

با استفاده از حل معادله فنر به دوره تناوب زیر میرسیم :

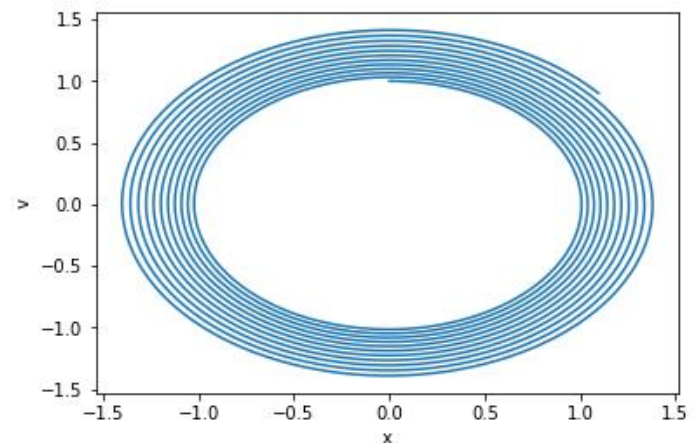
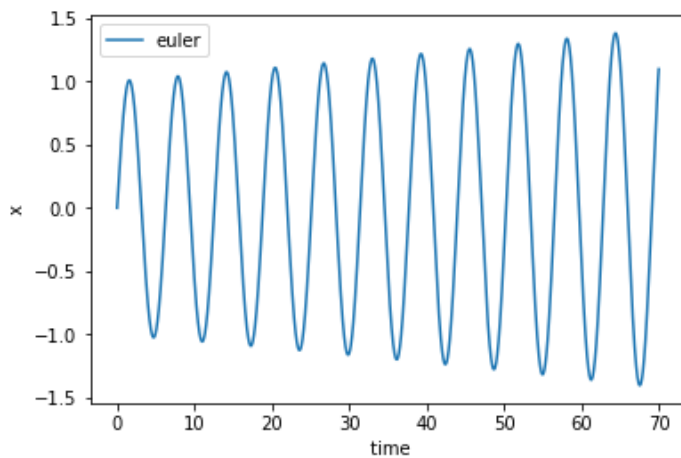
$$\ddot{x} = -x \Rightarrow T = 2\pi \Rightarrow 10T = 20\pi$$

که البته برای من برای 70 ثانیه و مکان اولیه صفر و سرعت اولیه برابر 1 متر بر ثانیه و $h=0.01$ در نظر گرفته ام:

اوایلر :

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n + v_n h \\ v_{n+1} = v_n + a_n h \end{cases}$$

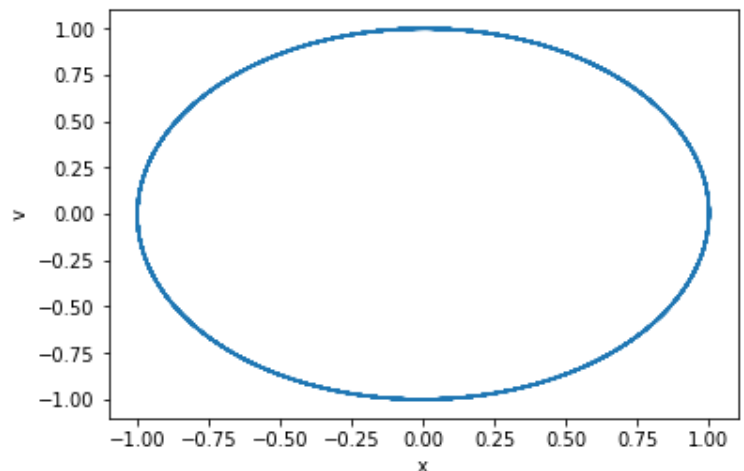
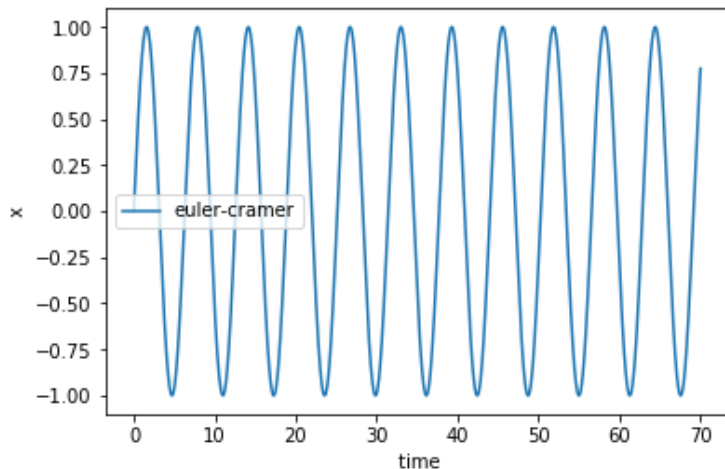
با استفاده از معادله بالا به نمودار های مکان زمان و سرعت زمان زیر رسیدیم که نمایانگر این است که الگوریتم پایداری انرژی را رعایت نمیکند.



اوایلر کرامر:

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n + v_{n+1} h \\ v_{n+1} = v_n + a_n h \end{cases}$$

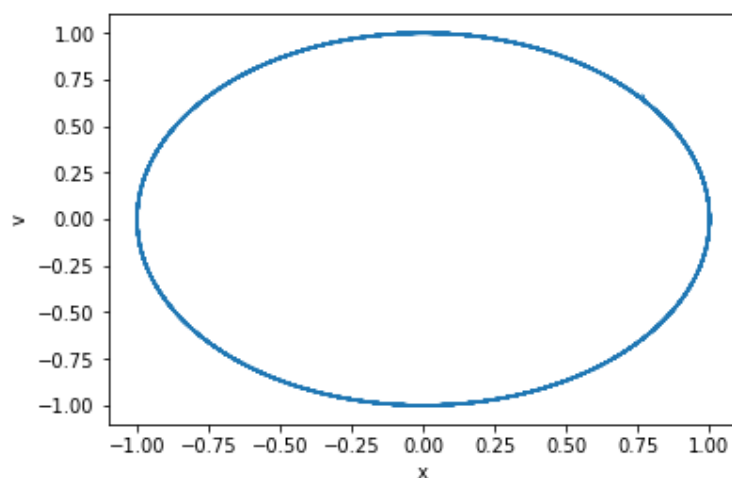
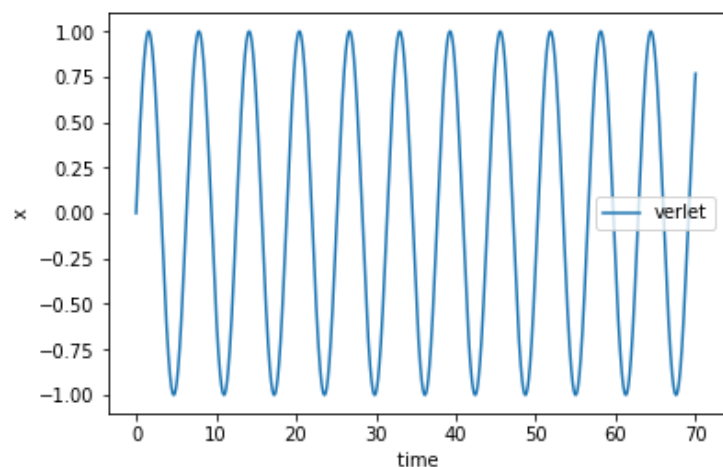
با استفاده از معادله بالا به نمودار های مکان زمان و سرعت زمان زیر رسیدیم که نمایانگر این است که الگوریتم پایداری انرژی را رعایت میکند. (نمودار فضای فاز به شکل دایره شده است)



ورله :

$$\begin{cases} x_{n+1} = 2x_n - x_{n-1} + a_n h^2 \\ v_n = (x_{n+1} - x_{n-1})/2h \end{cases}$$

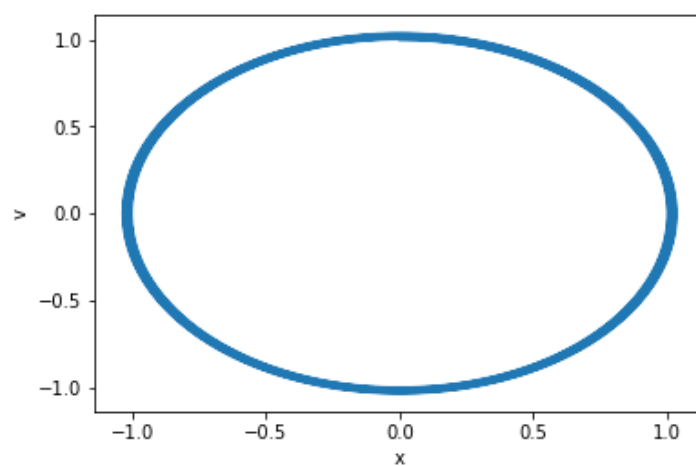
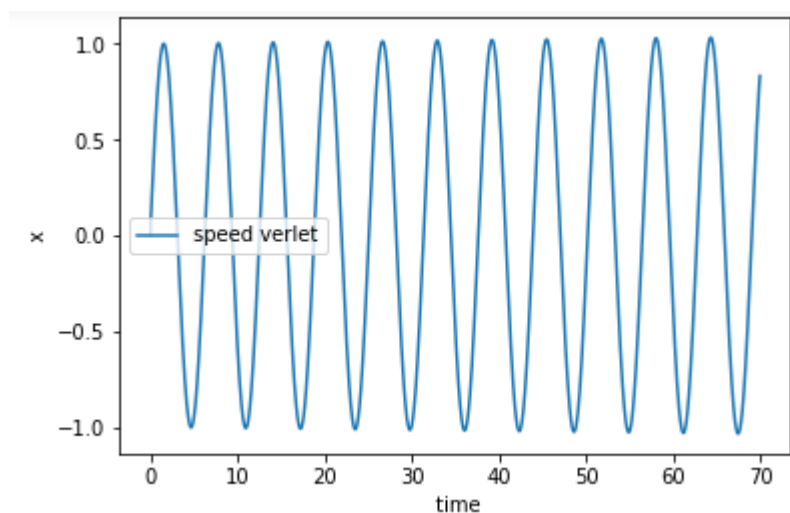
با استفاده از معادله بالا به نمودار های مکان زمان و سرعت زمان زیر رسیدیم که نمایانگر این است که الگوریتم پایستگی انرژی را رعایت میکند .



ورله سرعتی :

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n + v_n h + 0.5a_n h^2 \\ v_{n+1} = v_n + 0.5(a_{n+1} + a_n)h \end{cases}$$

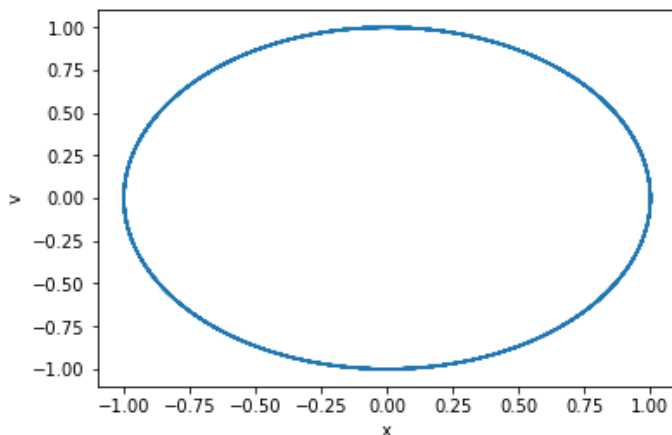
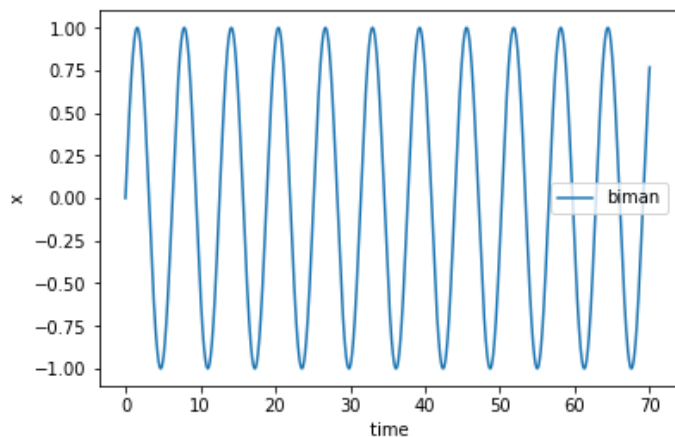
با استفاده از معادله بالا به نمودار های مکان زمان و سرعت زمان زیر رسیدیم که نمایانگر این است که الگوریتم پایستگی انرژی را رعایت میکند . (نمودار فضای فاز به شکل دایره شده است)



بیمن :

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n + v_n h + \frac{1}{6}(4a_n - a_{n-1})h^2 \\ v_{n+1} = v_n + \frac{1}{6}(2a_{n+1} + 5a_n - a_{n-1})h \end{cases}$$

با استفاده از معادله بالا به نمودار های مکان زمان و سرعت زمان زیر رسیدیم که نمایانگر این است که الگوریتم پایستگی انرژی را رعایت میکند. (نمودار فضای فاز به شکل دایره شده است)



در کل با رسم نمودار مکان زمان به دست آمده از هر ۵ الگوریتم داریم:

