

Abstrakti

Ndotja e mjedisit nga metale të rënda është një nga sfidat më të mëdha që ka përballuar ekosistemi global në dekadat e fundit. Metalet e rënda, si merkuri (Hg), plumbi (Pb), kadmiumi (Cd), kromi (Cr), bakri (Cu), nikeli (Ni), arseniku (As) dhe zinku (Zn), janë shumë të përhapura në mjedis dhe mund të shkaktojnë efekte toksike të shumta në organizmat e gjallë, përfshirë njerëzit, kafshët dhe bimët.

Një nga metodat më premtuese për të adresuar këtë problem është bioremediacioni, që përfshin përdorimin e organizmave të gjallë, veçanërisht të bimëve, për të pastruar mjedisin nga ndotësit, përfshirë metale të rënda. Një nënkategori e bioremediacionit është fitoekstraksioni, i cili përdor bimë që kanë aftësinë të akumulojnë dhe të transportojnë metale të rënda nga toka në pjesët mbitokësore të bimëve, ku ato mund të mblidhen dhe eliminohen. Disa specie të caktuara bimore, të njohura si bimë hiperakumuluese, janë të afta të grumbullojnë nivele të larta të këtyre metaleve pa pasur efekte të dëmshme për veten e tyre.

Ky studim ka si qëllim të vlerësojë potencialin e dy specieve bimore për të akumuluar dhe transportuar metale të rënda në kushte të ndryshme. Speciet që janë marrë në shqyrtim janë: *Alyssum murale*, një bimë nga familja Brassicaceae, e njohur për aftësinë e saj për të akumuluar nikël dhe metale të tjera të rënda, dhe *Stachys scardica*, një specie krahasuese nga familja Lamiaceae, e cila ka aftësi më të kufizuara për akumulimin e metaleve të rënda. Përveç analizës së këtyre bimëve, u analizuan edhe mostrat e dheut nga vendet ku rriten këto bimë, për të vlerësuar përqendrimin e metaleve të rënda në tokë dhe lidhjen e kësaj me aftësinë e bimëve për bioakumulim dhe zhvendosje të metaleve.

Në këtë kontekst, dy faktorë kryesorë janë të rëndësishëm për të vlerësuar efikasitetin e bimëve për bioremediacion: faktori i bioakumulimit (BCF) dhe faktori i zhvendosjes (TF). Faktori i bioakumulimit vlerëson sasinë e metaleve që akumulohet në pjesët mbitokësore të bimës krahasuar me përqendrimin e tij në tokë, ndërsa faktori i zhvendosjes mat efikasitetin me të cilin metali kalon nga rrënjët në pjesët mbitokësore, si gjethet dhe kërcellet.

Në këtë hulumtim, janë përdorur dy grupe kryesore të mostrave: mostrat e bimëve dhe mostrat e dheut. U morën mostrat e dheut nga tokat serpentinë, që janë të njohura për përmbajtjen e lartë të metaleve të rënda, si nikeli, dhe mostrat e bimëve që rriten në këto toka. *Alyssum murale* dhe

Stachys scardica u rritën në këto kushte për një periudhë të caktuar kohe, dhe gjatë këtij periudhe u monitoruan disa parametra si rritja e bimëve, numri i gjetheve dhe shenja të tjera të stresit biotik.

Për matjen e metaleve të rënda, u përdorën teknika analitike si spektroskopia atomike me emision (AES) dhe spektroskopia me absorbim atomik (AAS), të cilat mundësojnë matjen e përqendrimeve të metaleve të tilla si nikel, krom dhe kadmium në tokë dhe në indet e bimëve. Pasi u mblodhën të dhënat mbi përqendrimet e metaleve në dhe dhe në bimë, u llogaritën faktorët e bioakumulimit (BCF) dhe faktorët e zhvendosjes (TF) për të vlerësuar aftësinë e secilës specie për të transportuar dhe akumuluar metale të rënda.

Rezultatet e analizës treguan se *Alyssum murale* kishte një aftësi shumë të lartë për akumuluar nikel dhe metale të tjera të rënda në pjesët mbitokësore, me një BCF të lartë dhe një TF të konsiderueshëm. Ky studim vërtetoi se kjo specie është një bimë hiperakumuluese, e aftë të mbledhë nivele të larta të nikelit nga toka dhe ta transportojë atë në pjesët mbitokësore. Nga ana tjetër, *Stachys scardica* kishte një kapacitet më të ulët për akumulimin e metaleve të rënda, me një BCF dhe TF shumë më të ulët krahasuar me *Alyssum murale*. Ky rezultat tregon se, ndërsa *Stachys scardica* mund të mbijetojë në kushte të ndotura, ajo nuk ka aftësinë të përdoret për bioremediacion në të njëjtën shkallë si *Alyssum murale*.

Në përfundim, ky studim vërtetoi rëndësinë e bimëve hiperakumuluese si *Alyssum murale* për pastrimin e tokave të ndotura me metale të rënda. Aftësia e këtyre bimëve për të akumuluar dhe transportuar metale të rënda nga toka në indet e tyre bën që ato të jenë një burim i rëndësishëm për bioremediacionin e tokave të ndotura dhe mund të përdoren për të pastruar mjedisin nga këto metale toksike.

Fjalët kyçe: Ndotja, Metalet e rënda, *Alyssum murale*, *Stachys scardica*, Toka serpentinë, Faktori i bioakumulimit, Faktori i zhvendosjes.

Abstract

Environmental pollution from heavy metals is one of the greatest challenges faced by the global ecosystem in recent decades. Heavy metals, such as mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), nickel (Ni), arsenic (As), and zinc (Zn), are widely distributed in the environment and can cause numerous toxic effects on living organisms, including humans, animals, and plants.

One of the most promising methods to address this problem is bioremediation, which involves the use of living organisms, particularly plants, to cleanse the environment of pollutants, including heavy metals. A subcategory of bioremediation is phytoextraction, which uses plants that have the ability to accumulate and transport heavy metals from the soil to the above-ground parts of the plants, where they can be collected and removed. Some specific plant species, known as hyperaccumulators, are capable of accumulating high levels of these metals without experiencing harmful effects to themselves.

This study aims to evaluate the potential of two plant species to accumulate and transport heavy metals under different conditions. The species examined are *Alyssum murale*, a plant from the Brassicaceae family, known for its ability to accumulate nickel and other heavy metals, and *Stachys scardica*, a comparative species from the Lamiaceae family, which has more limited capacity for heavy metal accumulation. In addition to analyzing these plants, soil samples from the locations where these plants grow were also analyzed to assess the concentration of heavy metals in the soil and the relationship between this and the plants' ability for bioaccumulation and translocation of metals.

In this context, two key factors are important for evaluating the efficiency of plants in bioremediation: the Bioaccumulation Factor (BCF) and the Translocation Factor (TF). The Bioaccumulation Factor evaluates the amount of metals accumulated in the above-ground parts of the plant compared to their concentration in the soil, while the Translocation Factor measures the efficiency with which the metal moves from the roots to the above-ground parts, such as leaves and stems.

In this research, two main groups of samples were used: plant samples and soil samples. Soil samples were taken from serpentine soils, which are known for their high content of heavy metals,

such as nickel, and plant samples from species growing in these soils. *Alyssum murale* and *Stachys scardica* were grown under these conditions for a specific period, and during this time several parameters such as plant growth, number of leaves, and signs of biotic stress were monitored.

For the measurement of heavy metals, analytical techniques such as Atomic Emission Spectroscopy (AES) and Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) were used, which allowed the measurement of metal concentrations such as nickel, chromium, and cadmium in the soil and plant tissues. After collecting data on metal concentrations in the soil and plants, the Bioaccumulation Factor (BCF) and Translocation Factor (TF) were calculated to assess the ability of each species to transport and accumulate heavy metals.

The analysis results showed that *Alyssum murale* had a very high ability to accumulate nickel and other heavy metals in its above-ground parts, with a high BCF and a significant TF. This study confirmed that this species is a hyperaccumulator, capable of collecting high levels of nickel from the soil and transporting it to the above-ground parts. On the other hand, *Stachys scardica* had a lower capacity for accumulating heavy metals, with a much lower BCF and TF compared to *Alyssum murale*. This result indicates that while *Stachys scardica* can survive in polluted conditions, it does not have the same potential for bioremediation as *Alyssum murale*.

In conclusion, this study confirmed the importance of hyperaccumulator plants such as *Alyssum murale* for cleaning soils contaminated with heavy metals. The ability of these plants to accumulate and transport heavy metals from the soil into their tissues makes them an important resource for the bioremediation of contaminated soils and could be used to clean the environment of these toxic metals.

Keywords: Pollution, Heavy metals, *Alyssum murale*, *Stachys scardica*, Serpentine soil, Bioaccumulation Factor, Translocation Factor.