کد رهگیری ثبت پروپوزال:

کد رهگیری ثبت پایان نامه:

بسم الله الرحمن الرحیم

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا و استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

مقالات خارجی	..............................….…, **Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.**
مقالات داخلی	**..................، گروه ....، دانشکده ....، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.**

دانشکدهٔ علوم پایه
گروه آموزشی فیزیک

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فیزیک گرایش هسته ای

عنوان:

بررسی جواب های سالیتونی معادله غیر خطی هیروتا-ساتسوما

استاد راهنما:

دکتر قاسم فروزانی

استاد مشاور:

دکتر فرهاد جعفر پور

نگارش:

بهرام سهرابی

۱۱ آذر ۱۳۹۲

دانشگاه بوعلی سینا
معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی
مدیریت تحصیلات تکمیلی

باسمه تعالی

صورت‌جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش هسته ای

با عنوان:

بررسی جواب های سالیتونی معادله غیر خطی هیروتا- ساتسوما

جلسه دفاع از پایان‌نامه خانم/ آقای بهرام سهرابی به ارزش **شش** واحد در روز دوشنبه مورخ ۹۲/۹/۱۱ ساعت ۱۰ **صبح** در محل **آمفی تئاتر** ۱ دانشکده علوم در حضور هیأت داوران برگزار گردید که پس از بررسی‌های لازم، پایان‌نامه نامبرده با نمره به عدد **۱۸/۶۷** به حروف **هجده و شصت و هفت صدم** و با درجه **بسیار خوب** مورد ارزیابی قرار گرفت.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت	مرتبه علمی	امضاء
۱	قاسم فروزانی	استاد راهنما	دانشیار	
۲	فرهاد جعفرپور همدانی	استاد مشاور	استاد	
۳	بابک ژاله	داور داخلی	دانشیار	بابک ژاله
۴	سعیده زریونی	داور داخلی	استادیار	سعیده زریونی
۵	فرهاد آلیانی	★ مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده	دانشیار	

★ بدون حق رأی

تقدیم به:

ما حصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آن که مهر آسمانی و دعای خیرش آرام بخش آلام زمینی ام

است:

به روح پدر مرحومم و

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

سپاسگزاری

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند.

بدون شک جایگاه و منزلت استاد، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

اما از آنجایی که تجلیل از استاد، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب " من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر اللهَ عزّ و جلّ " : از مادر عزیزم این معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده است ؛ از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر فروزانی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ از استاد صبور و با تقوا، جناب آقای دکتر جعفرپور همدانی که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید؛ و از همسر مهربانم که در تمام طول تحصیل همراه و همگام من بوده است را دارم، باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

بررسی جواب های سالیتونی معادله غیرخطی هیروتا-ساتسوما

نام نویسنده: بهرام سهرابی

نام استاد/اساتید راهنما: دکتر قاسم فروزانی

نام استاد/اساتید مشاور: دکتر فرهاد جعفرپور

دانشکده: علوم پایه	**گروه آموزشی: فیزیک**	
رشته تحصیلی:فیزیک	**گرایش تحصیلی: هسته ای**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب پروپوزال: ۱۳۹۱/۰۸/۲۸	**تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۰۹/۱۱**	**تعداد صفحات: ۷۶**

چکیده:

معادلات دیفرانسیل جزیی غیرخطی در رشته های مختلف علمی مانند مکانیک سیالات، فیزیک حالت جامد، فیزیک پلاسما، شیمی فیزیک و... از اهمیت بالایی برخوردار هستند. یافتن پاسخ های دقیق این معادلات ما را در درک بهتر پدیده های غیر خطی فیزیکی محیط اطرافمان یاری می کند. معادلات دیفرانسیل جزیی غیرخطی بسیاری هستند که برای آنها پاسخ های سالیتونی وجود دارد. از جمله این معادلات، معادله غیرخطی هیروتا-ساتسوما است، که روش های مختلفی برای یافتن جواب های سالیتونی آن وجود دارد. بعضی از این روش ها عبارتند از: تبدیلات بک لاند، تبدیلات داربو، آنالیز گروه لی، تابع تانژانت هیپربولیک، تابع تانژانت هیپربولیک تعمیم یافته، تابع سینوس-کسینوس. که در این پایان نامه از سه روش آخر استفاده شده است. در فصل اول به معرفی امواج سالیتاری و سالیتون و معرفی یکی از معادلات غیر خطی حاکم بر سالیتونها و روش های مختلف حل این معادله پرداخته شده است. در فصل دوم به حل معادله غیر خطی هیروتا- ساتسوما با استفاده از روش تابع تانژانت هیپربولیک و تابع تانژانت هیپربولیک تعمیم یافته و تابع سینوس- کسینوس پرداخته ایم. در فصل سوم نیز معادله غیرخطی هیروتا ساتسومای مرتبه چهار و پنج را حل و جواب های سالیتونی آنرا به دست آورده ایم.

واژه‌های کلیدی: معادله غیر خطی هیروتا-ساتسوما، روش تانژانت هیپربولیک، روش تانژانت هیپربولیک تعمیم یافته، سالیتون

فهرست مطالب

فصل اول: امواج سالیتاری و سالیتون

فصل دوم: حل معادله غیر خطی مرتبه ی ۳ هیروتا- ساتسوما

فصل سوم : حل معادله غیر خطی مرتبه ۴و۵ هیروتا-ساتسوما

فهرست شکل ها

فصل اول:

امواج سالیتاری و سالیتون ها

۱-۱ مقدمه

بسیاری از پدیده های فیزیکی محیط اطراف ما غیر خطی هستند که برای درک بهتر آنها باید به یافتن معادلات غیر خطی حاکم بر آنها و نیز یافتن پاسخ های دقیق این معادلات پرداخت. معادلات دیفرانسیل جزیی غیر خطی در رشته های مختلف علمی مانند مکانیک سیالات، فیزیک حالت جامد، فیزیک پلاسما، شیمی فیزیک و ... از اهمیت بالایی برخوردار هستند. از حل این معادلات می توان به پاسخ های سالیتونی و امواج سالیتاری رسید.

به جواب های معادله غیر خطی موج که دارای سه خاصیت زیر باشد سالیتون[۱] می گویند:

۱- شکل و سرعت آن ها تغییر نکند.

۲- در منطقه ای از فضا محدود باشد.

۳- بعد از برخورد با سالیتون های دیگر شکل خود را حفظ کند.

به جواب هایی که فقط خاصیت (۱) را داشته باشند امواج سالیتاری[۲] می گویند.

البته در توصیف امواج سالیتاری و سالیتون ها از معادلات دیفرانسیلی جزیی[۳] غیر خطی استفاده می شود که روش های حل بسیاری دارند. فرم کلی یک معادله دیفرانسیل جزیی تابع $u(x_1,x_2,x_3,\dots,x_n)$ به صورت زیر است:

$$F\left(x_1,\dots x_n,u,\frac{\partial u}{\partial x_1},\dots,\frac{\partial u}{\partial x_n},\frac{\partial^2 u}{\partial x_1\partial x_1},\dots,\frac{\partial^2}{\partial x_1\partial x_n},\dots\right)=0$$

که اگر ضرایب PDE، تابع $x_1,x_2,x_3,\dots,x_n$ باشد، آنگاه معادله دیفرانسیلی جزیی خطی، خوانده می شود. مانند معادلات زیر:

معادله گرما[۴]:
$$\frac{\partial u}{\partial t}-\alpha\nabla^2 u=0$$

معادله موج[۵]:
$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-c^2\nabla^2 u=0$$

1.Soliton
2.Solitary Waves
3. Partitial Differential Equation(PDE)
4.Heat Equation
5.Wave Equation

معادله لاپلاس[۱]: $\nabla^2 u = 0$

معادله هلمهولتز[۲]: $\nabla^2 u + k^2 u = 0$

واگر ضرایب PDE، تابع $u(x_1,x_2,x_3,\ldots,x_n)$ باشند، آنگاه معادله دیفرانسیلی جزیی غیر خطی خواهد بود. مانند معادلات زیر:

معادله هیروتا- ساتسوما[3]:

$$u_t = \frac{1}{2}u_{xxx} + 3uu_x - 6ww_x$$
$$w_t + w_{xxx} + 3uw_x = 0$$

معادله برگرز[۴]:

$$u_t + uu_x = vu_{xx}$$

معادله کورتوگ - دوریس[۵]:

$$\partial_t u + \partial_x^3 u + 6u\partial_x u = 0$$

معادله بوسسینسک[6]:

$$u_{tt} - u_{xx} - u_{xxxx} - 3(u^2)_{xx} = 0$$

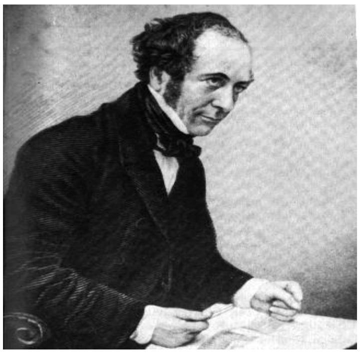
۱-۲تاریخچه امواج سالیتاری

تحقیق بر روی پاسخ های سالیتونی و امواج سالیتاری ، اولین بار توسط جان اسکات راسل[۷] (۱۸۸۲-۱۸۰۸) شکل (۱-۱) هنگامی که مسیر یک موج سالیتاری را در یک کانال آب دنبال می کرد، صورت گرفت. او مشاهدات خود را این گونه بیان کرد:

---

1. Laplace Equation
2. Helmholtz Equation
3. Hirota-Satsuma Equation
4. Burgers Equation
5. Korteweg–de Vries Equation(Kdv)
6. Boussinesq Equation
7. J. S. Russell

″حرکت قایقی را دیدم که با سرعت در طول یک کانال باریک توسط یک جفت اسب کشیده می شد . هنگامی که قایق کوچک از حرکت باز ایستاد، ناگهان موجی از آب با سرعت بسیار زیاد به طرف جلو در هم پیچید و به شکل یک موج مجرد (توده ای گرد وصاف و خوش فرم از آب) درآمد که به حرکت خود در امتداد کانال ادامه می داد. بدون هیچ گونه تغییری در شکلش و یا کاهشی در سرعتش″[۱] .



شکل(۱-۱)

بیش از یک قرن سالیتون ها مورد توجه قرار نگرفتند تا آنکه در سال ۱۹۶۵ نرمن زابوسکی[۱] از آزمایشگاه بل، مارتین کروسکال[۲] از دانشگاه پرینستون رفتار سالیتون ها را به صورت ریاضی بیان کردند. از آن زمان به تدریج سالیتون ها نه تنها برای توضیح امواج آب، بلکه در سایر زمینه های فیزیک که با موج سروکار دارند ، مورد توجه قرار گرفتند و کارایی بسیار خوبی را از خود نشان دادند[۲] .

در سال ۱۹۸۷ امپلیت[۳]، هامايد[۴]، فروتلی[۵] ،رینود[۶] وبارتلمی[۷] از دانشگاه براسلز[۸] و لیموگز[۹]، نخستین آزمایش سالیتون ها را در انتقال سالیتون تاریک در فیبر نوری انجام دادند. امروزه سالیتون ها در همه ی زمینه های علمی و کاربردی نظیر رفتار مولکول ها، الکترونیک، توزیع بوز- اینشتین و حتی رفتار دی. ان. ای. در زیست شناسی مورد استفاده قرار می گیرند[۳] .

۱-۳ امواج سالیتاری و سالیتون

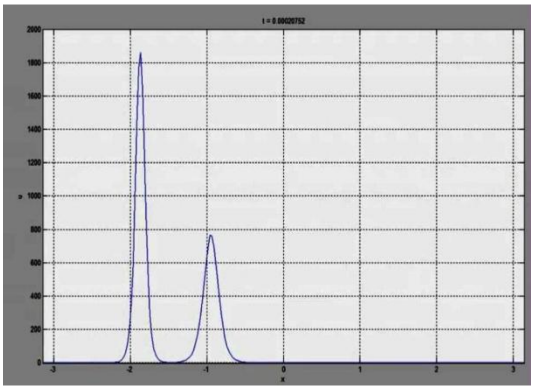
ویژگی های سالیتون ها را در شکل ریاضی می توان با معادلات دیفرانسیل و مشتقات جزیی به سه دسته تقسیم کرد:

1. N. Zabusky
2. M. D. Kruskal
3. P. Emplit
4. P. Hamaide
5. C. Froehly
6. F. Reynaud
7. A. Barthelemy
8. Barclays University
9. Llimoges University

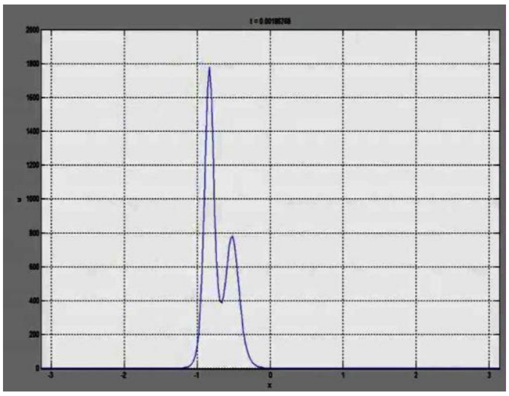
۱-نمایش این امواج به صورتی پایدار به طوری که شکل و سرعت آن ها تغییر نکند.

۲-محلی بودن آنها یعنی در منطقه ای از فضا محدود هستند.

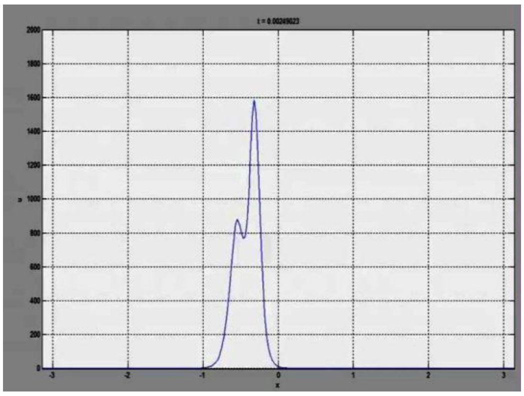
۳-سالیتون ها با یکدیگر کنش دارند ، اما پس از برخورد بدون تغییر از یکدیگر جدا می شوند. شکل های (۱-۲) و (۱-۳) و (۱-۴) و (۱-۵) دو سالیتون را قبل و بعد و در هنگام برخورد با هم نشان می دهد:



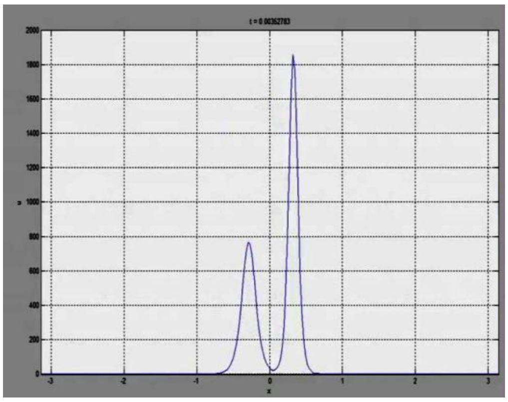
شکل(۱-۲) دو سالیتون قبل از برخورد



شکل(۱-۳)دو سالیتون در هنگام برخور د



شکل(۱-۴) دو سالیتون در هنگام برخورد



شکل(۱-۵)دو سالیتون بعد از برخورد

اما به جواب هایی از معادله غیر خطی موج، که فقط ویژگی اول را دارند امواج سالیتاری می گویند.