

انتخاب گیاه مناسب برای گیاه پالایی خاک‌های آلوده به نفت بر اساس الگوریتم ژنتیک

علی اصغر بسالت پور، محمد علی حاج‌عباسی، امیرحسین خوشگفتارمنش^۱ و وحید شیخ‌الاسلام^۲^۱ به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان^۲ دانشیار گروه کنترل دانشکده برق دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی مؤثر در فضاهای وسیع بر اساس ژن‌ها و کروموزوم‌ها می‌باشد که در نهایت منجر به جهت‌گیری به سمت یافتن بهینه‌ترین پاسخ از میان سایر پاسخ‌های ممکن می‌شود (1). از آنجا که تصمیم‌گیری جهت انتخاب گیاه مناسب برای فرآیند گیاه پالایی آلاینده‌های نفتی از خاک در کسب موفقیت یا عدم موفقیت این فرآیند نقش بسزایی دارد به نظر می‌رسد که الگوریتم‌های تکاملی نظیر الگوریتم ژنتیک بتوانند در راستای انجام یک انتخاب بهینه مؤثر واقع شوند (2).

مواد و روش‌ها

در این پژوهش انتخاب مناسب‌ترین گیاه و سطح مناسب اختلاط خاک آلوده به نفت با خاک غیر آلوده (سطوح ۱:۱ و ۱:۳، خاک آلوده: خاک غیر آلوده) برای گیاه پالایی آلاینده‌های نفتی از خاک به دو روش آمار کلاسیک و بهینه‌سازی به روش الگوریتم ژنتیک مقایسه شد. برای این منظور در بهینه‌سازی به روش الگوریتم ژنتیک از تابع هدف α برای انتخاب ۴ گیاه مناسب از میان هفت گیاه آفتابگردان، گلرنگ، شبدر، کلزا، پوکسنلیا، اگروپایرون و فسکیو با بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی، بقاء رشد و بازده اقتصادی استفاده شد. برای انتخاب مناسب‌ترین گیاه و همچنین کشت همزمان دو گیاه در هر سطح آلودگی به صورت جداگانه نیز از تابع هدف β و به منظور تعیین گیاه و سطح آلودگی مناسب و کشت همزمان دو گیاه- سطح آلودگی مناسب نیز از تابع هدف γ استفاده گردید. در تجزیه آماری داده‌ها به روش آمار کلاسیک نیز از آزمایش کرب‌های خرد شده در قالب طرح پایه‌ای کاملاً تصادفی برای مطالعات جوانه‌زنی و رشد اولیه و از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک کاملاً تصادفی برای مطالعات نهایی گیاه پالایی استفاده شده است.

$$F_{obj} = 0.1G_R + 0.1G_P + 0.1D_{MY} + 0.3(S)^2 + 0.2E + 0.2(C_L)^2 \quad \text{تابع هدف } \alpha$$

$$F_{obj} = 0.2R_b + 0.1S_b + 0.3(Res)^2 + 0.4(TPH_R)^2 \quad \text{تابع هدف } \beta$$

$$F_{obj} = 0.2R_b + 0.1S_b + 0.1(Res)^2 + 0.4(TPH_R)^2 + 0.1(C_L)^2 \quad \text{تابع هدف } \gamma$$

در این توابع، G_R سرعت جوانه زنی بذر، G_P درصد جوانه زنی، D_{MY} عملکرد ماده خشک گیاهی در انتهای دوره مطالعات جوانه زنی و رشد اولیه، S قابلیت هر گیاه برای بقاء و ادامه رشد در سطوح مختلف آلودگی، E ارزش اقتصادی هر گیاه در واحد سطح، R_b عملکرد ماده خشک ریشه، S_b عملکرد ماده خشک اندام هوایی، Res تنفس میکروبی ریزجانداران خاک، TPH_R میزان کاهش غلظت آلاینده‌های نفتی در خاک و C_L سطح آلودگی می‌باشد.

نتایج و بحث

مقادیر میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در مطالعات جوانه زنی و رشد اولیه در جدول ۱ و میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در مطالعات نهایی گیاه پالایی در جدول ۲ آمده است. نتایج حاصل از انتخاب گیاهان مناسب از میان هفت گیاه مورد بررسی بر اساس روش آمار کلاسیک نشان داد که در هر دو سطح آلودگی ۱:۱ و ۱:۳ گیاهان اگروپایرون، فسکیو و پوکسنلیا پاسخ بهینه از میان سایر انتخاب‌های ممکن بود. این درحالیست که در روش الگوریتم ژنتیک، انتخاب ۴ گیاه اگروپایرون، فسکیو، آفتابگردان و گلرنگ پاسخ بهینه بود. در مطالعات نهایی گیاه پالایی، اگروپایرون و فسکیو گیاهان مناسب جهت پالایش آلاینده‌های نفتی از خاک به روش آمار کلاسیک بودند. درحالیکه در

بهینه سازی به روش الگوریتم ژنتیک، آگروپایرون مناسب ترین گیاه و سطح آلودگی ۱:۱ مناسب ترین نسبت اختلاط برای کسب بیشترین احتمال موفقیت در پالایش آلاینده های نفتی از خاک به روش گیاه پالایی بود. همچنین کشت همزمان آگروپایرون- فسکیو در سطح آلودگی ۱:۱ به عنوان بهینه ترین پاسخ از میان سایر پاسخ های ممکن برای کشت همزمان دو گیاه و سطح آلودگی مناسب بود. بنابراین کشت همزمان آگروپایرون- فسکیو و نسبت اختلاط ۱:۱ خاک آلوده و خاک غیر آلوده برای گیاه پالایی آلاینده های نفتی موجود در منطقه مورد مطالعه توصیه می گردد.

منابع

[1] Back, T., 1996. Evolutionary Algorithms in Theory and Practice. Oxford University Press, Oxford, UK.

[2] Besalatpour, A., A.H. Khoshgoftarmanesh, M.A. Hajabbasi, and M. Afyuni. 2008. Germination and growth of selected plants in a petroleum contaminated calcareous soil. Soil and Sediment Contamination. 17 (6), 665 - 676.

جدول ۱. نتایج مطالعات اولیه جوانه زنی و رشد گیاهان مورد مطالعه در خاک غیر آلوده، سطوح ۱:۱ و ۱:۳ (خاک آلوده : خاک غیر آلوده)

گیاه	آفتابگردان	گلرنگ	شیدر	کلزا	آگروپایرون	فسکیو	پوکستلیا
خاک غیر آلوده							
سرعت جوانه زنی	۳/۴	۲/۷۱	۱۳/۷۶	۳/۲	۲/۲۱	۱/۲۳	۵/۰۴
درصد جوانه زنی	۸۹/۵	۸۶	۷۷/۶	۸۴/۵	۷۲/۷	۱۴/۴	۲۳/۵
عملکرد ماده خشک (mg/pot)	۲۸۷۵	۹۷۴	۴۳۷	۵۶۵	۱۲۲۱	۸۵۶	۶۴۱
سطح ۱:۱							
سرعت جوانه زنی	۳/۲۸	۲/۶۱	۱۳/۶۵	۲/۹۸	۲/۱۲	-۰/۷۶	۳/۱۲
درصد جوانه زنی	۸۹/۱	۷۶	۶۹/۳	۷۳/۷	۶۸/۸	۲	۱۲/۹
عملکرد ماده خشک (mg/pot)	۲۱۲۱	۵۸۵	< ۵	< ۵	۹۳۱	۶۴۹	۵۸۹
سطح ۱:۳							
سرعت جوانه زنی	۳/۲۲	۲/۵۳	۱۳/۴۸	۲/۶۸	۱/۹۳	-۰/۶۱	۳/۱۴
درصد جوانه زنی	۸۶/۵	۷۲/۷	۶۱/۳	۶۵	۶۳/۸	-۰/۹	۶/۹
عملکرد ماده خشک (mg/pot)	۱۴۵۷	۲۶۴	< ۵	< ۵	۶۰۱	۲۳۸	۴۸۷

جدول ۲. نتایج مطالعات نهایی گیاه پالایی آلاینده های نفتی در حضور گیاهان مورد مطالعه در سطوح مختلف

گیاه	عملکرد ماده خشک ریشه (g/pot)	عملکرد ماده خشک اندام هوایی (g/pot)	تنفس میکروبی (Mg C-CO ₂ /kg soil h)	میزان کاهش TPHs (درصد)
خاک غیر آلوده				
آفتابگردان	۲/۳	۷/۱	۰/۱	-
گلرنگ	۰/۲۳	۲/۲۷	۰/۰۲	-
فسکیو	۲/۰۳	۶/۶۸	۰/۳۳	-
آگروپایرون	۱/۹۶	۷/۲۶	۰/۱۶	-
سطح ۱:۱				
آفتابگردان	۱/۱	۴/۶	۰/۵۷	۱۴/۶۹
گلرنگ	۰/۱۱	۰/۸۴	۰/۱۵	۱۰/۹۷
فسکیو	۰/۸۵	۱/۸۹	۲/۷۷	۶۹/۸۲
آگروپایرون	۱/۱۵	۴/۵۱	۲/۶۷	۷۰/۸۳
سطح ۱:۳				
آفتابگردان	۰/۵	۱/۹	۰/۳۲	۱۲/۴۷
گلرنگ	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۲	۱۰/۱۹
فسکیو	۰/۶۲	۱/۳۱	۲/۷۲	۴۲/۳۲
آگروپایرون	۰/۷۳	۲/۹۳	۳/۳۶	۴۴/۳۳