دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی وضعیت تنوع پوشش علفی دیواره خاکریزی جاده جنگلی با استفاده از روش زیست مهندسی در طرح جنگلداری سوردار واتاشان

خلیل محمدی فیروز[۱]، سید عطاالله حسینی[۲]، قوام الدین زاهدی[۳] و محمد علی فخاری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشگاه تهران
۲- استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: At.hosseini@ut.ac.ir)
۳- استاد بازنشسته گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشگاه تهران
۴- دکترای مهندسی جنگل، کارشناس سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۹
صفحه: ۱۰۹ تا ۱۱۶

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: پدیده زمین لغزش در نتیجه حرکت مواد بر روی دامنه باعث تخریب طبیعت، از بین رفتن خاک و فرآیندهای بوم‌شناختی زیادی در منطقه می‌شود. مواد افزودنی و اصلاح کننده‌ی متنوعی با هدف حفظ آب و خاک در جهان استفاده می‌شود که در این میان، روش‌های زیست مهندسی به دلیل مسائل محیط زیستی و اقتصادی در مهندسی جنگل بسیار مورد توجه قرار گرفته است که با بکارگیری آنها رویش مجدد گونه های گیاهی و افزایش تنوع پوشش گیاهی اتفاق می افتد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش وضعیت تنوع پوشش علفی منطقه تثبیت شده لغزشی دیواره خاکریز جاده جنگلی در قطعهٔ پنج سری سه طرح جنگلداری سوردار واتاشان، مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور منطقه لغزشی تثبیت شده با گونه توسکا و بید جنگلی به صورت دست کاشت به علت حضور طبیعی در مناطق فرسایشی مشابه و استقرار آسان بعد ازگذشت پنج سال از اقدام زیست مهندسی (کاشت نهال به همراه مالچ کاه و کلش و خرده چوب) انتخاب شد. طرح آزمایشات در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی تحت سه تیمار آزمایشی خاک بدون پوشش (شاهد)، تیمار مالچ کاه و کلش و تیمار خرده چوب در سطحی حدود ۷۲ متر مربع انتخاب گردید. وضعیت تنوع پوشش گیاهی در ۲۷ کرت طراحی شده پس از گذشت پنج سال از اقدام زیست مهندسی بررسی شد. برای محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی و تجزیه‌های آماری از نرم افزار PAST و SPSS استفاده شد.

یافته‌ها: میانگین شاخص تنوع سیمپسون ۰/۸، تنوع شانون- وینر ۲/۲۹، غنای مارگالف ۱/۲۸، منهنیک ۰/۷۹، یکنواختی پیلو ۳/۲ و یکنواختی شلدون ۱/۸ محاسبه شد که حاکی از معنی‌داری (سطح ۰/۰۵)اختلاف میانگین‌ها در شاخص‌های سیمپسون، شانون – وینر، پیلو، شلدون، منهنیک و مارگالف در منطقه تثبیت شده بود.

نتیجه‌گیری: تحقیق درباره مناطق لغزشی تثبیت شده و تثبیت نشده کمک زیادی جهت شناسایی گونه‌های مستقر شده در این مناطق می‌کند و می‌توان در مناطق لغزشی مشابه از این گونه‌ها برای تثبیت دیواره‌های خاکریزی جاده جنگلی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تثبیت زیست مهندسی، تنوع زیستی، جاده جنگلی، زمین لغزش، سوردار واتاشان، کاه و کلش

مقدمه

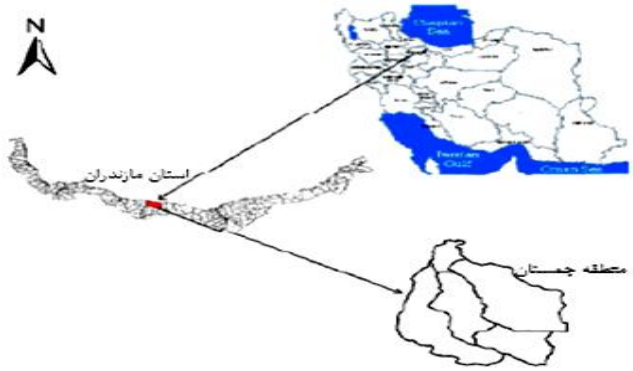
جنگل به‌عنوان پیچیده‌ترین زیست‌بوم پویا در روی زمین، علاوه بر تأمین ماده اولیه برای مصارف صنعتی و سوخت، به‌عنوان مهم‌ترین عامل در ثبات دیگر زیست‌بوم‌های جهان نیز شناخته شده است. احداث بدون مطالعه و غیرضروری برخی از جاده‌های جنگلی جهت انتقال چوب در دو قرن اخیر باعث کاهش پوشش عرصه‌های جنگلی و تخریب جنگل شده است (۲۶). ساخت و استفاده از جاده‌های جنگلی منتج به تغییر در سیمای مناطقی می‌گردد که از آن‌ها عبور می‌کنند. احداث این جاده‌ها بر اثر خاکبرداری یا خاکریزی غیراصولی و ایجاد دامنه‌های با شیب تند در عرصه‌های جنگلی باعث بهم خوردن تعادل محیط زیستی جنگل و ایجاد زمین لغزش می‌شود (۳۰). زمین لغزش یکی از پدیده‌های طبیعی رایج در اراضی شیبدار در بوم‌سامانه‌های جنگلی و یکی از دلایل اصلی تخریب جنگل می‌باشند (۱۵). اقدامات مختلفی برای اجتناب از خطر لغزش صورت می‌گیرد، در این میان روش زیست مهندسی به دلیل مسائل محیط زیستی و اقتصادی در مهندسی جنگل امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۷) و به عنوان استفاده از گیاهان برای پایدارسازی تعریف می‌شود (۳۶)، گیاهان نه تنها از بستر خاکی که بر روی آن روییده‌اند بهره می‌گیرند، بلکه سبب ارتقای کیفی و حاصلخیزی خاک می‌شوند. برای مثال درختان در بوم‌سامانه جنگلی به واسطه فرآیندهای سوخت و سازشان در معرض چرخه‌های بیوژئوشیمیایی قرار گرفته‌اند و خاک‌های حاصلخیزتری را در زیر تاج پوشش خود به وجود آورده اند (۳۴). تحقیقات گذشته در جنگل‌های طبیعی و دست‌کاشت شمال کشور نیز نشان داده‌اند که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به واسطه حضور درختان ارتقا می‌یابند (۲۹). هم‌چنین تاثیر مثبت پوشش گیاهی بر جلوگیری از وقوع و تشدید حرکات توده‌ای، بیشتر از تاثیر منفی آن است. به‌عنوان مثال در اراضی جنگلی که پوشش گیاهی مستقر است، نسبت به اراضی فاقد پوشش گیاهی حرکات توده‌ای کمتر اتفاق می‌افتد، زیرا ریشه‌ی درختان و درختچه‌ها به‌عنوان لنگرگاه عمل کرده و مانع حرکات توده‌ای می‌شود (۷). از دیدگاه بوم‌شناسی جنگل، تنوع گونه‌ای، با ثبات و پایداری بوم‌سازگان، مرحله رشد جوامع گیاهی و میزان تولید آن، ارتباط معنی‌داری دارد. (۱۳) در صورتی که تنوع گونه‌ای گیاهان کاهش یابد بوم‌سازگان جنگل از حالت تعادل خارج می‌شود و به سوی ناپایداری پیش می‌رود (۶). بر این اساس، به عنوان شاخص پایداری در مدیریت جنگل مورد توجه قرار گرفته است(۲۰). تاکنون مطالعات اندکی در پیرامون ارزیابی وضعیت تنوع پوشش علفی منطقه تثبیت شده لغزشی دیواره

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

خاکریزی جاده جنگلی صورت گرفته است. گرگندی پور و همکاران (۱۵) به مقایسه منطقه لغزشی تثبیت شده و بدون لغزش از نظر تنوع زیستی علفی و برخی ویژگی‌های خاک در جنگل خیرود پرداختند نتایج ایشان نشان داد منطقه لغزشی تثبیت شده بعد از حدود دو دهه از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاک به حالت اولیه قبل از وقوع لغزش برگشته است و شاخص‌های تنوع زیستی علفی فاقد تفاوت معنی‌دار بوده است. نقدی و همکاران (۲۸) به بررسی شدت تأثیرگذاری بوم شناسی جاده‌های جنگلی روی پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک با افزایش فاصله از آن در حوزه شفارود معروف به خجه دره پرداختند. طبق نتایج، ترکیب گونه‌ای قطعات نمونه‌ی نزدیک جاده با قطعات نمونه‌ی داخل جنگل متفاوت بوده و در دو دسته‌ی مجزا گروه‌بندی شدند. از بین زادآوری‌های ثبت شده، فراوانی توسکای ییلاقی اختلاف معنی‌داری را بین لبه جاده و داخل جنگل نشان داد. یافته‌های این تحقیق نشان داد جاده‌ها به‌طور مؤثری بر بوم‌سازگان‌های مجاور اثر می‌گذارند و لازم است که تا حد ممکن در هنگام احداث جاده‌های جنگلی از شدت تخریب کاسته شود. کریم و مالیک (۱۹) در مطالعه خود در پارک ملی ترانوا واقع در کانادا به این نتیجه رسیدند پراکندگی پوشش‌های گیاهی در طول کناره‌های جاده متأثر از عوامل پستی و بلندی‌های خرد، نوع لایه‌ها و افق‌های خاک و همچنین عوامل محیطی ایجاد شده در اثر ساخت جاده‌ها می باشد. گرگندی‌پور و همکاران (۱۴) به بررسی ارزیابی تنوع گونه‌ای علفی و خصوصیات شیمیایی خاک منطقه لغزشی تثبیت شده در جنگل خیرود پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که میانگین شاخص تنوع شانون وینر ۱/۶۲، تنوع سیمپسون ۰/۷۶، غنای مارگالف ۱/۲۷، غنای منهنیک ۰/۶۸، یکنواختی پیلو ۰/۸۶، یکنواختی شلدون ۰/۷۷، محاسبه شد که نشان‌دهنده‌ی تنوع زیستی بالا در منطقه بود. از آنجا که بررسی پوشش گیاهی در یک زیستگاه می‌تواند عامل مهمی در سنجش و ارزیابی وضعیت کنونی و پیش‌بینی وضعیت آینده منطقه به شمار رود (۲۴)، اندازه‌گیری تنوع زیستی ابزاری برای بررسی وضعیت بوم‌سازگان‌ها، پوشش گیاهی و تنوع زیستی گونه‌های گیاهی می‌باشد (۳۳). در این مطالعه به بررسی وضعیت تنوع پوشش علفی منطقه تثبیت شده لغزشی دیواره خاکریزی جاده جنگلی پرداخته شد تا مشخص شود آیا تفاوت معنی‌داری در میزان تنوع پوشش گیاهی بین منطقه تثبیت شده به روش زیست مهندسی با منطقه شاهد وجود دارد و در نهایت کارآیی مناسب روش زیست مهندسی برای حفاظت دیواره خاکریزی جاده‌های جنگلی ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قطعهٔ ۵ سری ۳ طرح جنگلداری سوردار واتاشان، در حوزهٔ آبخیزداری ۴۹ جنگل‌های شمال کشور و ۱۵ کیلومتری جادهٔ نور به چمستان انجام شد. این محل در طول جغرافیایی ″۱۶ ′۰۰ °۵۲ و عرض جغرافیایی ″۲ ′۲۹ °۳۶ قرار دارد (شکل ۱)، که در سال ۱۳۹۲ فاقد هر گونه پوشش درختی، درختچه‌ای و پوشش گیاهی خشبی (تمشک) بوده است. این سری دارای ۳۷ قطعه است که از شمال به طرح جنگلداری شهرکلا– عباسا، از جنوب به سری سه و از شرق به سری دو طرح جنگلداری سوردار انارستان و از غرب به حوزهٔ استحفاظی ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری مازندران(نوشهر) محدود است. خاک طبیعی این محل در طی سالیان متمادی به علت حجم بالای رواناب و فرسایش سطحی، فاقد افق آلی و دارای فرو رفتگی و برآمدگی متعدد بوده و محور جاده موجود نیز به دلیل لغزش‌های سطحی سالیانه تغییر پیدا کرده است. تیپ خاک، قهوه‌ای جنگلی با pH اسیدی، و میزان نفوذپذیری خاک بسیار ضعیف و حساس به فرسایش می‌باشد (۱۰).



شکل ۱–نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Map of the geographical location of the study area

روش تحقیق

برای بررسی این مطالعه منطقه لغزشی تثبیت شده با گونه توسکا و بید جنگلی به صورت دست کاشت بعد ازگذشت پنج سال از اقدام زیست مهندسی (کاشت نهال به همراه مالچ کاه و کلش و خرده چوب) انتخاب شد. گونه‌ها به علت حضور طبیعی در مناطق فرسایشی مشابه، بومی بودن، استقرار آسان، رشد سریع، ریشه دوانی فراوان و زیتوده‌ی هوایی کم (۲۱) انتخاب شده است. طرح آزمایشات به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی بوده است. برای تثبیت دامنه لغزشی، حفاظت و نگهداری از خاک و اصلاح و

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

بازسازی دامنهٔ شیب‌دار پس از آماده کردن بستر، از ۳ تیمار آزمایشی خاک بدون پوشش (شاهد، بلوک ۱)، تیمار مالچ کاه و کلش برنج (بلوک ۲) و تیمار مالچ خرده چوب (بلوک ۳) در سطحی حدود ۷۲ متر مربع (۶×۱۲ مترمربع) استفاده شد. هر بلوک از حاشیه جاده به سمت پایین دامنه و در جهت شیب به سه ردیف (تکرار) و هر ردیف در جهت خطوط تراز به سه کرت ۸ مترمربعی (۲×۴ متر مربع) تقسیم شد. بنابراین هر بلوک شامل ۹ کرت ۸ مترمربعی بوده که در هر ردیف (تکرار) در داخل یک کرت گونه جنگلی توسکا قشلاقی و کرت بعدی بید جنگلی با تراکم یک نهال در هر متر مربع کاشته شده‌اند. کرت باقی‌مانده در هر ردیف فاقد نهال و خاک لخت بوده است. در مجموع ۲۷ کرت وجود داشت. وضعیت تنوع پوشش گیاهی در کرت‌های نمونه طراحی شده بعد از گذشت پنج سال بررسی شد. تعیین و برآورد تنوع زیستی گیاهی اغلب در قالب شاخص‌های عددی غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای تعیین می‌شود. برای مطالعه تنوع پوشش گیاهی (پوشش علفی) از شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون وینر و سیمپسون، غنای گونه‌ای از شاخص‌های مارگالف و منهنیک، یکنواختی از شاخص‌های پیلو و شلدون در هر قطعه نمونه از نرم افزار PAST استفاده شد (جدول ۱) (۳۲).

جدول ۱- شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گیاهی مورد استفاده

Table 1. Richness, Evenness and plant diversity indices

مولفه	شاخص	رابطه	منبع
غنا گونه‌ای	مارگالف	$R_1 = \frac{s-1}{\ln N}$	Margalef (1972)
	منهنیک	$R_2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$	Menhinick (1964)
یکنواختی گونه‌ای	پیلو	$E = \frac{\Sigma - H}{sh}$	Peet (1974)
	شلدون	$j = \frac{}{h_{MAx}}$	Sheldon (1969)
تنوع گونه‌ای	شانون–وینر	$h = \Sigma_i^S = \frac{1^{N_i}}{N} \quad LN\frac{N_i}{N}$	Shannon and Weaver (1949)
	سیمپسون	$1 - D = 1 - \Sigma_i^s = 1\left(\frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)}\right)$	Simpson (1949)

S= تعداد کل گونه‌ها در قطعه نمونه، Ni= فراوانی هر گونه در قطعه نمونه، Ln N لگاریتم طبیعی N یا $\log_{ee} NN$، Pi فراوانی نسبی افراد گونه i در نمونه مورد نظر که به صورت $P_i = {}^{NN}__{}_{NN^{ii}}$ تعریف می‌شود. Ni تعداد جمعیت گونه i ام، 1-D = شاخص سیمسون، H′ = شاخص شانون وینر، H'_{MAX} مقدار حداکثر ممکن شاخص شانون وینر که مقدار آن با LNS برابر است.

به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های حاصله از این تحقیق از نرم SPSS19 استفاده شد. برای آزمون معنی‌داری تنوع گونه‌ای پوشش علفی از روش تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی داده‌ها نشان داد در منطقه مورد مطالعه ۱۸ گونه علفی متعلق به ۱۸ جنس و ۱۴ تیره وجود داشت. تیره‌های، *Violaceae*، *Compositeae*، *Lamiaceae* بیشترین تیره‌ها در منطقه مورد مطالعه بودند، که به دلیل خاک اسیدی ضعیف در منطقه لغزشی تثبیت شده حضور داشتند. گونه‌هایی مانند سرخس و گزنه جز گونه‌های علفی مهاجم و ناخواسته هستند که در فضای باز که نور به کف جنگل می‌رسد ظاهر می‌شوند (۲۵). در جدول ۲ فهرست گونه‌های علفی منطقه لغزشی تثبیت شده آمده است.

جدول ۲- فهرست گونه‌های علفی موجود در منطقه لغزشی تثبیت شده

Table 2. List of herbaceous species in the stabilized zone

ردیف	نام فارسی	نام علمی	تیره
۱	النا	*Oplismenus undulatifolius*	Violaceae
۲	بنفشه	*Viola odorata* L.	Violaceae
۳	پربهارک	*Conyza bonariensis*(L)cronquist	Compositae
۴	پونه	*Mentha pulegium* L.	Lamiaceae
۵	توت فرنگی	*Fragaria vesca* L.	Rosaceae
۶	جعفری	*Petroselinum crispum*(mill.) Fuss	Umbelliferae
۷	دم اسب	*Equisetum arvens* L.	Equiswtaceae
۸	رونده	*Hedra helix*	Araliaceae
۹	سرخس پنجه‌ای	*Pteridium aquilinum* (L.) kuhn	Pteridaceae
۱۰	شیر تیغک	*Sonchus asper*(L.) Hill	Compositae
۱۱	علف جارو	*Calluna Vulgaris* (L.) Hull	Ericaceae
۱۲	کارکس	*Carex panicea* L.	Cyperaceae
۱۳	گزنه سفید	*Lamium album* L.	Lamiaceae
۱۴	همیشک	*Danae recemosa* (L.) Moench	Liliaceae
۱۵	شبدر سه برگ	*Trifolium repens* L.	Fabaceae
۱۶	پامچال	*Primula Vulgaris* Huds	Primulaceae
۱۷	آقطی	*Sambucus ebulus* L.	Adoxaceae
۱۸	درمنه	*Artemisia abrotanum* L.	Compositae

مقدار شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمپسون، غنای مارگالف و منهنیک و یکنواختی پیلو و شلدون و نتایج آزمون معنی‌داری تنوع گونه‌ای پوشش علفی در هر یک از قطعات نمونه در منطقه لغزشی تثبیت شده و شاهد در

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

محیط نرم افزار PAST (جدول۴) محاسبه شد (۳۲). تنوع گونه‌ای پوشش علفی در بلوک‌های مورد مقایسه حاکی از معنی‌داری اختلاف میانگین‌ها در شاخص‌های سیمپسون، شانون- وینر، پیلو، شلدون، منهنیک و مارگالف بوده است.

جدول ۳- نتایج آزمون معنی‌داری تنوع گونه‌ای پوشش علفی با آزمون Anova

Table 3. Significant test results of species diversity of grass cover by test Anova

شاخص‌ها	گروه‌بندی		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	معنی‌داری
سیمپسون	گروه ۱	بین گروه‌ها	۱/۶	۲	۰/۸۰۲	۱۹۱/۰۲	۰/۰۰۰*
شانون-وینر	گروه ۱	بین گروه‌ها	۴/۵۹	۲	۲/۲۹	۴۰/۳۵	۰/۰۰۰*
پیلو	گروه ۱	بین گروه‌ها	۶/۴۴	۲	۳/۲	۱۲۰/۱	۰/۰۰۰*
شلدون	گروه ۱	بین گروه‌ها	۳/۶۵	۲	۱/۸	۳۲/۵	۰/۰۰۰*
منهنیک	گروه ۱	بین گروه‌ها	۱/۵۸	۲	۰/۷۹	۱۷/۱۴	۰/۰۰۰*
مارگالف	گروه ۲	بین گروه‌ها	۲/۵۶	۲	۱/۲۸	۷/۵۵	۰/۰۰۳*

* وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

جدول ۴- مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای پوشش علفی در قطعات نمونه

Table 4. The values of species diversity indices related to the grass cover in plots

بلوک	نوع شاخص	p1 salix	p2 salix	p3 salix	p1 gap	p2 gap	p3 gap	p1 alder	p2 alder	p3 alder
۱	سیمپسون	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳	۰/۲۱	۰/۳	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲۲
	شانون-وینر	۰/۷۶	۰/۷۲	۰/۶۹	۰/۷۸	۰/۶۹	۰/۸	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۷۷
	پیلو	۱/۸	۱/۵	۱/۴	۱/۸	۱/۴	۱/۸	۲/۰۵	۱/۹	۱/۷۹
	شلدون	۰/۴۴	۰/۶۷	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷	۰/۶۶
	منهنیک	۱/۶۶	۱/۳۴	۱/۳۷	۱/۶۶	۱/۲۹	۱/۶	۱/۸۷	۱/۷۵	۱/۵۸
	مارگالف	۱/۳	۱/۰۵	۰/۶۱	۱/۱	۰/۸۴	۱/۰۲	۱/۰۸	۱/۱۷	۱/۱۹
۲	سیمپسون	۰/۷۵	۰/۷۲	۰/۶۶	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۷۷
	شانون-وینر	۱/۷۵	۱/۵	۱/۳	۱/۷	۱/۴۵	۱/۶	۲/۰۵	۱/۸	۱/۷۹
	پیلو	۰/۴۸	۰/۶۷	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۷۱	۰/۷۳	۰/۸۶	۰/۶۷	۰/۶۷
	شلدون	۱/۶۱	۱/۳۵	۱/۲	۱/۵۵	۱/۳	۱/۴۵	۱/۸	۱/۶	۱/۶
	منهنیک	۱/۱۳	۱/۰۵	۰/۵۴	۱/۰۵	۰/۸۵	۰/۹۸	۱/۱۶	۱/۱	۱/۲
	مارگالف	۲/۳۳	۱/۵	۱/۰۴	۱/۸۵	۱/۳	۱/۵	۱/۹۵	۱/۹	۱/۹۸
۳	سیمپسون	۰/۸۲	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۶۲	۰/۶۶	۰/۷۶	۰/۶۴	۰/۷۹
	شانون-وینر	۲/۰۲	۱/۹	۱/۶	۱/۸	۱/۰۴	۱/۵	۱/۷	۱/۰۶	۱/۷
	پیلو	۰/۶۳	۰/۸۵	۰/۷	۰/۶۷	۰/۹۳	۰/۵۱	۰/۶۵	۰/۹۶	۰/۸۸
	شلدون	۱/۸	۱/۵۸	۱/۴۴	۱/۵۸	۰/۸	۱/۴	۱/۶	۰/۷۹	۱/۳
	منهنیک	۱/۴	۱/۵۴	۰/۹	۱/۲۲	۰/۹	۰/۹۲	۱/۰۲	۱	۱/۳
	مارگالف	۱/۵	۲/۱۲	۱/۴۵	۲	۰/۸۳	۱/۷۶	۱/۸	۰/۹۱	۱/۶۶

همان‌طوری‌که از جدول ۳ مشخص است شاخص‌های درج شده در دو گروه متفاوت آمده است؛ به‌گونه‌ای‌که شاخص‌های سیمپسون، شانون-وینر، پیلو، شلدون و منهنیک در گروه یک معنی‌دارتر از شاخص مارگالف می‌باشند که در گروه دو درج گردیده است. البته این مبحث قابل استنباط است که کلیه شاخص‌های مذکور واجد سطح معنی‌داری بوده و به‌عبارت دیگر معنی‌داری در یکایک آنها نشان داده شده است.

در این مطالعه کمترین مقدار شاخص تنوع زیستی سیمپسون در بلوک ۱ (شاهد) مربوط به گونه توسکا با مقدار ۰/۱۵، و بیشترین آن در بلوک ۲ (کاه و کلش) مربوط به گونه توسکا با مقدار ۰/۸۵ است. که نشان‌دهنده اثر تیمار کاه و کلش بر تنوع زیستی نسبت به بقیه تیمارها است. علت این امر را می‌توان این دانست که کاه و کلش سطح خاک را به‌طور کامل پوشش می‌دهد و مانع برخورد مستقیم قطرات باران و کاهش قدرت فرسایندگی باران می‌شود. هم‌چنین گونه توسکا همانند چتر حفاظتی ضمن کاهش سرعت و شدت برخورد قطرات باران مانع برخورد مستقیم آن بر روی سطح خاک می‌گردد و از طریق سیستم ریشه‌ای نیز میزان جریان آب سطحی را کاهش و پایداری خاک و استقرار پوشش علفی را افزایش می‌دهد (۱۱). در این مطالعه کمترین مقدار شاخص تنوع زیستی شانون- وینر در بلوک ۱ (شاهد) مربوط به گونه بید و خاک لخت با مقدار ۰/۶۹ و بیشترین آن در بلوک ۲ (کاه و کلش) مربوط به گونه توسکا با مقدار ۲/۰۵ است. شاخص تنوع شانون وینر به علت تفکیک‌پذیری بالاتر، بهتر قادر است اختلاف آن‌ها را به لحاظ تنوع گونه‌ای نشان دهد (۱۴). از مقایسه شاخص تنوع زیستی سیمپسون و شانون این نتیجه حاصل می‌شود که تیمار کاه و کلش با گونه توسکا در افزایش تنوع پوشش گیاهی نسبت به بید موثرتر است. علت این امر ریشه‌دوانی و ایجاد مقاومت کششی ریشه در ساختمان خاک و نیز باران‌ربایی توسط تاج پوشش گسترده گونه توسکا می‌باشد و ناشی از اثر کاه و کلش روی تعدیل رطوبت و دمای خاک و نیز کاهش میزان هدررفت عناصر غذایی خاک (فرسایش خاک) باشد. زیرا افزایش رطوبت خاک موجب فراهم کردن آب قابل دسترسی برای گیاهان و در نتیجه کاهش تنش‌های خشکی می‌شود. تعدیل درجهٔ حرارت نیز شرایط مطلوبی را برای جوانه زنی بذر، زنده‌مانی و رشد گیاه فراهم می‌کند (۱۱). همانطور که ساگار و همکاران (۳۱) با مطالعه تاثیر تاج پوشش گونه‌های چوبی در ترکیب گونه‌ای و تنوع گونه‌ای پوشش کف نشان دادند که نوع تاج پوششی که دارای شدت نور متوسط باشد، موجب ایجاد حداکثر تنوع گونه‌ای گیاهان علفی می‌شود. شاخص غنای گونه‌ای مارگالف و منهنیک گویای وضعیت محیط از لحاظ شرایط مناسب زیست آن‌ها می‌باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

زیرا شرایط مطلوب محیطی موجب افزایش حضور گونه‌ها می‌شود و امکان مقایسه زیستگاه‌های مشابه در نقاط مختلف را فراهم می‌سازد. این شاخص کمتر قادر است تصویری از نحوه توزیع جمعیت افراد در بین گونه‌ها را نشان دهد (۲). در این مطالعه کمترین مقدار شاخص غنای منهنیک در بلوک ۲ (کاه و کلش) مربوط به گونه بید با مقدار ۰/۵۴ و بیشترین آن در بلوک ۱ (خاک لخت) مربوط به گونه توسکا با مقدار ۱/۸۷ است. این نتایج نشان می‌دهد گونه توسکا به دلیل خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن نسبت به بید شرایط زیست بهتری در خاک لخت برای پوشش علفی مهیا می‌کند. هم‌چنین کمترین مقدار شاخص غنای مارگالف در بلوک ۱ (شاهد) با مقدار ۰/۶۱ مربوط به گونه بید و بیشترین مقدار آن در بلوک ۲ (کاه و کلش) مربوط به گونه بید با مقدار ۲/۳۳ است. علت این امر می‌تواند عملکرد بهتر بید در حفظ رطوبت خاک نسبت به توسکا باشد (۱۱). شاخص یکنواختی نحوه پراکنش و توزیع افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد. هر چه توزیع افراد گونه‌ها یکنواخت‌تر، میزان پایداری و ثبات بیشتر بوده در نتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود (۹). در این مطالعه کمترین مقدار شاخص یکنواختی پیلو در بلوک ۲ (کاه و کلش) مربوط به گونه بید با مقدار ۰/۴۸ و بیشترین آن در بلوک ۱ (شاهد) مربوط به گونه توسکا با مقدار ۲/۰۵ است. هم‌چنین کمترین مقدار شاخص یکنواختی شلدون در بلوک ۱ (شاهد) مربوط به گونه بید با مقدار۰/۴۴ و بیشترین مقدار آن در بلوک ۲ (کاه و کلش) مربوط به گونه توسکا با مقدار ۱/۸ است. این نتایج نشان می‌دهد گونه توسکا نسبت به بید حتی در خاک لخت باعث یکنواختی بیشتر می‌شود. زارع و حبشی (۳۵) حضور گونه توسکا ییلاقی را به عنوان یک گونه هیگروفیت، وابسته به مناطقی با سطح آب زیرزمینی بالا، حاشیه و بستر رودخانه‌ها دانستند. خاک مرطوب به علت داشتن اکسیژن کمتر، به عنوان یک عامل بازدارنده در کاهش حضور برخی از گونه‌ها گیاهی نقش دارد. مهدوی و همکاران (۲۳) به این نتیجه رسیدند که پراکنش گونه‌های علفی بیشتر تحت تاثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک است. هر چقدر تنوع گونه‌ای یک بوم‌سامانه بیشتر باشد (گونه‌های گیاهی بیشتر و تنوع گونه‌ها یکنواخت‌تر) مقاومت آن در برابر تخریب بیشتر است زیرا اغلب آشیان‌های بوم شناختی قبلا اشغال شده و از منابع موجود به بهترین نحو استفاده می‌شود (۱۸).

در این پژوهش ارزیابی تنوع پوشش علفی در منطقه تثبیت شده جاده‌های جنگلی، نشان داد که روند تغییرات پوشش علفی در منطقه تثبیت شده و شاهد متفاوت است. به عبارتی شاخص‌های تنوع پوشش علفی در دیواره تثبیت شده بیشتر از دیواره تثبیت نشده است. زیرا در دیواره تثبیت شده با فراهم شدن شرایط محیطی از نظر حاصلخیز بودن خاک، کاهش میزان بهم خوردگی‌ها و تثبیت دامنه شرایط مناسب را برای زادآوری گونه‌های علفی فراهم کرده است. که با نتایج گرگندی‌پور و همکاران (۱۵) همخوانی دارد. نتایج برخی از مطالعات از جمله واردی کولائی (۳۲) که تنوع پوشش گیاهی کف و برخی عوامل خاکی را در مناطق جنگل‌کاری شده و لغزشی توده‌های توسکا با جنگل طبیعی مجاور در جنگل دارابکلا مقایسه کرد، نشان داد که با گذشت ۴۵ سال از احداث جاده، ۴۰ سال از توده لغزشی و ۱۵ سال از توده جنگل‌کاری تنوع زیستی پوشش گیاهی کف در مناطق جنگل‌کاری شده و لغزشی با توده‌های توسکا اختلاف معنی‌داری دارند. الکساندرویز و مارگلوسکی (۱) در مناطق لغزشی قدیمی و تثبیت شده جنگل‌های کشور لهستان، اثرات زمین لغزش را در افزایش تنوع گونه‌ای جنگل‌های منطقه مهم‌تر از فاکتورهایی از قبیل جنس سنگ، بستر، ارتفاع از سطح دریا، پستی و بلندی و اقلیم ذکر نموده‌اند. هم‌چنین گونه‌های گیاهی پس از وقوع زمین لغزش به شدت در معرض نابودی قرار می‌گیرند. حاشیه جاده‌ها با تغییر در ساختار خاک و ایجاد آشفتگی، امکان ورود گونه‌های مهاجم را فراهم می‌کند. حسینی و حسینی (۱۶) که غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع پوشش گیاهی در مناطق لغزشی تثبیت شده و تثبیت نشده دیواره خاکبرداری جاده جنگلی در طرح جنگل‌داری سری چاچکام چوب و کاغذ مازندران واقع در ساری را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که شاخص‌های تنوع و غنا دارای تفاوت معنی‌دار در دو دیواره خاکبرداری تثبیت شده و تثبیت نشده می‌باشند، اما در مورد زادآوری گونه‌های درختی تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌ها مشاهده نشد. نتایج برخی از مطالعات نشان داد که آشفتگی طبیعی نقش مهمی در حفظ تنوع‌زیستی دارد. رخداد زمین لغزش باعث می‌شود تا قسمت‌هایی از جنگل که توسط گونه‌هایی که قبلا قادر نبودند در زیر تاج پوشش درختان به بقا خود ادامه دهند، پوشیده شوند لذا تنوع جوامع گیاهی در مناطق لغزشی تثبیت شده و تثبیت نشده متفاوت می‌باشد. نتایج مقادیر شاخص غنای منهنیک این تحقیق بیانگر این مطلب است و نتایج تحقیق کریم و مالیک (۱۹) در راستای این نتیجه نیز می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تنوع پوشش گیاهی بین منطقه تثبیت شده به روش زیست مهندسی با منطقه شاهد وجود دارد. لازم به ذکر است در صورت رخداد زمین لغزش می‌توان با به کارگیری شرایط پایداری دامنه و تثبیت زیستی، شرایط برای زیست گونه‌های علفی فراهم نمود و سبب کاهش هزینه تعمیر و نگهداری و افزایش تنوع زیستی شد، بنابراین کارایی و اجرایی بودن تثبیت زیست مهندسی اثبات می‌شود. از آنجا که تنوع زیستی در پایداری یک بوم‌سامانه بسیار موثر است، پژوهش درباره مناطق لغزشی تثبیت شده و تثبیت نشده کمک زیادی جهت شناسایی گونه‌های مستقر شده در این مناطق باشد تا بتوان در مناطق لغزشی مشابه از این گونه‌ها برای تثبیت زیستی دیواره‌های خاکریزی جاده جنگلی استفاده کرد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

منابع

1. Alexandro. W.Z. and W. Margielewski. 2010. Impact of mass movements on geo- and biodiversity in the polish Outer (Flysch) Carpathians. Geomorphology, 123: 290-304.
2. Ardakani, M. 2012. Ecology, University of Tehran Publications Press. Print 14, 340 pp (In Persian).
3. Baziari. M.H. Jalilvand, Y. Kooch and S.A. Hosseini. 2014. Ecological effects of forest roads on biodiversity and composition of plant species (Case study: Lirasar, Glendrood and Makarood forestry projects). Journal of Plant Research (Biology of Iran), 27(1): 41-51 (In Persian).
4. Bayat, M., M. Namiranian and F. Shakoori Allah Deh. 2016. Providing models of reproduction and determination of living and non- living factors affecting it in Hyrcanian forests. Science and technology research of wood and forest, 24(2): 1-16 (In Persian).
5. Blood. A., G. Escobedo, F.A. Chappelka and C. Staudhammer. 2016. How do urban forests compare? Tree diversity in urban and periurban forests of the southeastern US. Forests, 7(6): 1-15.
6. Daneshvar, A., R. Rahmani and H. Habashi. 2007. The heterogeneity of structure in mixed beech forest (case study shastkalateh, Gorgan). Journal Agriculture Science Natural Resource, 14(4) (In Persian).
7. Deljoui. A., S.A. Hosseini and S.M.M. Sadeghi. 2015. Relationship between mass movement and tree in the stabilization of forest slopes. Journal of Forest and Rangeland, 107: 63-68 (In Persian).
8. Ejtehadi. H., A. Sepehri and H. Ekafi. 2012. Methods of measuring biodiversity Publishing of Ferdowsi University of Mashhad. Print 2, 226 pp (In Persian).
9. Esmailzadeh. A., S.M. Hosseini, H. Asadi, P. Ghadiripour and A. Ahmadi. 2012. Relationship between plant biodiversity and physiographic factors in Sorkhdar Afra Takht storage. Journal of Plant Biology, 4(12): 1-12 (In Persian).
10. Fakhari. M.A., A.M. Lotfalian, S.A. Hosseini and D. Abdolvahedi Khaledi. 2017. The effect of rice straw and wood chips on controlling soil erosion and seedling growth in the forest embankment slope. Environmental erosion research, 2(29): 104-118 (In Persian).
11. Fakhari, M.A. 2019. Evaluation of the performance of bioengineering methods in the protection of forest road embankments. PhD Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Researches University, Sari, Iran. 117 pp (In Persian).
12. Gao. T., M. Hedblom, T. Emilsson and A. Buss Nielson. 2014. The role of forest stands structure as biodiversity indicator. Bio diversities, 170: 160-170.
13. Ghorbani. R. 2016. General ecology. Mashhad University, 340 pp (In Persian).
14. Gargandipour, M., S.A. Hosseini, A. Abdi and Gh. Zahedi Amiri. 2016. Assessment of herbaceous species diversity and chemical properties of the soil of stabilized area (Case study: Patom District, Khairood forest). Fourth International Conference on Environmental Planning and Management (In Persian).
15. Gargandipour. M., S.A. Hosseini, A. Abdi and Gh. Zahedi Amiri. 2017. Comparison of Stabilized Sliding and Control Area based on Herbaceous Biodiversity and some Soil Properties (Case Study: Patom District, Kheyrud Forest). Ecology of Iranian Forests, 5(9):17-23 (In Persian).
16. Hosseini. S. and S.A. Hosseini. 2015. Study of stabilized and unstabilized landslide area Excavation wall of forest roads according to the diversity of vegetation (Case Study: Mazandaran wood and paper Chachkam series). Journal of Natural Environmental (Iranian Journal of Natural Resources), 69(2): 361-375 (In Persian).
17. Heydarian. T., F. Ghasemi Aghbash and A. Pajohan. 2017. The Study of the impact of bioengineering methods for slop stability and erosion control. The first national conference on natural resources and sustainable development in the central Zagros (In Persian).
18. Jankju. M. 2009. Range Development and Improvement. Jahad Daneshgahi Mashhad Press, 237 pp.
19. Karim. M.N. and U.A. Mallik. 2008. Roadside revegetation by native plants I. Roadside microhabitats, floristic zonation and species traits. Ecology Engineering. 32: 222-237.
20. Kardgar. N., R. Rahmani, H. Zare and S. Ghorbani. 2021. Species Diversity of Trees and Forest Floor Plants in Oriental Beech Forest Types of Shastkalate Educational and Research Forest, Gorgan), Ecology of Iranian Forests, 8(16): 125-135 pp (In Persian).
21. Kohaneh, A., A. Lekzian, E. Astaraei, K. Khavazi and M. Mazahari. 2021. The effect of ectomycorrhizal fungi on phosphorus uptake and growth of winter alder seedlings in Guilan province. Forests and wood products, Iranian Journal of Natural Resources. 3(73): 295-304 pp (In Persian).
22. Moghadam. M. 2008. Descriptive and statistical ecology of vegetation. University of Tehran Press. Print 2, 285 pp (In Persian).
23. Mahdavi, A., M. Heydari and J. Eshaghi Rad. 2010. Investigation on biodiversity and richness of plant species in relation to physiography and physico-chemical properties of soil in Kabirkoh protected area. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 426-436 (In Persian).
24. Mesdaghi. M. 2012. Plant ecology. 2nd ed., Mashhad University Jihad Publications, Iran. 183 pp (In Persian).
25. Marvi Mohajer. M.R. 2012. Silviculture. University of Tehran Press. Print 3, 418 pp (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

26. Nekooimehr. M., N. Rafatnia, S. Raisian, H. Jahanbazi, M. Talebi and Kh. Abdolahi. 2006. Impact of road construction on forest destruction in Bazoft region, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14(3): 228-243 (In Persian).
27. Noori, Z., J. Figahi, Gh. Zahedi Amiri and R. Rahmani. 2010. Estimation of species diversity of trees in different forest floors (Study of Patem section, Khairood Educational and research Forest). Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources), 63(4): 399-400 (In Persian).
28. Naghdi, R., H. Pourbabaei, M. Heidari and M. Nouri. 2014. Examination of the effects of forest road on vegetation and some physical and chemical properties of soil (Case study: Shafarood forests, Series 2). Ecology of Iranian forests, 2(3): 49-63 (In Persian).
29. Rostayei. F., Y. Kooch and S.M. Hosseini. 2019. Study of soil quality changes in different forests covers. Water and Soil Science, 28(4): 169-181.
30. Sarikhani. N. 2001. Forest exploitation. University of Tehran press.728 pp (In Persian).
31. Sagar. R., A. Singh and J.S. Singh. 2008. Differential effect of woody plant canopies on species composition and diversity of ground vegetation: a case study. Tropical Ecology, 49(2): 189.
32. Shifley, S.R., H.S. He, H. Lischke, W.J. Wang, W. Jin, E.J. Gustafson and J. Yang. 2017. The past and future of modeling forest dynamics: from growth and yield curves to forest landscape models. Landscape ecology, 32(7): 1307-1325.
33. Varedi Kolaei. M. 2011. Comparison of regeneration, Diversity of floor vegetation and some soil factors in afforested and slippery areas of alder Stands with adjacent forest (Case Study: Series 1 in Darabkola forest). MSc Thesis, Tehran Agricultural Science and Natural Resources University, Tehran, Iran. 108 pp (In Persian).
34. Varedi. M., H. Jalilvand, M. Hojjati and A. Parsakhoo. 2011. Investigate the biodiversity in *Rubus hyrcanus* L and *Alnus Subcordata* C.A.M (Alder) stands at the margin of forest roads. Natural Resource and Agriculture Sustainable Management Local Conference Gorgan. 562-570 (In Persian).
35. Vesterdal. L., N. Clarke, B.D. Sigurdsson and P. Gundersen. 2013. Do tree species influence soil carbon stocks in temperate and boreal forests? Forest Ecology and Management, 309: 4-18.
36. Zare, H. and H. Habashi. 2000: *Alnus subcordata* an ecological species of Hyrcanian forests. Journal of Forest and Rangeland, 48: 55-63.
37. Zare, N. and S.E. Hosseini. 2021. An overview of the use of bioengineering with the aim of compatible forest engineering. National Conference on the Perspectives of the Country, Management Transformation, 112-117 pp (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]

Evaluation of Vegetation Diversity on Forest Road Fill-Slop using Bioengineering Method in Surdar-Watashan Forestry Plan

Khalil Mohammadi Firuz[1], Seyed Ataollah Hosseini[2], Ghavamodin Zahedi amiri[3] and Mohammad Ali Fakhari[4]

1- M.Sc. Student of Forestry and forest Economics Department, University of Tehran
2- Professor of Forestry and forest Economics Department, University of Tehran,
(Corresponding Author: At.hosseini@ut.ac.ir)
3- Professor of Forestry and forest Economics Department, University of Tehran
4- Forest Eng. PhD of Forest-range and watershed Organization
Received: 6 May, 2021 Accepted: 10 August, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Landslide phenomenon because of the movement of materials on the slope causes the destruction of nature, soil loss and many ecological processes in the region. A variety of additives and modifiers are used to conserve water and soil in the world, among which, bioengineering methods due to environmental and economic issues in forest engineering have received much attention, by using them, plant species regrowth and increase the diversity of vegetation occurs.

Material and Methods: In this study, the diversity of grass cover in the stabilized landslide area of the forest road embankment in section 5 of series 3 of the Surdar-Watashan Forestry Project was investigated. For this purpose, a slippery area stabilized with alder and willow species by hand due to natural presence in similar erosion areas and easy establishment after five years of bioengineering (planting seedlings with straw mulch and wood chips) was selected. The experimental design was selected in completely randomized blocks under 3 experimental treatments of uncovered soil (control), mulch and straw treatment and wood treatment at a surface of about 72 square meters. Vegetation diversity status in 27 designed plots was assessed after five years of bioengineering. PAST and SPSS software were used to calculate biodiversity indices and statistical analyzes.

Results: The mean of Simpson diversity index was 0.8, Shannon-Wiener diversity was 2.29, Margalef richness was 1.28, Manhenic was 0.79, Pilo uniformity was 3.2 and Sheldon uniformity was 1.8, which indicates a significant difference between the means. Simpson, Shannon-Wiener, Pilo, Sheldon, Manhenic, and Margalef are established in the area.

Conclusion: Therefore, research on stabilized and unstabilized landslide areas helps a lot to identify the species settled in these areas and can be used in similar landslide areas of these species for biological stabilization of road embankment walls of the forest road.

Keywords: Biodiversity, Bioengineering, Forest road, Landslide, Straw, Surdar-Watashan

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.19.16.1]
[DOI: 10.52547/ifej.10.19.109]