

تجديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النوعية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود

الترموديناميكي طالب الدكتوراه: م. خيرات محمد

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة حمص

إشراف الأستاذ الدكتور: محمد باكير

ملخص البحث:

يعتبر نقص الطاقة ومواردها من التحديات التي تواجه العالم. لذلك اتجه العلماء والباحثون والمصممون إلى دراسة ترشيد استهلاك الطاقة والتقليل من هدرها.

لقد تم إجراء دراسة ترموديناميكية وكتابة معادلات توازن الكتلة والطاقة ومعادلات عمل العنفات والمضخات والمردود الترموديناميكي، والحل عن طريق برنامج ees، ومن ثم تحديد مجالات ضغوط استنزاف البخار بناء على درجات حرارة خرج المسخنات. [8]

في هذا البحث تم تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى وذلك عن طريق إجراء عملية أمثلة لمجالات الضغوط باستخدام الخوارزمية الجينية، حيث تم أمثلة ستة ضغوط معا.

بعد تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى تم دراسة أثرها على معدلات تدفقات استنزاف البخار من العنفات وعلى المردود الترموديناميكي للمحطة.

لقد وجدنا أعلى قيمة للمردود هي 0.394 وذلك عند أمثلة الضغوط، والضغط الموافقة لهذا المردود هي: $P[9]=1057[\text{Kpa}]$, $P[8]=2459[\text{Kpa}]$

$$P[10]=683.8[\text{Kpa}], P[16]=134[\text{Kpa}], P[17]=46[\text{Kpa}], P[18]=20[\text{Kpa}]$$

كما وجدنا تغير في قيمة معدلات استنزاف البخار نتيجة تغير الضغوط ، حيث :

نلاحظ ان الاستنزاف الأول m_8 ، بقي كما هو ، والاستنزاف الثاني m_9 قد زاد بمقدار $0.35[\text{Kg/s}]$ ، الاستنزاف الثالث m_{10} قد زاد بمقدار $7.8[\text{Kg/s}]$ ، والاستنزاف الرابع m_{16} قد نقص بمقدار $3[\text{Kg/s}]$ ، أما الاستنزاف الخامس m_{17} فقد قلت قيمته بمقدار $2.94[\text{Kg/s}]$ ، وكذلك الاستنزاف السادس m_{18} فقد نقصت قيمته بمقدار $1.51[\text{Kg/s}]$.
كما نلاحظ زيادة في المردود الترموديناميكي ٥٥%، حيث كان مردود المحطة ٣٨٨٥.٠٠.

الكلمات المفتاحية: المحطة ، المردود الحراري ، الاستنزاف ، الجينية ، الأمثلة ، الجيل ،
الطفرة

Determining the optimal depletion pressures in the AP1000 nuclear plant using genetic algorithms and their impact on vapor depletion rates and thermodynamic yield

Abstract:

The global challenge of energy scarcity has prompted scientists, researchers, and designers to focus on optimizing energy consumption and minimizing waste. In a previous study published on 24th March 2024 in the Journal of Al-Baath University's engineering sciences series, a thermodynamic analysis was conducted. This involved establishing mass and energy balance equations, as well as equations for turbines, pumps, and thermodynamic yield. The

solutions were obtained using the ees program, and steam depletion pressure zones were determined based on heater output temperatures.

In this research, optimal depletion pressures were determined through a genetic algorithm by analyzing stress field examples with six different pressures. The impact of these optimal pressures on steam depletion rates from turbines and the overall thermodynamic yield of the plant was then investigated. The highest yield value obtained was 0.394, with corresponding pressures of $P[8] = 2459$ Kpa, $P[9] = 1057$ Kpa, $P[10] = 683.8$ Kpa, $P[16] = 134$ Kpa, $P[17] = 46$ Kpa, and $P[18] = 20$ Kpa.

Changes in steam depletion rates were observed due to variations in pressures. The first drain (m8) remained constant, while the second drain (m9) increased by 0.35 Kg/s, the third drain (m10) increased by 7.8 Kg/s, the fourth drain (m16) decreased by 3 Kg/s, the fifth drain (m17) decreased by 2.94 Kg/s, and the sixth drain (m18) decreased by 1.51 Kg/s. Additionally, there was a 55% increase in thermodynamic yield, with the plant's overall yield reaching 0.3885.

Keywords: nuclear plant, thermodynamic yield, depletion pressures, genetic algorithm, stress field examples, steam generation, mutation.

مقدمة:

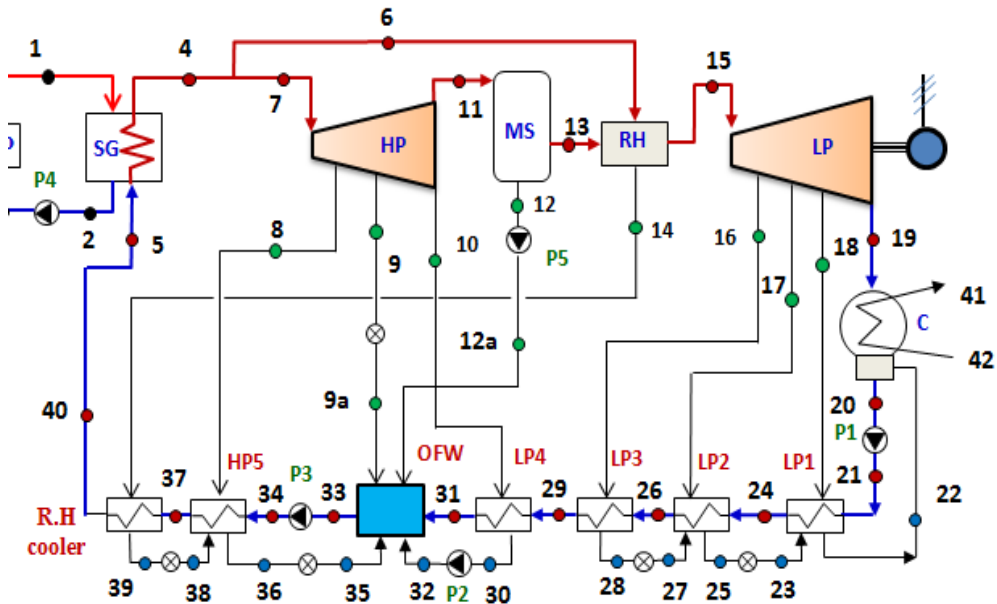
تتفاقم مشكلات الطاقة في العالم، بسبب نقص الموارد وغلاء أسعارها، فكان من الضروري تركيز الدراسة عند الباحثين والمصممين على كيفية ترشيد الطاقة والتقليل من ضياعها، والعمل على دراسة منظومة المحطة بشكل جيد. وقد تم اعتماد عدة طرق للتقليل من الطاقة المهدورة، ومن هذه الطرق تحديد ضغوط استنزاف البخار من العنفات الى المسخنات بشكل دقيق في محطات الطاقة، ومنها محطات الطاقة النووية التي انتشرت في العديد من دول العالم.

درس الباحث . Lior [9] في محطة الطاقة النموذجية الخاصة به (محطات الطاقة النووية لمفاعل PWR water المبرد)، استخدم وحدة التسخين الفائق للوقود الأحفوري مع الطاقة النووية الأصلية في محطة توليد الطاقة الحرارية. في مصنعه الهجين، حيث زادت كفاءة الطاقة والفعالية بنسبة ١٦ ٪ و ٦ ٪ ، على التوالي.

قام الباحثان Dunbar,Wr &Moody,Sd [10] ، بدراسة محطة BWR بادخال سخان فائق خارجي بوقود بترولي، حيث تم التحسين في كفاءة المحطة المقترحة لديهم حتى 33%، ولكن هذا النوع من المحطات لايعمل لفترة طويلة من الزمن، كما أجروا مقارنة بين المحطات النووية والمحطات النووية الهجينة التي تعمل على الطاقة النووية والوقود الأحفوري (المحطات الهجينة).

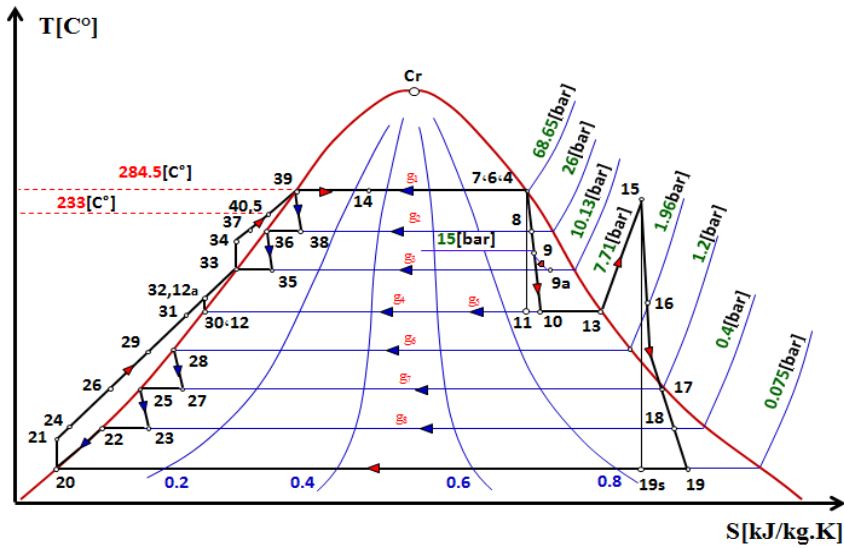
تعتبر الطاقة النووية من الطاقات النظيفة نسبيا والمتجددة وتعتبر مفاعلات PWR من أكثر المفاعلات انتشارا بسبب عوامل الأمان الشديدة فيها، وبسبب تمتعها بمردود تشغيل مرتفع نسبيا. تتميز محطات الطاقة النووية PWR بكفاءة حرارية منخفضة (حوالي 33%-34%)، مقارنة بوحدات الطاقة البخارية التي تستخدم الوقود الأحفوري (حوالي 40 - 45%). حتى بالنسبة لأحدث تكنولوجيا مستخدمة في محطات الطاقة PWR من الجيل الثالث ، فإن الكفاءة لا تتجاوز 40%....[4]....[1]

الشكل رقم (١): المخطط الرمزي للمحطة النووية.



المخطط الرمزي للمحطة النووية

رسم المخطط الحراري (T-S) للمحطة ومكوناتها: الشكل (٢)



الدائرة الترموديناميكية على المخطط (T,S)

مشكلة البحث:

أهمية قطاع الطاقة في الوقت الحاضر، والسعي الى الاستهلاك المنطقي والترشيد في استهلاكها، حيث يسعى الخبراء والمهندسون الى تحسين كفاءة المحطات الحرارية التقليدية منها والنووية.

هدف البحث:

إجراء عملية أمثلة لمجالات ضغوط استنزاف البخار من العنفات الى المسخنات، وتحديد الضغوط المثلى ودراسة تأثيرها على معدلات تدفق استنزاف البخار الى المسخنات وعلى المردود الترموديناميكي للمحطة.

مبررات البحث:

أن المحطات النووية من سلبياتها المردود الحراري المنخفض نسبيا لها وذلك بسبب درجة حرارة الدخول المنخفضة للماء المشبع عند مدخل العنفة بسبب عدم اعتماد تحميص البخار في هذه المحطة.

ندرة الدراسات المرجعية الموجودة في هذا المجال وإن وجدت فهي لا تحوي إلا على النتائج بدون معرفة أي خوارزميات أو مدخلات كما أن هناك صعوبات في تأمينها والدخول لها.

أهمية البحث:

الحاجة الماسة المستقبلية للطاقة النووية كونها:

- تأسيس قاعدة بحثية جديدة لدراسة محطات الطاقة النووية في الجامعات السورية لتكون بداية لأبحاث أخرى في هذا المجال في بلادنا والتي لابد أن تتجه يوما من الأيام للعمل بهذه التكنولوجيا المتقدمة والدقيقة.
- أحد مصادر الطاقة الكهربائية الرخيصة والطلب المتزايد عليها في بلادنا .

كما يمكن اعتبارها أحد المصادر المتجددة للطاقة إذا درست بعناية ونفذت بتصميم دقيق.

مخطط البحث:

- إجراء أمثلة لمجالات ضغوط استنزاف البخار الى المسخنات، باعتماد الخوارزمية الجينية
- تحديد الضغوط المثلى التي تعطي أعلى مردود ترموديناميكي للمحطة، ودراسة تأثير هذه الضغوط على معدلات تدفقات استنزاف البخار وعلى المردود الترموديناميكي للمحطة.
- رسم المنحنيات ومناقشة النتائج.

نفترض ان ضياعات الضغط مهمة في الانابيب والاجهزة الطاقية في المحطة، وكذلك نفترض ان الحالة مستقرة. وان البخار المستنزف من العنفات يتكاثف بشكل كامل في المسخنات.

تعطى معادلة انحفاظ الكتلة:

$$[3]...[4]...[5]..... \sum m_{in} = \sum m_{out}$$

تعطى معادلة انحفاظ الطاقة:

$$[3]...[4]...[5]..... E_{in} = E_{out}$$

تعطى معادلة المردود الحراري بالعلاقة

$$[4]...[1]..... \eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_{add}}$$

حيث: $\dot{Q}_{add} = 2652 [MW]$ وهي مقدار ثابت ، لان استطاعة المفاعل ثابتة، وهي

تحسب من:

$$[4]..... \dot{Q}_{add} = [m_1(h_1 - h_2) = m_4(h_4 - h_5)] * 0.001$$

أما العمل الصافي للمحطة فيعطى بالعلاقة

$$[2]..... W_{net} = [(W_{HP} + W_{LP}) - (W_{P1} + W_{P2} + W_{P3} + W_{P5})] * 0.001$$

يعطى عمل عنفة الضغط العالي بالعلاقة:

$$W_{HP} = m_7 (h_7 - h_8) + (m_7 - m_8)(h_8 - h_9) + (m_7 - m_8 - m_9)(h_9 - h_{10})$$

[2].....

يعطى عمل عنفة الضغط المنخفض بالعلاقة:

$$W_{LP} = m_{15}(h_{15} - h_{16}) + (m_{15} - m_{16})(h_{16} - h_{17}) + (m_{15} - m_{16} - m_{17})(h_{17} - h_{18}) + (m_{15} - m_{16} - m_{17} - m_{18})(h_{18} - h_{19})$$

أما عمل المضخات فيعطى بالعلاقات التالية:

$$[2].... W_{p1} = m_{20} (h_{21} - h_{20})$$

$$W_{p2} = m_{30} (h_{32} - h_{30})$$

$$W_{p2} = W_{p5}$$

$$W_{p3} = m_{33} (h_{34} - h_{33})$$

وبالتالي تصبح معادلة المردود الحراري :

$$\eta_{th} = 1/2652 [[m_7 (h_7 - h_8) + (m_7 - m_8)(h_8 - h_9) + (m_7 - m_8 - m_9)(h_9 - h_{10})] + [m_{15}(h_{15} - h_{16}) + (m_{15} - m_{16})(h_{16} - h_{17}) + (m_{15} - m_{16} - m_{17})(h_{17} - h_{18}) + (m_{15} - m_{16} - m_{17} - m_{18})(h_{18} - h_{19})]]$$

$$- h_{18}) + (m_{15} - m_{16} - m_{17} - m_{18})(h_{18} - h_{19})] - [m_{20} (h_{21} - h_{20}) + 2^* \\ m_{30} (h_{32} - h_{30}) + m_{33} (h_{34} - h_{33})]]$$

وهي تابع الهدف

الخوارزمية الجينية:

تعتبر الخوارزمية الجينية من التقنيات الهامة في البحث عن الخيار الأمثل من مجموعة حلول متوفرة، اي تستعمل لإيجاد حلول مضبوطة او تقريبية لتحقيق الأمثلة

وتبدأ عادة:

من اختيار الكر موسومات (Population)، بشكل عشوائي

وفي كل جيل يتم حساب الدالة المثلية (Function Fitness)

(لكل كروموسوم بشكل منفرد)، ويتم اختيار أفضل كروموسومات بالاعتماد على أفضل دالة مثلية، ومن ثم عمل تهجين (دمج) وأيضاً طفرة.

المعيار الذي يجعلنا نختار أفضل الحلول ونحكم.

المعيار هو الدالة المثلية: والتي تتقبل كروموسوم (حل منفرد) وتعطي (Fitness Value)

$$Fc = \frac{1}{y \text{ } \acute{y}}$$

نلاحظ كلما كانت هذه القيمة اكبر كان الحل أفضل لأنها نعبر عن مقلوب الخطأ.

حيث : $\bar{Y}$ هي نتيجة تعويض الفرد في المعادلة (تابع الهدف).

Y هي النتيجة المطلوبة أي أعلى مردود للمحطة النووية ٤٠%.....[7]

مصطلحات الخوارزمية الجينية:

- الاصطفاء: وهو عملية اصطفاء الكروموسومات أي الأفراد، أي الحلول التي ستشارك في عملية التكاثر، والتي سيتم عليها لاحقاً عملية مزج أجزاء منها مع أجزاء حلول أخرى،

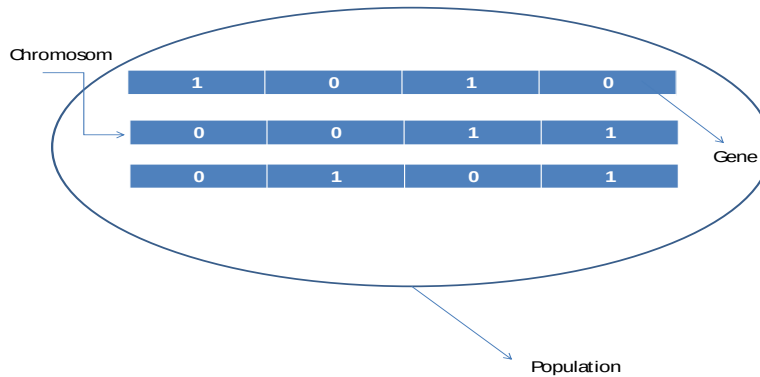
2- الجين (Gene): وهو أصغر جزء من الفرد أو أصغر جزء حامل للمعلومة، (البت يسمى جين)

3- الفرد أو الكروموسوم (Chromosome): وهي الحلول المتاحة والتي تتم معالجتها، أو مجموع الكروموسومات (Population) هي مجموعة الحلول المتاحة لمشكلة ما.

4- الدالة المثلية (Function Fitness): وهي الدالة التي تعطي نتيجتها احتمال دخول فرد ما في الاصطفاء وتوريث خاصياته، (جودة الحل).

-التزاوج أو التكاثر (Crossover): عملية يتم خلالها تبادل أجزاء الحلول (قيمة المتغيرات) بين الأفراد أو الكروموسومات التي تم اصطفائها سابقاً للدخول في هذه العملية... [7].

شكل (٣) توضيحي لمصطلحات الخوارزمية الجينية:



مصطلحات الخوارزمية الجينية

نجري عملية الأمثلة لمجالات ضغوط الاستنزاف:

لدينا الضغوط التي تعمل عليها المحطة هي [8]...:[KPa]

$P[8]=2459[Kpa]$, $P[9]=1500[Kpa]$, $P[10]=617.6[Kpa]$
 $P[16]=169[Kpa]$ $P[17]=70.12[Kpa]$, $P[18]=26.16[Kpa]$

مجالات ضغوط الاستنزاف الستة هي: [8]

$P_{10} =$ & $P_9 = 1057...1500[kPa]$ & $P_8 = 1560...2459 [kPa]$
 $P_{16}=134...169.7[kPa]$ & $P_{17} =46.. 617.6...683.8[kPa]$
 $70.3[kPa]$ & $P_{18} =20.. 26.2[kPa]$

تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي

أمثلة ضغوط الاستنزاف الستة: نأخذ مجالات ضغوط الاستنزاف الستة وهي:

27	P ₁₈ [kpa]	28	P ₁₇ [kpa]	29	P ₁₆ [kpa]	30	P ₁₀ [kpa]	31	P ₉ [kpa]	32	P ₈ [kpa]
	20		46		134		617.6		1057		1560
	20.33		47.28		135.9		621.1		1080		1607
	20.65		48.56		137.8		624.6		1104		1655
	20.98		49.84		139.6		628.1		1127		1702
	21.31		51.12		141.5		631.5		1150		1749
	21.63		52.39		143.4		635		1174		1797
	21.96		53.67		145.3		638.5		1197		1844
	22.28		54.95		147.2		642		1220		1891
	22.61		56.23		149		645.5		1244		1939
	22.94		57.51		150.9		649		1267		1986
	23.26		58.79		152.8		652.4		1290		2033
	23.59		60.07		154.7		655.9		1313		2080
	23.92		61.35		156.5		659.4		1337		2128
	24.24		62.63		158.4		662.9		1360		2175
	24.57		63.91		160.3		666.4		1383		2222
	24.89		65.18		162.2		669.9		1407		2270
	25.22		66.46		164.1		673.3		1430		2317
	25.55		67.74		165.9		676.8		1453		2364
	25.87		69.02		167.8		680.3		1477		2412
	26.2		70.3		169.7		683.8		1500		2459

وبالحل على البرنامج نحصل على بارامترات معادلة المردود :

η_{th}	h_7	h_8	h_9	h_{10}	h_{15}	h_{16}	h_{17}	h_{18}	h_{19}	h_{20}	h_{21}	h_{30}	h_{32}
[]													
0.3908	2770	2556	2461	2375	2935	2696	2513	2381	2254	168.8	169.9	675.6	676.1
0.3908	2770	2560	2465	2376	2935	2697	2516	2383	2253	168.8	169.9	676.6	677.1
0.3907	2770	2564	2469	2378	2935	2698	2518	2385	2253	168.8	169.9	677.6	678.1
0.3906	2770	2567	2472	2379	2934	2699	2521	2386	2252	168.8	169.9	678.5	679
0.3906	2770	2571	2476	2380	2934	2700	2523	2387	2252	168.8	169.9	679.5	680
0.3905	2770	2575	2479	2382	2934	2701	2526	2389	2252	168.8	169.9	680.4	680.9
0.3904	2770	2578	2482	2383	2934	2702	2528	2390	2251	168.8	169.9	681.3	681.8
0.3903	2770	2582	2485	2384	2934	2703	2530	2392	2251	168.8	169.9	682.3	682.8
0.3902	2770	2585	2489	2386	2934	2704	2532	2393	2250	168.8	169.9	683.2	683.7
0.39	2770	2589	2492	2387	2934	2705	2535	2394	2250	168.8	169.9	684.1	684.6
0.3899	2770	2592	2495	2388	2933	2705	2537	2395	2250	168.8	169.9	685.1	685.5
0.3898	2770	2595	2498	2390	2933	2706	2539	2397	2249	168.8	169.9	686	686.5
0.3896	2770	2598	2501	2391	2933	2707	2541	2398	2249	168.8	169.9	686.9	687.4
0.3895	2770	2601	2504	2392	2933	2708	2543	2399	2248	168.8	169.9	687.8	688.3
0.3894	2770	2604	2506	2393	2933	2709	2544	2400	2248	168.8	169.9	688.7	689.2
0.3892	2770	2607	2509	2394	2933	2709	2546	2401	2247	168.8	169.9	689.6	690.1
0.389	2770	2610	2512	2396	2933	2710	2548	2402	2247	168.8	169.9	690.6	691
0.3889	2770	2613	2515	2397	2932	2711	2550	2403	2247	168.8	169.9	691.5	691.9
0.3887	2770	2616	2517	2398	2932	2712	2552	2405	2246	168.8	169.9	692.4	692.8
0.3885	2770	2618	2520	2399	2932	2712	2553	2406	2246	168.8	169.9	693.2	693.7

تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
h_{33}	h_{34}	m_7 [kg/s]	m_8 [kg/s]	m_9 [kg/s]	m_{15} [kg/s]	m_{16} [kg/s]	m_{17} [kg/s]	m_{18} [kg/s]	m_{20} [kg/s]	m_{30} [kg/s]	m_{33} [kg/s]
765.4	773.1	1239	9.965	48.17	878.9	47.4	29.75	31.07	878.9	115	1503
765.4	773.1	1246	17.86	46.27	879.9	47.03	30.38	31.65	879.9	114.6	1503
765.4	773.1	1252	25.86	44.4	880.8	46.68	31	32.22	880.8	114.3	1503
765.4	773.1	1258	33.67	42.56	881.8	46.35	31.6	32.79	881.8	114.1	1503
765.4	773.1	1264	41.31	40.74	882.7	46.03	32.18	33.36	882.7	113.8	1503
765.4	773.1	1270	48.78	38.95	883.7	45.73	32.74	33.92	883.7	113.5	1503
765.4	773.1	1276	56.09	37.18	884.7	45.44	33.3	34.48	884.7	113.2	1503
765.4	773.1	1282	63.24	35.43	885.7	45.16	33.84	35.03	885.7	113	1503
765.4	773.1	1287	70.25	33.71	886.7	44.89	34.37	35.58	886.7	112.7	1503
765.4	773.1	1293	77.12	32	887.7	44.64	34.88	36.12	887.7	112.5	1503
765.4	773.1	1298	83.85	30.32	888.7	44.39	35.39	36.66	888.7	112.3	1503
765.4	773.1	1304	90.46	28.66	889.7	44.16	35.88	37.2	889.7	112	1503
765.4	773.1	1309	96.95	27.01	890.7	43.93	36.36	37.73	890.7	111.8	1503
765.4	773.1	1314	103.3	25.39	891.7	43.71	36.84	38.26	891.7	111.6	1503
765.4	773.1	1319	109.6	23.78	892.8	43.5	37.3	38.78	892.8	111.4	1503
765.4	773.1	1324	115.7	22.19	893.8	43.3	37.76	39.3	893.8	111.2	1503
765.4	773.1	1329	121.8	20.62	894.8	43.11	38.2	39.82	894.8	111	1503
765.4	773.1	1334	127.7	19.06	895.8	42.93	38.64	40.33	895.8	110.8	1503
765.4	773.1	1339	133.6	17.53	896.9	42.75	39.07	40.84	896.9	110.6	1503
765.4	773.1	1344	139.4	16	897.9	42.58	39.5	41.35	897.9	110.4	1503

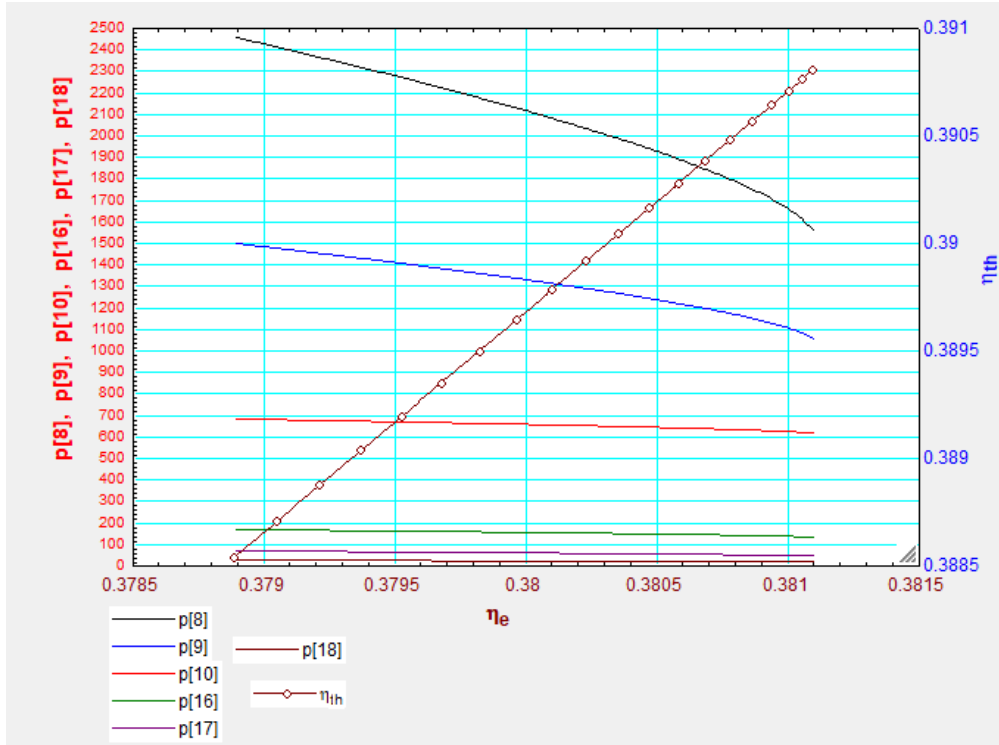
نلاحظ ان أعلى مردود قبل الأمثلة هو 0.3908 وذلك عند الضغوط:

$$P[9]=1244[\text{KPa}] \quad P[10]=645.5[\text{KPa}] \quad P[16]=146[\text{KPa}]$$

$$P[8]=1939[\text{KPa}]$$

$$P[17]=47.28[\text{KPa}] \quad P[18]=20.33[\text{KPa}]$$

كما هو موضح بالشكل (3)



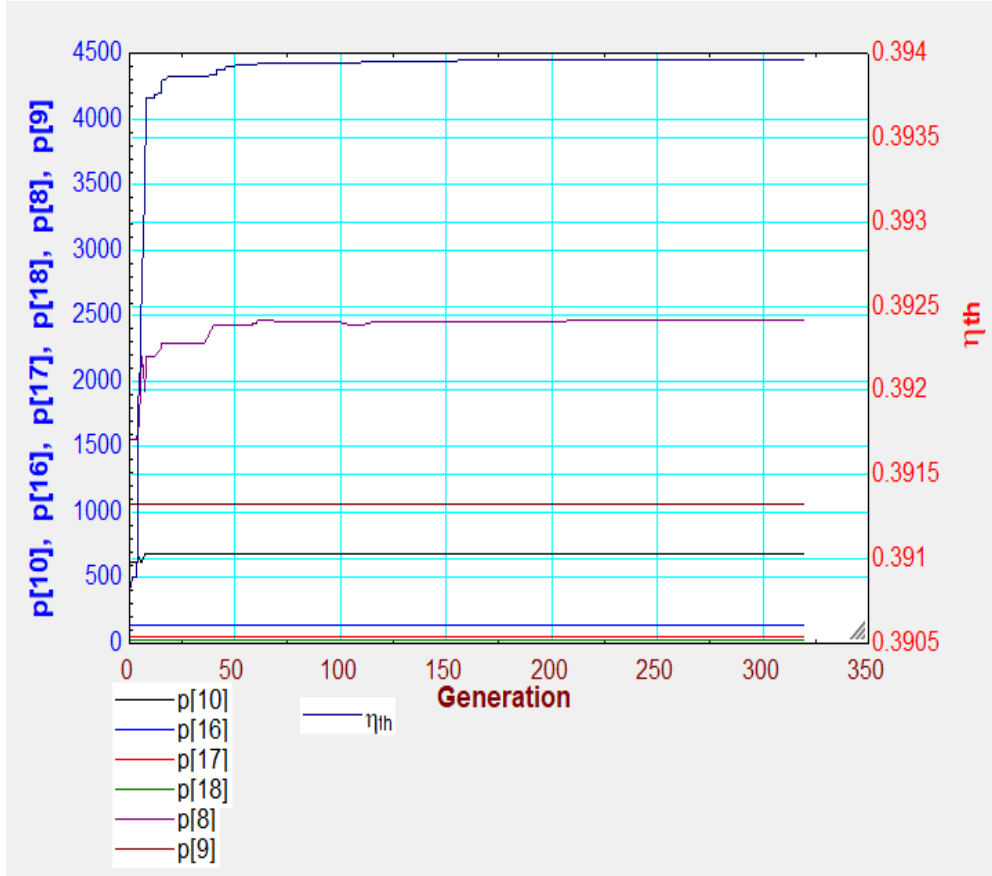
شكل (٣) أعلى مردود عند الضغوط P_8 ، P_9 ، P_{10} ، P_{16} ، P_{17} ، P_{18} قبل الأمثلة

وبعد الأمثلة نجد أعلى مردود 0.394 وذلك عند الضغوط:

$$\begin{aligned} P[9] &= 1057 [\text{KPa}] & P[10] &= 983.8 [\text{KPa}] & P[16] &= 134 [\text{KPa}] \\ P[8] &= 2459 [\text{KPa}] \\ P[17] &= 46.01 [\text{KPa}] & P[18] &= 20 [\text{KPa}] \end{aligned}$$

كما موضح بالشكل (٤):

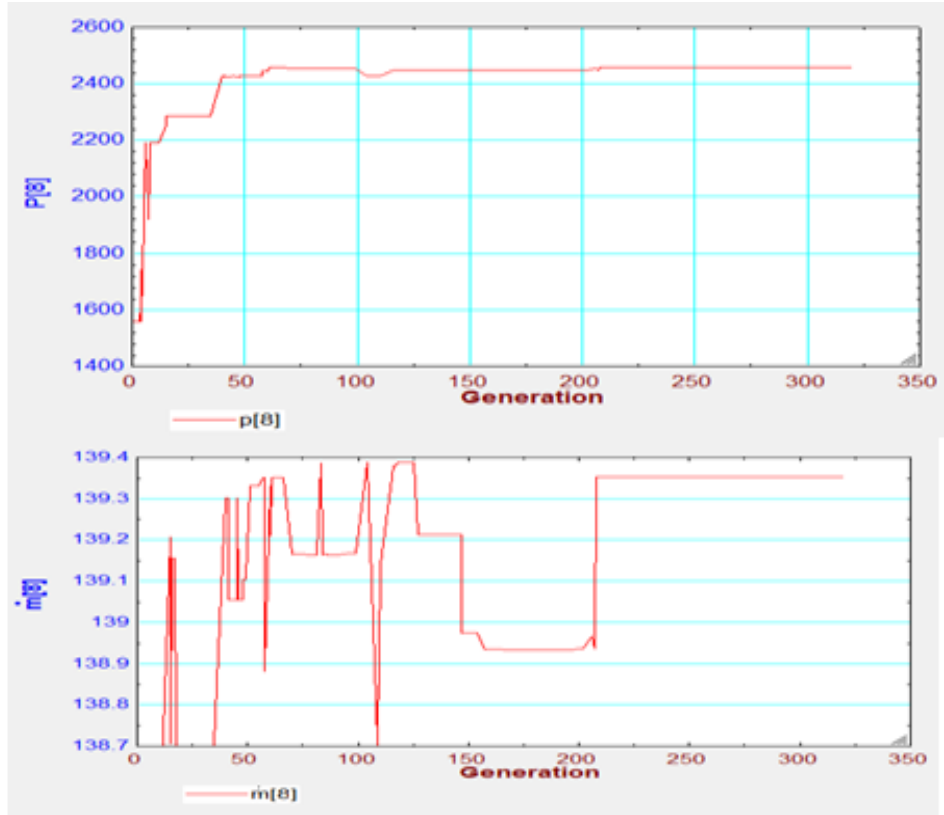
تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي



شكل (٤) الضغوط المثلى لعمل المحطة

نلاحظ ان P[8] استقر عند القيمة 2459[KPa] ، P[9] استقر عند القيمة 1057[KPa] ، P[10] عند 683.8[KPa] ، P[16] عند 134[KPa] تقريبا ، P[17] عند 46[KPa] تقريبا ، P[18] عند 20[KPa]

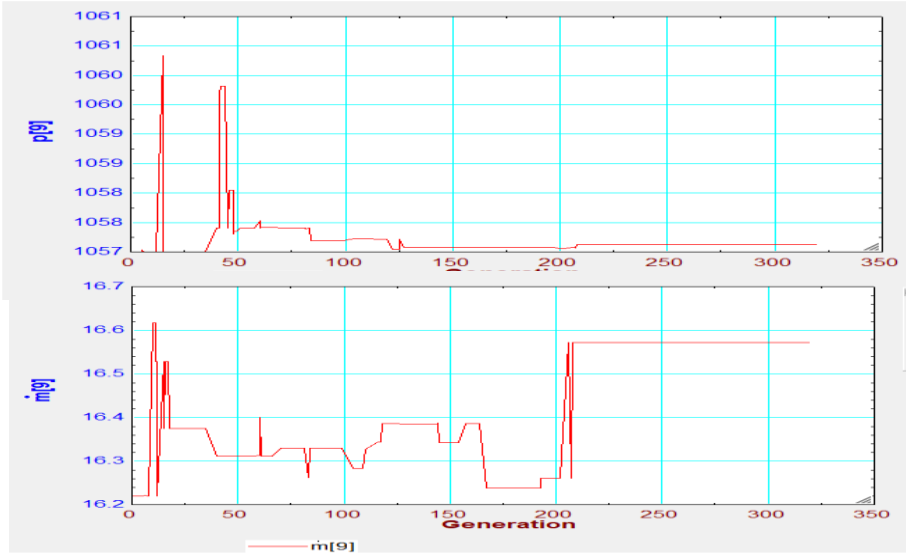
يمكن توضيح كل ضغط على حدا مع تغير الاستنزاف الموافق له كما في الأشكال التالية:



شكل (٥) تغير $m[8]$ مع $P[8]$

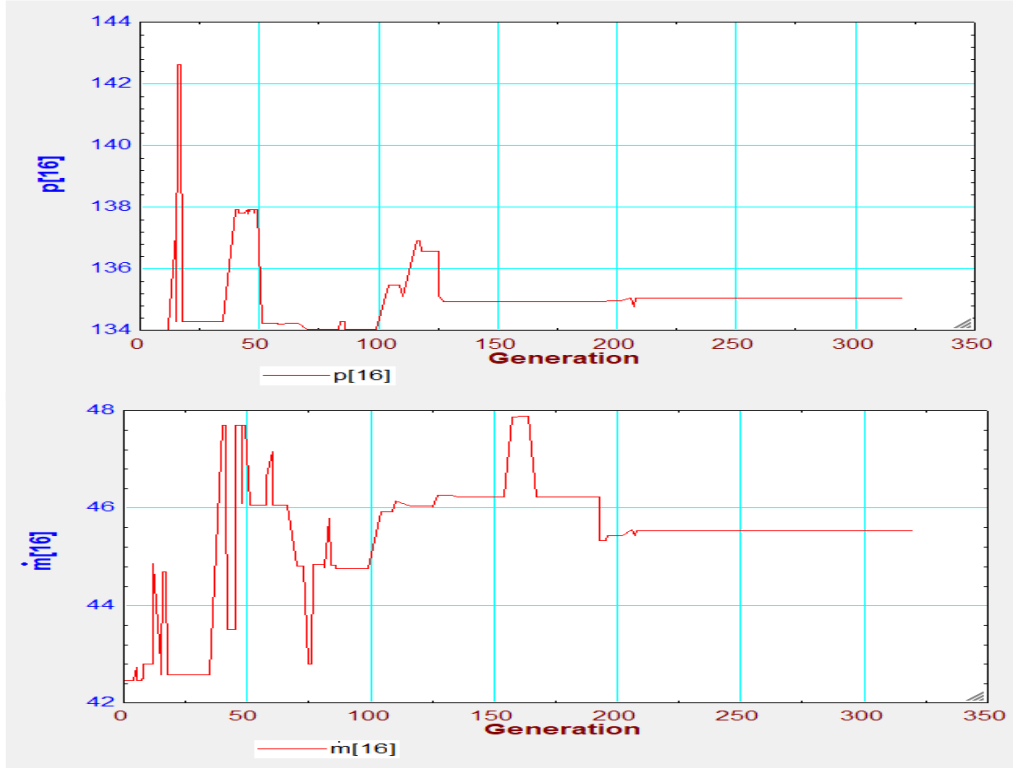
نلاحظ ان الاستنزاف $m[8]$ استقر عند القيمة $139.4[\text{kg/s}]$ وذلك عند الجيل ٢١٠ الذي يستقر عنده الضغط $P[8]$ على القيمة $2459[\text{KPa}]$.

تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي



شكل (6) تغير $m[9]$ مع $P[9]$

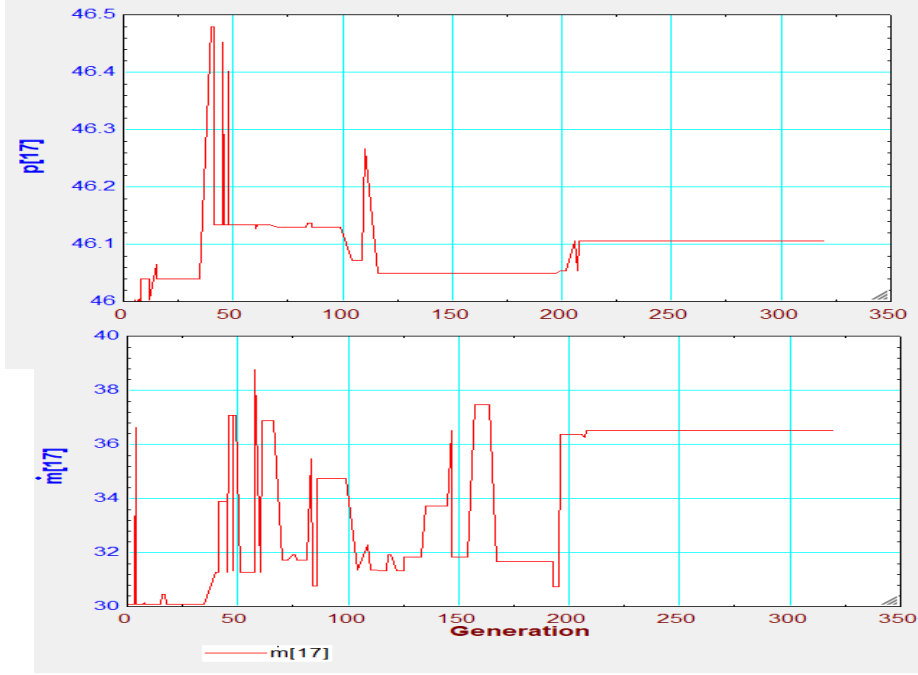
نلاحظ ان الاستنزاف $m[9]$ استقر عند القيمة $16.57[\text{kg/s}]$ وذلك عند الجيل ٢١٠ الذي يستقر عنده الضغط $P[9]$ على القيمة $1057[\text{KPa}]$.



شكل (٧) تغير $m[16]$ مع $P[16]$

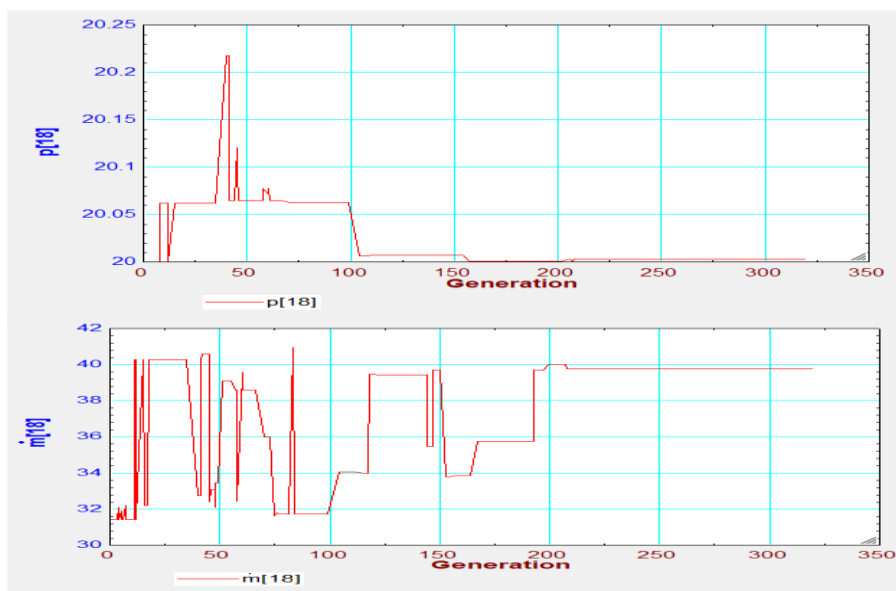
نلاحظ ان الاستنزاف $m[16]$ استقر عند القيمة $45.54[\text{kg/s}]$ وذلك عند الجيل ٢١٠ الذي يستقر عنده الضغط $P[16]$ على القيمة $135[\text{KPa}]$.

تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي



شكل (8) تغير $m[17]$ مع $P[17]$

نلاحظ ان الاستنزاف $m[17]$ استقر عند القيمة $36.5[\text{kg/s}]$ وذلك عند الجيل ٢١٠ الذي يستقر عنده الضغط $P[17]$ على القيمة $46[\text{KPa}]$.



شكل (9) تغير $m[18]$ مع $P[18]$

نلاحظ ان الاستنزاف $m[18]$ استقر عند القيمة $39.78[\text{kg/s}]$ وذلك عند الجيل ٢١٠ الذي يستقر عنده الضغط $P[18]$ على القيمة $20[\text{KPa}]$.

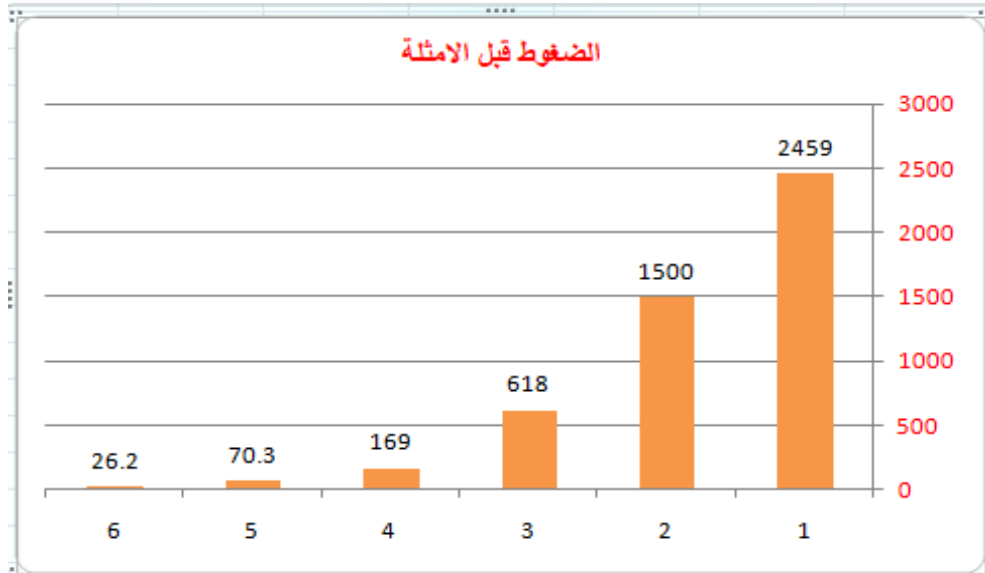
مناقشة النتائج:

لقد وجدنا أعلى قيمة للمردود هي 0.394 وذلك عند الضغوط:

P_8	P_9	P_{10}	P_{16}	P_{17}	P_{18}
2459	1057	683.8	135	46.01	20

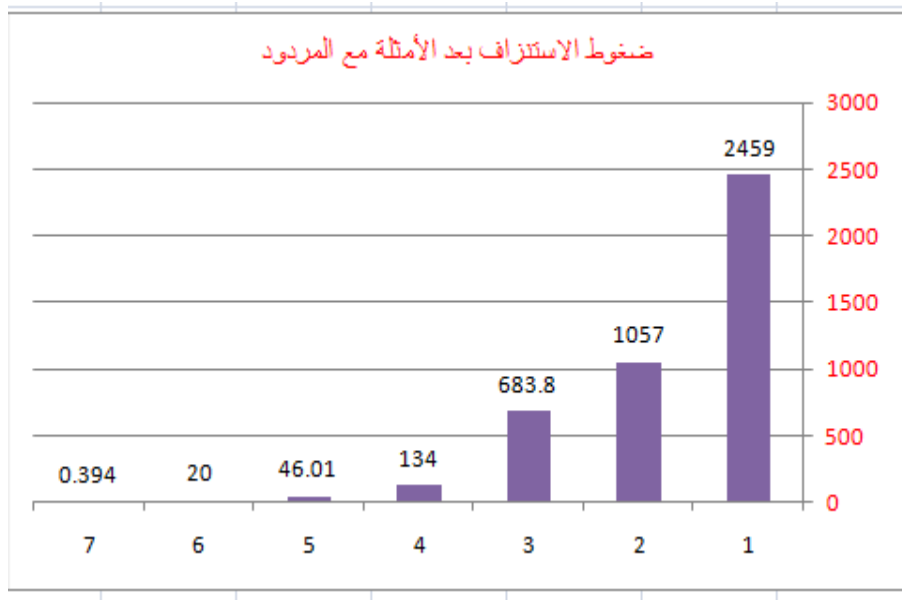
يوضح الشكل (10) التالي ضغوط الاستنزاف التي كانت تعمل عندها المحطة قبل الأمثلة حيث المردود 0.3885.

تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي



شكل (١٠) ضغوط الاستنزاف قبل الأمثلة

يوضح الشكل (11) التالي كيف تصبح ضغوط الاستنزاف بعد الأمثلة حيث أعلى مردود هو 0.394



شكل (١١) ضغوط الاستنزاف بعد الأمثلة

نلاحظ من الرسم البياني أن المحطة أصبحت تعمل عند أعلى قيمة لضغط الاستنزاف الأول P_8 وضغط الاستنزاف الثالث P_{10} ، أي قيمة $P_8=2459[KPa]$ ، $P_{10}=683.8[KPa]$ ، في حين نلاحظ أن ضغط الاستنزاف الثاني P_9 قد انخفض من ١٥٠٠ إلى $1057[KPa]$ ، وضغط الاستنزاف الرابع P_{16} انخفض من ١٦٩ إلى $134[KPa]$ ، وضغط الاستنزاف الخامس P_{17} قد انخفض من ٧٠,٣ إلى $46[KPa]$ ، وضغط الاستنزاف السادس P_{18} انخفض من ٢٦,٢ إلى $20[KPa]$.

أما معدلات تدفقات استنزاف البخار :

من المخطط (5-9-8-7-6) نلاحظ أن الاستنزاف الأول m_8 ، بقي كما هو، والاستنزاف الثاني m_9 قد زاد بمقدار $0.35[Kg/s]$ ، الاستنزاف الثالث m_{10} قد زاد بمقدار $7.8[Kg/s]$ ، والاستنزاف الرابع m_{16} قد نقص بمقدار $3[Kg/s]$ ، أما الاستنزاف الخامس

تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي

m_{17} فقد قلت قيمه بمقدار $2.94[\text{Kg/s}]$ ، وكذلك الاستنزاف السادس m_{18} فقد نقصت قيمته بمقدار $1.51[\text{Kg/s}]$.

وبالتالي نجد أفضل معدلات تدفقات استنزاف تعطي أعلى قيمة للمردود هي:

m_8	m_9	m_{10}	m_{16}	m_{17}	m_{18}
١٣٩,٤	16.57	118	45.54	36.5	39.78

وباعتماد معدلات تدفقات استنزاف البخار هذه تكون نافذة الحل لدينا:

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg		
$\eta_{\text{condp}} = 0.85$ [-]	$\eta_e = 0.3842$ [-]	$\eta_{\text{HP, fwp}} = 0.85$ [-]
$\eta_{\text{HP, st}} = 0.8$ [-]	$\eta_{\text{iso}} = 0.8$	$\eta_{\text{LP, fwp}} = 0.85$ [-]
$\eta_{\text{LP, st}} = 0.8$ [-]	$\eta_{\text{pump}} = 0.85$ [-]	$\eta_{\text{th}} = 0.394$ [-]
$F = 0.006038$	$g = 109.4$ [kg/s]	$h_0 = 63$ [kJ/kg]
$m = 280.7$ [kg/s]	$\dot{m}_{\text{cond}} = 39224$ [kg/s]	$\dot{m}_{\text{cw}} = 18800$ [kg/s]
$\dot{m}_{\text{st}} = 1503$	$N_{\text{pumps}} = 4$ [-]	$p_0 = 101.3$ [kPa]
$p_{\text{cond}} = 0.075$ [bar]	$p_R = 158$ [bar]	$p_{\text{st, o}} = 6865$ [kPa]
$\dot{Q}_{\text{add}} = 2652$ [MW]	$s_0 = 0.224$ [kJ/kg*k]	$t_0 = 288.2$ [C]
$t_{\text{cw, i}} = 302.7$ [C]	$t_{\text{cw, o}} = 326.1$ [C]	$t_{\text{fwo}} = 284.5$ [C]
$t_{\text{wcond, in}} = 15$ [C]	$t_{\text{wcond, out}} = 25$ [C]	$\dot{w}_e = 1019$ [MW]
$\dot{w}_G = 1000$ [MW]	$\dot{w}_{\text{HP, net}} = 477.9$ [MW]	$\dot{w}_{\text{LP, net}} = 579.9$ [MW]
$\dot{w}_{\text{net}} = 1045$ [MW]	$\dot{w}_{\text{onep}} = 3.42$ [MW]	$\dot{w}_P = 12.83$ [MW]
$\dot{w}_{P1} = 1.052$ [MW]	$\dot{w}_{P2} = 0.05344$ [MW]	$\dot{w}_{P3} = 11.67$ [MW]
$\dot{w}_{P5} = 0.05344$ [MW]	$\dot{w}_R = 3490$ [MW]	$\dot{w}_T = 1058$ [MW]

وبالتالي يمكن المقارنة بين بارامترات المحطة قبل الأمثلة وبعدها وفق الجدول التالي:

Parameters	قبل الأمثلة	بعد الأمثلة
W_{net} [MW]	١٠٣١	١٠٤٥
W_{HP} [MW]	٤٦٥,٦	٤٧٧,٩
W_{LP} [MW]	٥٧٧,٧	٥٧٩,٩
Thermal efficiency %	٣٨,٨٥	٣٩,٤
X_{HP}	٠,٨٢٤٤	٠,٨٢
X_{LP}	٠,٨٦٣٦	٠,٨٦٠١

ان معدلات تدفقات الاستنزاف هذه تحقق قيود الحل (قيود عمل المحطة) وهما:

١- درجة جفاف خرج عنفة الضغط العالي وعنفة الضغط المنخفض.

نلاحظ عند أعلى مردود تحققه معدلات تدفقات استنزاف

البخار أن $X_{I9} = 0.8601$ ، $X_{I1} = 0.82$

وهذا يحقق قيد درجة جفاف خرج عنفة الضغط العالي

وعنفة الضغط المنخفض. وهي أكبر أو تساوي 0.82

، X_{I9} أكبر أو تساوي ٠,٨٦

Sort	x_i
[11]	0.82
[12]	0
[13]	0.99
[14]	0.2917
[15]	
[16]	
[17]	0.9366
[18]	0.8963
[19]	0.8601

كما نلاحظ من الجدول أنه من أجل معدلات تدفقات استنزاف البخار المثلى قد زاد المردود من ٠,٣٨٨٥ الى ٠,٣٩٤ أي ازداد بمقدار 0.55% . والسبب هو زيادة العمل

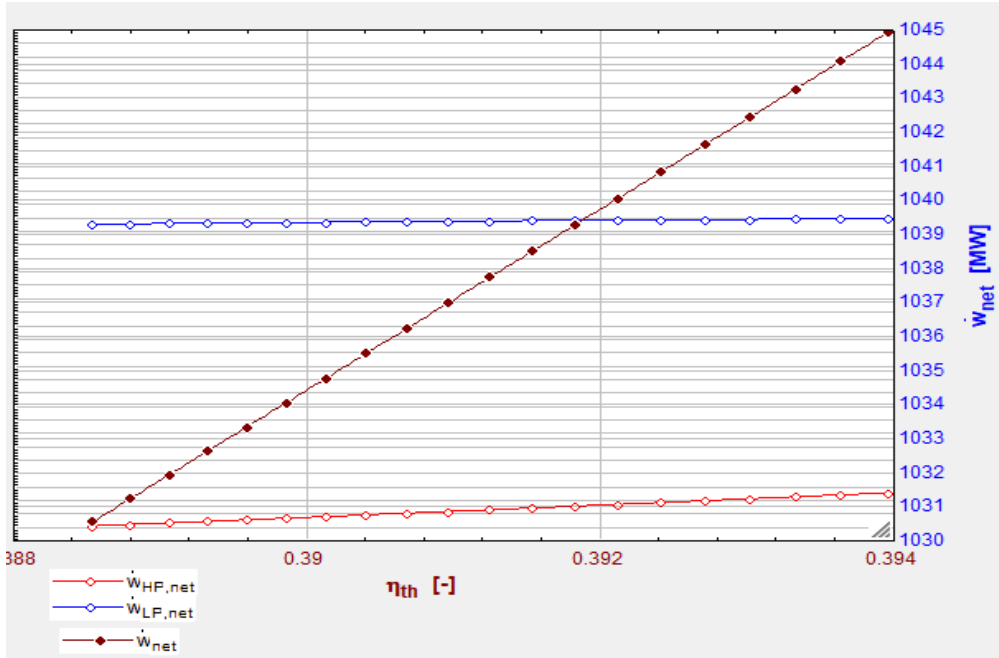
تحديد ضغوط الاستنزاف المثلى في المحطة AP1000 النووية بالاعتماد على الخوارزمية الجينية وأثرها على معدلات استنزاف البخار والمردود الترموديناميكي

الصافي .حيث تعطى معادلة المردود :

$$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_{add}}$$

حيث: $\dot{Q}_{add} = 2652[MW]$ وهي مقدار ثابت لأن استطاعة المفاعل ثابتة.

كما هو مبين في الشكل (١٢):



شكل (١٢) علاقة عمل العنفات قبل وبعد الأمثلة مع المردود

نلاحظ ان عمل عنفة الضغط العالي قد ازداد من 465.6[MW] الى 477.9[MW] أي ازداد بمقدار 12.3[MW].

وعمل عنفة الضغط المنخفض قد ازداد من 577.8[MW] الى 579.9[MW] أي ازداد بمقدار 2.1[MW].

وبالتالي كما نلاحظ العمل الصافي قد ازداد بحدود [14MW].

وبالتالي زيادة المردود الترموديناميكي للمحطة.

الاستنتاجات والتوصيات:

لقد تم أمثلة مجالات ضغوط استنزاف البخار من العنفات الى المسخنات باستخدام الخوارزمية الجينية وقد وجدنا زيادة في العمل الصافي للعنفات بحدود [14MW] وبالتالي زيادة في المردود الترموديناميكي قدرها % 55.

التوصيات:

يمكن إجراء عملية الأمثلة باستخدام خوارزميات أخرى مثل الخوارزمية المطورة genetic simplex.

يمكن دراسة تأثير تغيير مواقع استنزاف البخار من العنفات الى المسخنات

REFERENCES

- [1] Sayyaadi, H.& Sabzaligol, T. (2010)-Comprehensive exergetic and economic comparison of PWR and hybrid fossil fuel-PWR power plants. Energy, 35 (7), 2953-2964.
- [2] João , O& Antonella ,L& Costa,& Ângela,S. (2019)- Energy and exergy analyses of Angra 2 nuclear power plant. International Nuclear Atlantic Conference,83,PP169-184
- [3]- Tony,S.(2019)-energy and exergy analyses of steam power plant.Energy nuclear, E3S Web of Conferences 125, ICENIS
- [4]- Sayyaadi, H., & Sabzaligol, T. (2009). Exergoeconomic optimization of a 1000 MW light water reactor power generation system. International Journal of Energy Research, 33(4), 378-395.

[5]- Eshun, R. B. (2019). Energy and exergy based performance analysis of Westinghouse AP1000 nuclear power plant. Applied Sciences, 4(1), 1-10.

[6]- Rajput, K. 2007-Engineering Thermodynamic. Golden house Delhi 10002, 3-Indian, p966

[7]- Putter, K. (2022). optimization frame work. Journal abero space, (9) p 598

[8]- Khairat , M.(2024)_ Effect of Pressures and rates of steam exhaustion from the station turbine AP1000 on the thermodynamic yield. Journal of AL Baath University, p484