دانشگاه صنعتی امیرکبیـــر
(پلی‌تکنیک تهران)
دانشکـــده بـرق

پایان‌نامه کارشناسی ارشد برق با گرایش الکترونیک

بهبود الگوریتم استخراج سیگنال الکتروکاردیوگرام جنین از سیگنال الکتروکاردیوگرام مادر

نگارش

سامان سرگلزائی

استاد راهنما

دکتر کریم فائز

بهمن ۱۳۸۷

بسمه تعالي

فرم اطلاعات پايان‌نامه
كارشناسي- ارشد و دكترا

دانشگاه صنعتي اميركبير
(پلي‌تكنيك تهران)

تاريخ:
شماره:

معاونت پژوهشي
فرم پروژه تحصيلات تكميلي ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی:سامان سرگلزائی دانشجوی آزاد ● بورسیه ○ معادل ○

شماره دانشجوئی:۸۵۱۲۳۰۶۲ دانشکده: مهندسی برق رشته تحصیلی: گروه:الکترونیک

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: کریم فائز درجه و رتبه: استاد

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

عنوان پایان‌نامه به فارسی :بهبود الگوریتم استخراج سیگنال الکتروکاردیوگرام جنین از سیگنال الکتروکاردیوگرام مادر

عنوان پایان‌نامه به انگلیسی:

Performance Improvement of Extraction of Fetal Electrocardiogram Signal from Maternal Electrocardiogram

نوع پروژه: کارشناسی○ ارشد● دکترا ○ سال تحصیلی:

کاربردی● بنیادی ○ توسعه‌ای● نظری○

تاریخ شروع :شهریور۸۶ تاریخ خاتمه :بهمن ۸۷ تعداد واحد :۶ سازمان تأمین کننده اعتبار :

واژه‌های کلیدی به فارسی:سیگنال الکتروکاردیوگرام جنین، سیگنال الکتروکاردیوگرام مادر، سیستم استنتاجی عصبی فازی وفقی

واژه‌های کلیدی به انگلیسی :Adaptive Nero Fuzzy Inference System،Maternal Electrocardiogram،Foetal Electrocardiogram

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات ۱۱۸	تصویر●	جدول●	نمودار ○	نقشه ○	واژه‌نامه●	تعداد مراجع ۶۹	تعداد صفحات ضمائم ۰
زبان متن	فارسی●	انگلیسی ○		چکیده	فارسی●	انگلیسی●		
یادداشت								

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: **تاریخ:**

تقدیم به پدرم که صبر و صداقت و مادرم که عشق و عطوفت را به من آموختند،

آنان که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه گنج،

آنان که توانشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند.

آنان که فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان تنها سرمایه های جاودانی زندگی من است.

در برابر وجود گرامیشان، زانوی ادب بر زمین می زنم و با دلی مملو از عشق، محبت و خضوع بردستانشان بوسه می زنم.

پس از حمد و سپاس به درگاه پروردگار متعال بر خود لازم می دانم از زحمات بی دریغ و راهنمایی های ارزشمند استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر فائز، که در طول دوره کارشناسی ارشد اینجانب همواره مشوق من بودند، تشکر و قدردانی نمایم.

از زحمات و رهنمودهای ارزشمند اساتید هیئت داوران ، جناب آقای دکتر معتمدی و جناب آقای دکتر مرادی که قبول زحمت فرموده و این پایان نامه را مطالعه نموده و با راهنمائیهای ارزنده خود در جهت هرچه پربارتر شدن آن، اینجانب را یاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

برادرم آرمان و دوستان بسیاری در انجام این پروژه و در طول دوره کارشناسی ارشد همراه و همگام بنده بوده اند، از تمامی این عزیزان تشکر کرده و برای آنها موفقیت آرزومندم.

بررسی ها نشان می دهند که مهم ترین و شایع ترین منبع استرس مادر در طول دوران بارداری، نگرانی در مورد شرایط و سلامت جنین می باشد. یکی از راههای آگاهی از شرایط جنین در طول دوران بارداری استفاده از ثبت سیگنال الکتروکاردیوگرام (نوار قلب) جنین به روش غیر تهاجمی است. در این روش بایستی مؤلفه های سیگنال الکتروکاردیوگرام جنین را از سیگنال ثبت شده در ناحیه شکمی جدا نمود. سیگنال ثبت شده در ناحیه شکمی، ترکیبی از مؤلفه های سیگنال الکتروکاردیوتوگرام جنین به همراه مؤلفه های سیگنال الکتروکاردیوتوگرام مادر پس از طی مسیر از قفسه سینه تا شکم و مؤلفه های ناشی از منابع نویزی می باشد. هدف این پایان نامه ارائه الگوریتمی جهت بهبود در فرآیند استخراج سیگنال الکتروکاردیوگرام جنین می باشد.

ابتدا در مبحث پیش پردازش، الگوریتمی نوین با تکیه بر درخت تجزیه ویولت جهت مدلسازی و حذف انحراف خط مبنا، که یکی از منابع اصلی تداخل در هنگام ثبت سیگنال الکتروکاردیوگرام می باشد، ارائه شده است. سپس در ادامه، از سیستم استنتاجی عصبی–فازی وفقی (ANFIS) با تکیه بر الگوریتم بهینه سازی دسته ای ذرات (PSO)، جهت استخراج مؤلفه های سیگنال نوار قلب جنین بهره گرفته ایم. از سیستم استنتاجی عصبی–فازی وفقی جهت مدلسازی مسیری که مؤلفه های سیگنال نوار قلب مادر از ناحیه قفسه سینه ای تا شکم طی می کنند، بهره گرفته ایم. با یافتن این مدل، توانسته ایم مؤلفه های سیگنال نوارقلب مادر موجود در سیگنال ثبت شده در ناحیه شکمی را تشخیص دهیم و با حذف آنها از سیگنال ترکیبی توانسته ایم به تخمین خوبی از سیگنال نوارقلب جنین دست یابیم. الگوریتم نوین پیشنهادی ما در این پایان نامه، از الگوریتم بهینه سازی دسته ای ذرات (PSO) جهت آموزش و تنظیم پارامترهای سیستم استنتاجی عصبی–فازی وفقی بهره گرفته است.

الگوریتم پیشنهادی خود را به همراه دیگر الگوریتم های مطرح، بر روی سیگنال های شبیه سازی شده و دو پایگاه داده سیگنال های حقیقی Daisy و PhysioBank، پیاده سازی و نتایج را بایکدیگر مقایسه کرده ایم. نتایج حاکی از بهبود استخراج سیگنال نوارقلب جنین با استفاده از الگوریتم پیشنهادی ما در اکثر موارد می باشد.

کلیدواژه: سیگنال نوار قلب جنین (Foetal Electrocardiogram Signal)، سیگنال نوار قلب مادر (Maternal Electrocardiogram Signal)، سیستم استنتاجی عصبی–فازی وفقی (Adaptive Nero-Fuzzy Inference System)، بهینه سازی دسته ای ذرات (Particle Swarm Optimization).

AECG	Abdominal Electrocardiogram
AHA	American Heart Association
AI	Artificial Intelligence
ANC	Adaptive Noise Cancelling
ANFIS	Adaptive Nero-Fuzzy Inference System
CTG	Cardiotogram
CWT	Continuous Wavelet Transform
DWT	Discrete Wavelet Transform
ECG	Electrocardiogram
FECG	Fetal Electrocardiogram
FRF	Finite Impulse Response Residual Filtering
HRV	Heart Rate Variability
ICA	Independent Component Analysis
IIR	Infinite Impulse Response
LMS	Least Mean Square
MSE	Mean Square Error
PSO	Particle Swarm Optimization
RLS	Recursive Least Squares
SVD	Singular Value Decomposition
SVR	Singular Value Ratio

تقدیم ..... أ
سپاسگزاری ..... ب
چکیده فارسی ..... ج
علائم اختصاری ..... د
فهرست اشکال ..... ز
فهرست جداول ..... ی

فصل اول: مقدمه ١
١-١ مقدمه ٢
١-٢ مانیتورینگ سیگنال های قلبی ٣
١-٣ مانیتورینگ سیگنال الکتروکاردیوگرام ٦
١-٣-١ بررسی و تفسیر مؤلفه های سیگنال الکتروکاردیوگرام ٨
١-٤ محدودیت های استخراج سیگنال FECG به روش غیر مستقیم ١٣
١-٥ روش های استخراج سیگنال FECG در روش غیرمستقیم ١٣
١-٦ ساختار پایان نامه ١٤

فصل دوم : روش های موجود برای استخراج سیگنال FECG ١٦
٢-١ مقدمه ١٧
٢-٢ روش های مبتنی بر فیلترهای تطبیقی ١٨
٢-٣ روش های مبتنی بر الگوریتم ژنتیک ٢١
٢-٤ روش های مبتنی بر تجزیه به مقادیر ویژه ٢٣
٢-٥ روش های مبتنی بر آنالیز مؤلفه های مستقل ٢٤
٢-٦ روش های مبتنی بر آنالیز تبدیل ویولت ٢٨
٢-٧ روش های مبتنی بر سیستم استنتاجی عصبی-فازی وفقی ٢٩
٢-٨ جمع بندی ٣٠
فصل سوم : پیش پردازش و بلوک دیاگرام پیشنهادی جهت حذف انحراف خط مبنا ٣٣

۳-۱ مقدمه ۳٤
۳-۲ تداخل های موجود در سیگنال ECG ثبت شده ۳٤
۳-۲-۱ تداخل برق شهر ۳۵
۳-۲-۲ نویز تماسی الکترودهای ثبت کننده ۳۵
۳-۲-۳ آرتیفکت های حرکتی ۳٦
۳-۲-٤ انقباضات ماهیچه ای ۳۷
۳-۲-۵ نویز ابزاردقیق ۳۸
۳-۲-٦ انحرافات خط مبنا و مدولاسیون دامنه ۳۸
۳-۲-٦-۱ مروری گذرا بر تبدیل ویولت ۳۹
۳-۲-٦-۲ بلوک دیاگرام پیشنهادی جهت حذف انحرافات خط مبنا ٤۳
۳-۳ جمع بندی ٤۹

فصل چهارم: الگوریتم پیشنهادی جهت استخراج سیگنال FECG ۵۰
٤-۱ مقدمه ۵۱
٤-۲ تئوری استخراج سیگنال FECG با تکیه بر الگوریتم پیشنهادی ۵۱
٤-۳ سیستم استنتاجی عصبی-فازی وفقی(ANFIS) ۵٤
٤-۳-۱ ساختار سیستم استنتاجی عصبی-وفقی(ANFIS) ۵۵
٤-۳-۲ آموزش ANFIS ۵۸
٤-٤ بهینه سازی دسته ای ذره ای(PSO) ٦۰
٤-۵ آموزش ANFIS با بهره گیری از PSO ٦۳
٤-٦ فلوچارت الگوریتم پیشنهادی جهت استخراج سیگنال نوار قلب جنین ٦۳
۴-۷ جمع بندی ٦۷

فصل پنجم : ارزیابی الگوریتم پیشنهادی ٦۸
۵-۱ مقدمه ٦۹
۵-۲ پایگاه های داده سیگنال های ECG ٦۹

۵-۲-۱ سیگنال ECG شبیه سازی شده ۶۹
۵-۲-۲ پایگاه داده Daisy ۷۳
۵-۲-۳ پایگاه داده PhysioBank ۷۵
۵-۳ ارزیابی کمی و کیفی الگوریتم پیشنهادی ۷۶
۵-۳-۱ نتایج پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی بر روی سیگنال های شبیه سازی شده ۷۷
۵-۳-۲ نتایج پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی بر روی پایگاه داده Daisy ۸۰
۵-۳-۳ نتایج پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی بر روی سیگنال های پایگاه داده PhysioBank ۸۴

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادها برای کارهای آینده ۸۹
۶-۱ مقدمه ۹۰
۶-۲ جمع بندی و تحلیل روش پیشنهادی ۹۰
۶-۳ پیشنهادها برای کارهای آینده ۹۳

مراجع ۹۵

واژه نامه I

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱: نمونه ای از سیگنال کاردیوتوگرام ۳
شکل ۱-۲: نحوه ثبت سیگنال کاردیوتوگرام ۴
شکل ۱-۳: تصویر سونوگرافی جنین در هفته چهاردهم ۵
شکل ۱-۴: نمونه ایده آل سیگنال الکتروکاردیوگرام ۶
شکل ۱-۵: نحوه ثبت سیگنال الکتروکاردیوگرام شکمی به روش غیرمستقیم ۷
شکل ۱-۶: سیگنال ECG شبیه سازی شده در ۱۲ هدایت کننده ۸
شکل ۱-۷: اجزاء تشکیل دهنده سیگنال ECG و مسیر عبوری ایمپالس الکتریکی ۱۰
شکل ۲-۱: ساختار فیلتر تطبیقی هیبرید ۱۹
شکل ۲-۲: استخراج سیگنال FECG با بهره گیری از فیلتر تطبیقی ۱۹
شکل ۲-۳: مدل ارائه شده در [58] جهت استخراج FECG ۲۰
شکل ۲-۴: منحنی بالا:سیگنال AECG، منحنی پایین: سیگنال FECG استخراج شده با بهره گیری از مدل ارائه شده در [58] ۲۰
شکل ۲-۵: مدل ارائه شده در[59] ۲۱
شکل ۲-۶: منحنی بالا: سیگنال AECG، منحنی پایین: سیگنال FECG استخراج شده[59] ۲۱
شکل ۲-۷: منحنی بالا:سیگنال AECG، منحنی پایین: سیگنال FECG استخراج شده از الگوریتم ژنتیک[27] ۲۲
شکل ۲-۸: بلوک دیاگرام روش ارائه شده در[31] ۲۶
شکل ۲-۹: ساختار کلی تغذیه مستقیم شبکه عصبی بر مبنای بیشترین بی نظمی ۲۷
شکل ۲-۱۰: بلوک دیاگرام تکنیک منطق عصبی –فازی جهت حذف تداخل در[60] ۳۰
شکل ۳-۱: حذف تداخل برق شهر ۳۶
شکل ۳-۲: فیلتر FRF ۳۷
شکل ۳-۳: کاربرد فیلتر FRF در حذف آرتیفکت های حرکتی ۳۷
شکل ۳-۴: آنالیز CWT بر مبنای زمان–مقیاس ۴۰
شکل ۳-۵: نمایش بخش تقریب و بخش جزئیات توسط DWT ۴۲
شکل ۳-۶: درخت تجزیه تقریب های ویولت ۴۳

شکل ۳-۷: درخت تجزیه بسته ای ویولت..... ۴۳
شکل ۳-۸: نمونه هایی از انحراف خط مبنا ایجاد شده در سیگنال های ثبت شده ECG..... ۴۴
شکل ۳-۹: بلوک دیاگرام پیشنهادی جهت حذف انحراف خط مبنا از سیگنال ECG..... ۴۶
شکل ۳-۱۰: حذف انحراف خط مبنا با تکیه بر بلوک دیاگرام پیشنهادی رکورد شماره ۲..... ۴۷
شکل ۳-۱۱: حذف انحراف خط مبنا با تکیه بر بلوک دیاگرام پیشنهادی رکورد شماره ۹..... ۴۷
شکل ۳-۱۲: حذف انحراف خط مبنا با تکیه بر بلوک دیاگرام پیشنهادی رکورد شماره ۱۱..... ۴۸
شکل ۳-۱۳: حذف انحراف خط مبنا با تکیه بر بلوک دیاگرام پیشنهادی رکورد شماره ۱۶..... ۴۸
شکل ۴-۱: نحوه ثبت و تشکیل سیگنال های شکمی و قفسه سینه ای..... ۵۲
شکل ۴-۲: معماری ANFIS با دو ورودی و یک خروجی به کارگرفته شده در الگوریتم پیشنهادی..... ۵۶
شکل ۴-۳: (a) سیگنال ثبت شده در ناحیه قفسه سینه ای، (b) سیگنال ثبت شده در ناحیه شکمی..... ۶۴
شکل ۴-۴: ساختار ANFIS به کار رفته در الگوریتم پیشنهادی..... ۶۵
شکل ۴-۵: فلوچارت الگوریتم پیشنهادی جهت استخراج سیگنال FECG..... ۶۶
شکل ۴-۶: پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی..... ۶۷
شکل ۵-۱: سیگنال شبیه سازی شده نوارقلب مادر(MECG)..... ۷۰
شکل ۵-۲: سیگنال شبیه سازی شده نوار قلب جنین(FECG)..... ۷۱
شکل ۵-۳: سیگنال نوار قلب شبیه سازی شده در ناحیه قفسه سینه ای..... ۷۲
شکل ۵-۴: سیگنال شبیه سازی ثبت در ناحیه شکمی..... ۷۳
شکل ۵-۵: سیگنال های شبیه سازی شده..... ۷۴
شکل ۵-۶: سیگنال های نوار قلب پایگاه داده Daisy..... ۷۵
شکل ۵-۷: سیگنال نوار قلب ثبت شده در نواحی قفسه سینه ای و شکمی از پایگاه داده PhysioBankمربوط به رکورد هفته بیست و دوم بارداری..... ۷۶
شکل ۵-۸: سیگنال نوار قلب ثبت شده در نواحی قفسه سینه ای و شکمی از پایگاه داده PhysioBankمربوط به رکورد هفته چهلم بارداری..... ۷۷
شکل ۵-۹: استخراج سیگنال FECG با بهره گیری از الگوریتم پیشنهادی در سیگنال شبیه

سازی شده..... ۷۸
شکل ۵-۱۰: مقایسه بصری استخراج سیگنال FECG با بهره گیری از الگوریتم پیشنهادی با الگوریتم های پیشین در سیگنال شبیه سازی شده..... ۷۹
شکل ۵-۱۱: پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی با استفاده از پایگاه داده Daisy..... ۸۱
۵-۱۲: مقایسه کارایی الگوریتم پیشنهادی با دیگر الگوریتم ها در استخراج سیگنال FECG در پایگاه داده Daisy..... ۸۲
شکل ۵-۱۳: مقایسه الگوریتم ها در استخراج سیگنال FECG بر حسب پارامترهای SNRsvd و SNRcor مربوط به پایگاه داده Daisy..... ۸۴
شکل ۵-۱۴: مقایسه کارایی الگوریتم پیشنهادی با دیگر الگوریتم ها در استخراج سیگنال FECG در هفته بیست و دوم بارداری..... ۸۶
شکل ۵-۱۵: مقایسه کارایی الگوریتم پیشنهادی با دیگر الگوریتم ها در استخراج سیگنال FECG در هفته چهلم دوران بارداری..... ۸۷

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۱-۱: مشخصه های اساسی سیگنال ECG ۹
جدول ۴-۱: تنظیم پارامترها در الگوریتم آموزش ANFIS ۶۰
جدول ۵-۱: مقایسه کارایی الگوریتم پیشنهادی با بهره گیری از معیار PRD ۸۰
جدول ۵-۲: مقایسه الگوریتم پیشنهادی با بهره گیری از معیار SNR ۸۳
جدول ۵-۳: مقادیر پارامترهای SNRsvd و SNRcor منتجه از الگوریتم های اعمالی بر پایگاه داده PhysioBank ۸۵

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

تحمل آسیب یا مرگ جنین در دوران بارداری برای خانواده ها مشکل می باشد و دردناکتر از آن هنگامی است که جنین در طول دوران بارداری مادر، کاملا سالم بوده و در آخرین روزهای بارداری دچار آسیب یا مرگ ناگهانی شود.

آسیب یا مرگ نوزاد در هنگام تولد، از نظر اقتصادی هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت هزینه های زیادی به دنبال دارد. حمایت اقتصادی و عاطفی فردی که در ابتدای تولد دچار ضایعه شده در بلند مدت برای اطرافیان غیر ممکن می باشد. به عنوان مثال طبق آمار اعلام شده در انگلستان هر ساله بیش از چهارصد میلیون پوند صرف هزینه های ناشی از تولد های ناقص می گردد [20] که این نشان دهنده فقدان مدیریتی در طول دوران بارداری می باشد. بدنیا آمدن نوزاد ناقص بستر مناسبی را برای اختلافات والدین باز خواهد کرد که باید در این رابطه متخصصین بالینی توجه بیشتری داشته باشند تا بتوانند سیستم ایمنی نوزاد را در مقابل عوامل آسیب زا مقاوم سازند تا از تولد های ناقص جلوگیری شود.

چندین منبع برای ایجاد استرس[۱] جنین در دوران بارداری وجود دارد. از مهمترین آنها می توان به فشار رحمی[۲] که به طور پیوسته وجود دارد و باعث کاهش موقتی تغذیه خون و قطع تنفس جنین می شود اشاره کرد. جنین دارای مکانیسم تدافعی بالایی است که می تواند به خوبی خود را از استرس های محیطی محافظت کند. از این مکانیسم های تدافعی می توان به هدایت کردن جریان خون از اندامهای غیر حیاتی به اندامهای حیاتی، تنظیم متابولیسم های مورد نیاز برای ادامه حیات و ذخیره سازی انرژی برای ادامه فعالیتهای قلبی اشاره کرد.

زجر[۳] جنین هنگامی اتفاق می افتد که جنین دیگر قادر به پاسخگویی استرس های نا خواسته داخل شکم نباشد. در این صورت به سرعت باید جنین آسیب دیده یا مرده را از شکم خارج کرد، زیرا درد فراوانی داشته و احتمال ایجاد عفونت در رحم وجود دارد. اگر بتوان از شرایط جنین به صورت پیوسته اطلاعاتی بدست آورد، متخصصین بالینی خواهند توانست سطح فعالیتهای پرستاری خود را بهبود بخشند و در نتیجه در مواقع اورژانسی با دقت و سرعت بیشتری اقدامات لازم را برای

---

[۱] Stress

[۲] Uterine pressure

[۳] Distress

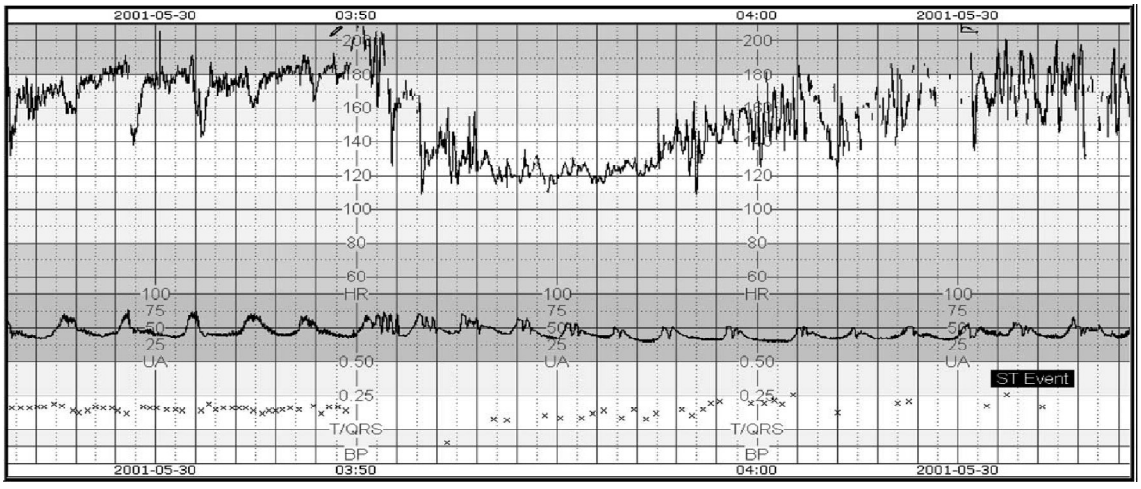
نجات جنین و همچنین مادر انجام دهند. با توجه به مطالب ذکرشده در بالا، آگـاهی از شـرایط جنـین در دوران بارداری بسیار مهم و ضروری می باشد.

اختلال در عملکرد قلب، در هر زمان مـی توانـد خطـرات جـدی را بـه دنبـال داشـته باشـد و نارسایی های قلبی دلیل بسیاری از مرگهای ناگهانی می باشد. جنین در هفته های اولیه دوران بـارداری فعالیت هایی از خود نشان می دهد که به وضوح قابل تشخیص نیستند. برای آگاهی از شـرایط جنـین در دوران بارداری می توان از سیگنالهای الکتریکی قلب جنـین اسـتفاده کـرد کـه در ادامـه در مـورد چگونگی بدست آوردن اطلاعات از فعالیت های جنین در دوران بارداری توضیح خواهیم داد.

۱-۲ مانیتورینگ سیگنال های قلبی

مانیتورینگ سیگنال قلب تکنیکی است که اطلاعات مهمی را از شرایط جنین در اختیار ما قرار می دهد. این سیگنالها را به روشهای مختلف بدست می آورند. یکی از ساده ترین و معمولی ترین روش ها استفاده از گوشی است که پزشکان بکار می برند. اما این روش، روش مطمئنی نبوده و اطلاعات کافی از شرایط جنین را در اختیار پزشک قرار نمی دهد.

برای آگاهی از شرایط جنین، در سالهای گذشته از سیگنال کاردیوتوگرام[۱] (CTG) استفاده می کردند[42]. اساس تحلیل سیگنال کاردیوتوگرام، تفسیر تغییر پذیری ضربان قلب[۲] (HRV) است که برای ثبت این سیگنال، نرخ ضربان قلب را به همراه شکل موجی که از فشار رحمی بدست می آید نشان می دهند. در شکل ۱-۱ نمونه ای از سیگنال ثبت شده کاردیوتوگرام نشان داده شده است.



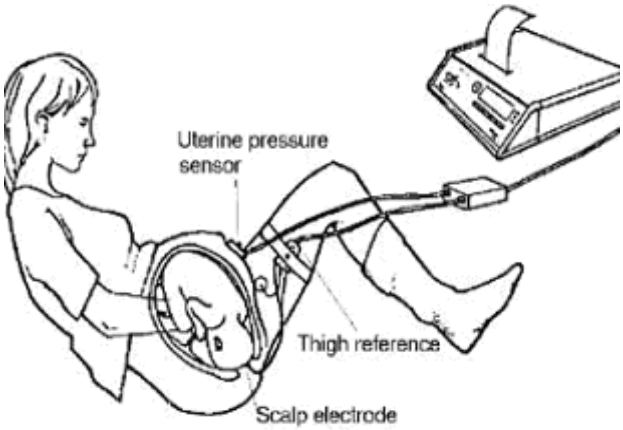
شکل ۱-۱: نمونه ای از سیگنال کاردیوتوگرام [46].

[۱] Cardiotogram

[۲] Heart-Rate Variability

از سیگنال CTG در شرایط خاص به تنهایی نمی توان برای تشخیص زجر[۱] جنین، اطلاعات کافی را استخراج کرد، زیرا نرخ ضربان قلب جنین(FHR)[۲] دارای شکل موج تصادفی و نا منظم می باشد. علاوه بر این ممکن است همیشه جنین تحت فشار زهدانی قرار نداشته باشد. همچنین کلیه کلینیکها تجهیزات مربوط به ثبت سیگنال کاردیوتوگرام را ندارند. همچنین برای تفسیر سیگنال کاردیوتوگرام نیاز به متخصص مجرب می باشد که بتواند این سیگنال ثبت شده با کیفیت پایین را بخواند. در شکل ۱-۲ نحوه ثبت سیگنال کاردیوتوگرام را می بینید.

روشی که امروزه برای آگاهی کامل و دقیق از شرایط جنین وجود دارد، استفاده از سونوگرافی است. در این تکنیک اطلاعاتی از جمله: سن، قد، نحوه قرار گرفتن جنین در داخل رحم و دستگاههایی که مجهزتر هستند منحنی رشد(سن بر حسب قد) را نیز نشان می دهند.



شکل ۱-۲: نحوه ثبت سیگنال کاردیوتوگرام[24].

نمونه ای از تصویر سونوگرافی در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. روش سونوگرافی محدودیتهایی دارد که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

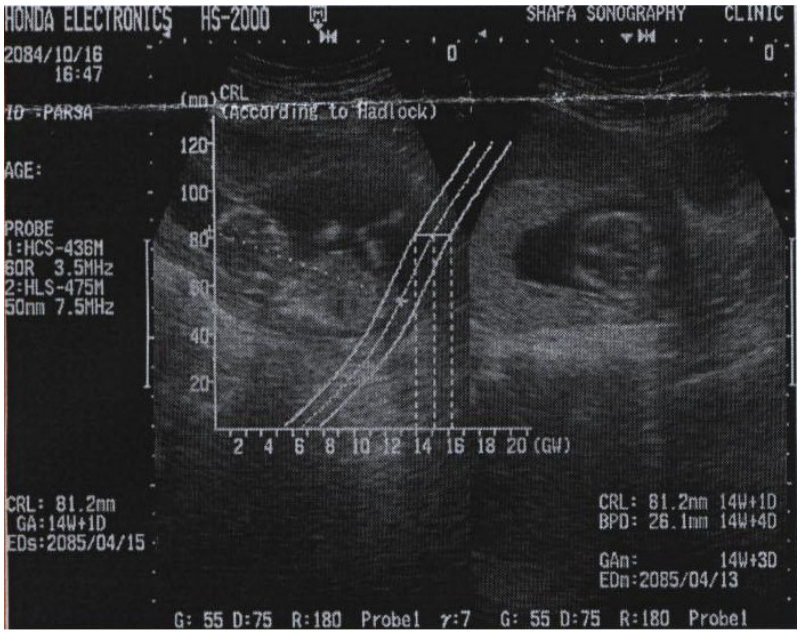
- امکان سونوگرافی در هر زمان و هر بیمارستان وجود ندارد.
- هزینه انجام آن بالاست.
- برای خواندن تصویر سونوگرافی نیاز به متخصص بوده و براساس گزارشات داده شده از طرف متخصص، پزشک معالج تصمیم گیری می کند.

---

[۱] Distress

[۲] Foetal Heart Rate

روش دیگری که به کمک آن می توان از شرایط جنین در دوران بارداری مطلع شد، ثبت فعالیت های الکتریکی قلب جنین است که به الکتروکاردیوگرام جنین(FECG)[1] معروف است. مزیت هایی که این روش بر روشهای دیگر دارد عبارتند از:

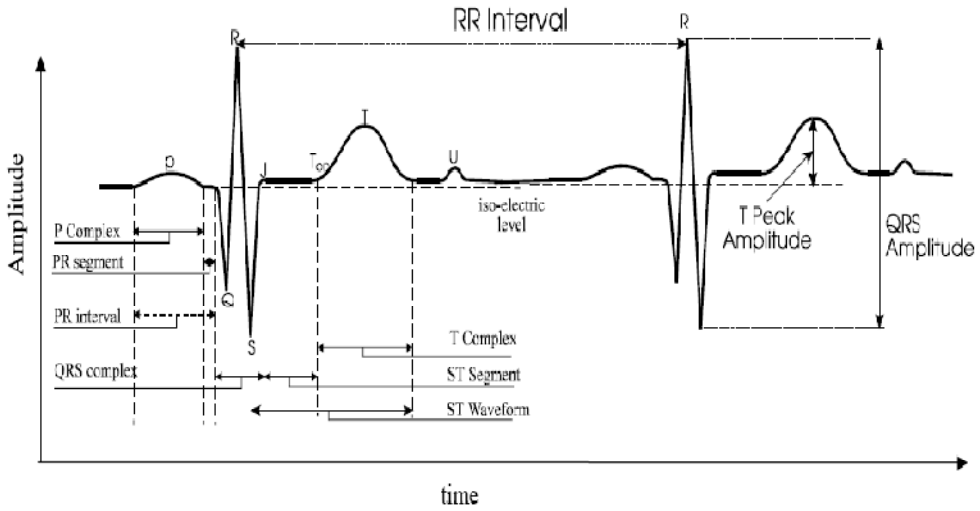


شکل ۱-۳: تصویر سونوگرافی جنین در هفته چهاردهم.

- ثبت ساده سیگنال.
- دستگاه مربوطه در اکثر کلینیک ها موجود است.
- خواندن و تفسیر سیگنال الکتروکاردیوگرام ساده تر می باشد.
- در هر زمان و هر حالت از وضعیت بیمار می توان این سیگنال را ثبت کرد.

همچنین این سیگنال بسیاری از اختلالات به وجود آمده در قلب جنین و مادر را به سادگی مشخص می کند. در[40] و [41] موضوع برتری استفاده از سیگنال الکتروکاردیوگرام(FECG) نسبت به سیگنال کاردیوتوگرام (CTG) در تشخیص بیماریهای جنین مطرح شده است که با تحلیل کامل سیگنال الکتروکاردیوگرام (FECG) می توان پریشانی جنین را قبل از آسیب جنین مشخص کرد. معمولا اکثر بیماریهای جنین قبل از مشاهده در CTG، در FECG دیده می شوند. نمونه ایده آل از سیگنال FECG در شکل۱-۴ نشان داده شده است.

[1] Fetal Electrocardiogram



شکل ۱-۴: نمونه ایده آل سیگنال الکتروکاردیوگرام [20].

۱-۳ مانیتورینگ سیگنال الکتروکاردیوگرام

فعالیت های الکتریکی قلب جنین جریان الکتریکی تولید می کنند که در بافت محیطی منتشر شده و اختلاف پتانسیلی را به وجود می آورند. اندازه اختلاف پتانسیل ایجادشده بسیار کم می باشدو براحتی با نویز مخلوط می شود. این سیگنال ها را می توان با استفاده از الکترودهای سوزنی ثبت کرد. در این روش ثبت الکترودها باید از شکم مادر عبور کرده و وارد رحم شوند تا برروی سر یا باسن جنین قرار گیرند. سیگنال ثبت شده را سیگنال نوارقلب جنین[۱] (FECG) گویند. روش بیان شده، روش مستقیم برای بدست آوردن سیگنال FECG می باشد. این روش خطراتی هم برای مادر (پارگی رحم،عفونت و خونریزی داخلی رحم) و هم برای جنین (وارد شدن فشار، عفونت و..) وجود دارد. سیگنال FECG شکل و ریتم خاصی دارد و در معاینه پزشکی برای تشخیص اولیه نارسائی قلبی از آن استفاده می کنند. بدین ترتیب که اگر در کارکرد قلب مشکلی ایجاد شود در شکل موج سیگنال FECG تغییر ایجاد می شود و از شکل موج استاندارد و قابل پیش بینی فاصله می گیرد[5]. به دلیل خطرات و مشکلات مطرح شده در روش مستقیم، امروزه روش دیگری را برای ثبت سیگنال FECG استفاده می کنند که به روش غیر مستقیم معروف است. از این روش تحت عنوان روش غیرتهاجمی[۲] نیز تعبیر می شود. در روش غیر مستقیم برای استخراج سیگنال FECG، از سیگنالی استفاده می شود که از روی شکم مادر ثبت می شود. این روش مشکلات خاص خود را دارد که در

[۱] Fetal Electrocardiogram

[۲] Non Invasive