مختلف نقاط ضعف آن برطرف شود و همچنین می‌توان در پژوهش‌های آتی از سایر شاخص‌های مؤثر مانند نوع خاک، ارتفاع از سطح دریا و عوامل فیزیوگرافی نیز استفاده نمود. نظر به این‌که این‌گونه پژوهش‌ها و طراحی‌ها در شرایط آزمایشگاهی انجام می‌شود، نتایج حاصل باید به‌طور آزمایشی در مناطق مختلف پیاده شود و بعد از گذشت زمان موفقیت و یا عدم آن در شرایط طبیعی تعیین شود.

References

- Aliarab, A.R., Jalali, S.G., Tabari, M., Akbarania, M. and Hosseini, S.M. 2006. Effect of Different Seed Planting Techniques on Emergence and Survival of Oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) during the First Growing Season. Iranian Journal of Natural Resources, 59(2): 391- 399 (In Persian).
- F.A.O., 2010. Global Forest Resources Assessment 2010. Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 479 p.
- Gatrell, A.C., Bailey, T.C., Diggle, P.J. and Rowlingson, B.S. 1996. Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. Transactions of the Institute of British Geographers, 21: 256–274.
- Legendre, P. and Fortin, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. Vegetatio 80, 107–138.
- Mahdavi, M. 2002. Applied Hydrology. Tehran University Press. 260 p (In Persian).
- Nouredini, S.A.R., Bonyad, A.A. and Pourshakori, F. 2012. Investigation on the some textural indices from aerial photographs for forest canopy density mapping (Case study: Khoramabad, Lorestan). Iranian Journal of Forest, 4(4): 353-363 (In Persian).
- Perry, G.L.W., Miller, B.P. and Enright, N.J. 2006. A comparison of methods for the statistical analysis of spatial point patterns in plant ecology. Plant Ecology 187: 59–82.
- Perry, G.L.W. 2004. SpPack: spatial point pattern analysis in Excel using Visual Basic for Applications (VBA). Environmental Modelling & Software, 19: 559–569.
- Purves, D.W. and Law, R. 2002. Fine-scale spatial structure in a grass land community: quantifying a plant's eye view. Journal of Ecology, 90: 121–130.
- Rudel, T. K. 2009. Tree farms: Driving forces and regional patterns in the global expansion of forest plantations. Land Use Policy, 26: 545–550.
- Sikor, T. and Baggio, J.A. 2014. Can Smallholders Engage in Tree Plantations? An Entitlements Analysis from Vietnam. World Development (in press).
- Skellam, J.G. 1951. Random dispersal in theoretical populations. Biometrika, 38:196–218.
- Watt, A.S. 1947. Pattern and process in the plant community. Journal of Ecology, 35:1–22.
- Zhang, Y., Woodward, N. T., Unger, D., Hung, I. K., Oswald, B. P. and Farrish, K. W. 2011. A GIS tool for plant spatial pattern analysis. Environmental Modelling and Software, 26: 1251- 1254.

Archive of SID

www.SID.ir

Simulation of plantation map using the spatial pattern of natural trees to restore degraded forests in Zagros region

H. Naghavi[1*], A. Fallah[2], Sh. Shataee[3], J. Soosani[4] and H. Ramezani[5]

1*- Corresponding author, Ph.D student, Department of forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran. Email: Hm.naghavi@gmail.com
2- Associate Professor, Department of forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran.
3- Associate Professor, Department of forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Goragn, I.R. Iran.
4- Assistant Professor, Department of forestry, Lorestan University, Khorramabad, I.R. Iran.
5- Assistant Professor, Department of Forest Resource Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Umea, Sweden.

Received: 04.06.2014 Accepted: 08.27.2014

Abstract

To design an optimal plantation map for reforestation, a convenient and accurate method is required to analyze plant communities as well as to simulate the plantation map using the spatial pattern of natural trees. In this study, a new algorithm was designed to simulate a plantation map in Zagros forests. To accomplish this, ten hectares of intact stands located in 45 km south of Khorramabad city in Lorestan province was selected. A set of previously-developed algorithms were evaluated to design a new algorithm. The map extracted from the algorithm showed that the required conditions in drawing the map were met. In addition, an appropriate pattern of plantation in different areas can be reached by using the results of this algorithm. Since this study is the first study of its own in Iran, further investigations are required to remove the weak points. Therefore, it is suggested that the presumably existing weak points may be best removed by applying this algorithm in various regions, as well as by integrating effective indexes such as soil type, height from the sea level and physiographic factors. Being based on computer simulations, the results obtained here should be further experimented in different study sites within Zagros region, followed by a thorough evaluation of their plausibility under natural forest conditions.

Keywords: Spatial pattern, reforestation, Zagros, simulation.

Archive of SID

www.SID.ir