

# «پژوهشگر کرامی»

صفحاتی را که مشاهده می فرمائید، گزیده ای محدود از یک سند پژوهشی طولانی است که شامل:



برای مشاهده فهرست دیجیتال پایان نامه ها / رساله های می توانید به آدرس ذیل مراجعه کنید:

<http://lib.uok.ac.ir:8080>

در صورت به وجود آمدن هرگونه مشکل و پرسش در زمینه دسترسی، تهیه و استفاده از منابع الکترونیکی و دیجیتال به بخش پایان نامه ها و منابع دیجیتال کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد مراجعه نموده و تماس بگیرید!

شماره تماس ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۶



دانشگاه کردستان  
دانشکده منابع طبیعی  
گروه آب و هوشناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آب و هوشناسی کاربردی

عنوان:

ارزیابی انرژی باد در نیمه جنوبی ایران

پژوهشگر:

وینا پروند

استاد راهنما:

دکتر بختیار محمدی

دی ۱۳۹۹

صلى الله عليه وسلم





دانشگاه کردستان  
دانشکده منابع طبیعی  
گروه آب و هواشناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آب و هواشناسی کاربردی

عنوان:

ارزیابی انرژی باد در نیمه جنوبی ایران

پژوهشگر:

ویدا پروند

استاد راهنما:

دکتر بختیار محمدی



دانشگاه کردستان  
دانشکده منابع طبیعی  
گروه آب و هواشناسی

بایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.) در رشته آب و هواشناسی کاربردی

عنوان:

ارزیابی انرژی باد در نیمه جنوبی ایران

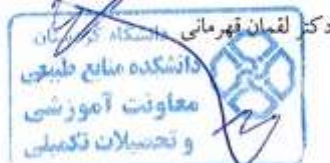
پژوهشگر:

ویدا پروند

در تاریخ ۱۳۹۹ / ۱۰ / ۱۷ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با درجه عالی به تصویب رسید.

امضاء	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	دانشیار	دکتر بختیار محمدی	۱- استاد راهنمای اول
	استادیار	دکتر محمد حسین قلی زاده	۲- استاد داور داخلی
	دانشیار	دکتر جمیل امان الهی	۳- استاد داور خارجی

مهر و امضاء معاون آموزشی تحصیلات تکمیلی



مهر و امضاء مدیر گروه

دکتر محمد حسین قلی زاده



## چکیده

انرژی باد یکی از انرژی‌های پاک و قابل‌دسترس تجدید پذیر و نو می‌باشد که از طریق گرم شدن نابرابر سطح زمین و به‌طور کلی به علت تفاوت فشار بین دو نقطه به وجود می‌آیند. امروز با افزایش جمعیت و نیاز جوامع به انرژی هر چه بیشتر و از طرفی کمبود و آلاینده‌گی سوخت‌های فسیلی موجب شده تا انرژی‌های تجدید پذیر جایگزین سوخت‌های فسیلی گردد. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی انرژی باد در نیمه جنوبی ایران جهت بررسی سرعت باد، چگالی باد، احتمال وزش، توان بادی و در نهایت تعیین دستیابی یا عدم دستیابی به پتانسیل بادی برای استقرار توربین‌های مناسب و استفاده از این انرژی لایزال می‌باشد؛ بنابراین از داده‌های روزانه سرعت و جهت باد در یک دوره آماری (بدو تأسیس ایستگاه‌های سینوپتیک تا سال ۲۰۱۰) استفاده شد. به کمک نرم‌افزار متلب میانگین دراز مدت هر یک از پایگاه داده ایستگاه‌ها محاسبه شد. بعد از تبدیل داده‌های سمت و سرعت باد به داده‌های زده‌ای به علت نبود ایستگاه‌هایی که در کل محدوده بتواند داده ثبت کند از روش میان یابی کریجینگ استفاده شد. ضمن انجام میان یابی داده‌های ایستگاهی به داده‌های یاخته‌ای تبدیل و داده‌های مداری و نصف النهاری تبدیل به داده‌های سرعت و جهت باد شد. چگالی توان باد محاسبه شد. سرانجام با استفاده از هر کدام از توربین‌های مذکور در تمام ماه‌های سال و با استفاده از نرم‌افزار سرفر نقشه باد رسم گردید. بر اساس نتایج بیشترین میانگین سالانه باد به ترتیب در شمال شرق سیستان و بلوچستان، غرب یزد و جنوب کرمان و کمترین آن در شمال خراسان جنوبی، شمال اصفهان، بخش‌هایی از فارس، چهارمحال و بختیاری و یزد مشاهده شد. ضریب تغییرپذیری در استان‌های نیمه جنوبی بین ۱۰۰ تا ۲۲۰ درصد است. بیشترین تغییرپذیری باد سالانه به ترتیب در شمال غرب اصفهان و شمال غرب خراسان جنوبی و کمترین میزان در بخش‌هایی از استان‌های سیستان و بلوچستان، یزد، کرمان، فارس و اصفهان مشاهده شد. همچنین میانگین برآورد سالانه انرژی باد بر اساس توربین‌های ۵، ۱۵ و ۲۵ متری به ترتیب ۱۰۰۰۰۰، ۹۰۰۰۰۰ و ۴۰۰۰۰۰۰ وات بر مترمربع که بیشترین توان تولید انرژی مربوط به شمال شرق استان سیستان و بلوچستان و یزد و کمترین توان تولید انرژی مربوط به کهکیلویه و بویراحمد و همچنین چهارمحال و بختیاری می‌باشد. به‌طور کلی بر اساس هر سه نوع توربین بیشترین میزان انرژی در فصل تابستان و کمترین در فصل بهار تولید می‌شود.

**کلید واژه ها:** پتانسیل، باد، ایران، توربین، کریجینگ، تجدید پذیر

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- بیان مسئله
۴	۳-۱- اهداف پژوهش
۴	۴-۱- سؤال‌های پژوهش
۴	۵-۱- فرضیات پژوهش
۵	۶-۱- جامعه و نمونه آماری مورد مطالعه
۵	۷-۱- روش و ابزار گردآوری اطلاعات
۵	۸-۱- روش پژوهش و مراحل آن
۵	۹-۱- کاربرد نتایج پژوهش
۶	فصل دوم: بررسی منابع
۷	۱-۲- مقدمه
۷	۲-۲- تحقیقات داخلی
۱۲	۳-۲- تحقیقات خارجی
۲۲	فصل سوم: داده و روش پژوهش
۲۳	۱-۳- مقدمه
۲۴	۲-۳- قلمرو منطقه مورد مطالعه
۲۵	۳-۳- داده‌ها
۲۹	۴-۳- روش‌شناسی
۳۰	۵-۳- تبدیل داده‌های برداری باد به نرده‌ای
۳۱	۶-۳- میان‌یابی
۳۲	۷-۳- تبدیل داده‌های مداری و نصف النهاری به داده‌های سرعت و جهت باد
۳۲	۸-۳- محاسبه ضریب تغییرات باد در استان‌های نیمه جنوبی
۳۳	۹-۳- چگالی توان باد
۳۳	۱۰-۳- ارزیابی توان تولید باد در نقاط مختلف استان‌ها
۳۵	فصل چهارم: تجزیه و تحلیل
۳۶	۱-۴- مقدمه
۳۶	۲-۴- تحلیل میانگین سرعت باد در نیمه جنوبی ایران
۳۶	۱-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه ژانویه

- ۳۷.....۲-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه فوریه
- ۳۷.....۳-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه مارس
- ۳۸.....۴-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه آوریل
- ۳۹.....۵-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه می
- ۴۰.....۶-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه ژوئن
- ۴۱.....۷-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه ژوئیه
- ۴۲.....۸-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه اوت
- ۴۳.....۹-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه سپتامبر
- ۴۴.....۱۰-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه اکتبر
- ۴۵.....۱۱-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه نوامبر
- ۴۶.....۱۲-۲-۴- میانگین سرعت باد در ماه دسامبر
- ۴۷.....۱۳-۲-۴- میانگین سالانه سرعت باد
- ۴۸-۳-۴- تحلیل ضریب تغییرپذیری باد در نیمه جنوبی ایران
- ۴۸.....۱-۳-۴- ضریب تغییرپذیری باد در ماه ژانویه
- ۴۹.....۲-۳-۴- ضریب تغییرپذیری باد در ماه فوریه
- ۵۰.....۳-۳-۴- ضریب تغییرپذیری باد در ماه مارس
- ۵۱.....۴-۳-۴- ضریب تغییرپذیری باد در ماه آوریل
- ۵۲.....۵-۳-۴- ضریب تغییرپذیری باد در ماه می
- ۵۳.....۶-۳-۴- ضریب تغییرپذیری باد در ماه ژوئن
- ۵۴.....۷-۳-۴- ضریب تغییرپذیری در ماه ژوئیه
- ۵۵.....۸-۳-۴- ضریب تغییرپذیری در ماه اوت
- ۵۶.....۹-۳-۴- ضریب تغییرپذیری در ماه سپتامبر
- ۵۷.....۱۰-۳-۴- ضریب تغییرپذیری در ماه اکتبر
- ۵۸.....۱۱-۳-۴- ضریب تغییرپذیری در ماه نوامبر
- ۵۹.....۱۲-۳-۴- ضریب تغییرپذیری سرعت باد در ماه دسامبر
- ۶۰.....۱۳-۳-۴- میانگین ضریب تغییر پذیری سالانه سرعت باد
- ۶۱-۴-۴- برآورد انرژی با شعاع چرخانه ۵ متری
- ۶۱-۴-۴- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه ژانویه
- ۶۲-۴-۴- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه فوریه
- ۶۳-۴-۴- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه مارس
- ۶۴-۴-۴- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه آوریل

- ۴-۴-۵- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه می .. ۶۵
- ۴-۴-۶- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه ژوئن ۶۶
- ۴-۴-۷- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه ژوئیه ۶۷
- ۴-۴-۸- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه اوت . ۶۸
- ۴-۴-۹- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه سپتامبر ۶۹ .....
- ۴-۴-۱۰- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه اکتبر ۷۰ .....
- ۴-۴-۱۱- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه نوامبر ۷۱ .....
- ۴-۴-۱۲- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه دسامبر ۷۲ .....
- ۴-۴-۱۳- میانگین سالانه برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری ..... ۷۳
- ۴-۴-۵- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری ..... ۷۴
- ۴-۵-۱- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه ژانویه ۷۴ .....
- ۴-۵-۲- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه فوریه ۷۵ .....
- ۴-۵-۳- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه مارس ۷۶ .....
- ۴-۵-۴- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه آوریل ۷۷ .....
- ۴-۵-۵- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه می ۷۸
- ۴-۵-۶- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه ژوئن ۷۹ .....
- ۴-۵-۷- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه ژوئیه ۸۰ .....
- ۴-۵-۸- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه اوت ۸۱
- ۴-۵-۹- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه سپتامبر ..... ۸۲

- ۴-۵-۱۰- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه اکتبر  
۸۳.....
- ۴-۵-۱۱- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه نوامبر  
۸۴.....
- ۴-۵-۱۲- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه  
دسامبر ..... ۸۵.....
- ۴-۵-۱۳- میانگین سالانه برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵  
متری ..... ۸۶.....
- ۴-۶-۱- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری ..... ۸۷.....
- ۴-۶-۱- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه ژانویه  
..... ۸۷.....
- ۴-۶-۲- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه فوریه  
..... ۸۸.....
- ۴-۶-۳- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه مارس  
..... ۸۹.....
- ۴-۶-۴- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه آوریل  
..... ۹۰.....
- ۴-۶-۵- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه می ۹۱  
..... ۹۱.....
- ۴-۶-۶- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه ژوئن  
..... ۹۲.....
- ۴-۶-۷- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه ژوئیه  
..... ۹۳.....
- ۴-۶-۸- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه اوت ۹۴  
..... ۹۴.....
- ۴-۶-۹- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه  
سپتامبر..... ۹۵.....
- ۴-۶-۱۰- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه اکتبر  
..... ۹۶.....
- ۴-۶-۱۱- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه نوامبر  
..... ۹۷.....
- ۴-۶-۱۲- برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه  
دسامبر ..... ۹۸.....

۴-۶-۱۳- میانگین سالانه برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری	۹۹
فصل پنجم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات	۱۰۱
۱-۵- مقدمه	۱۰۲
۲-۵- بحث	۱۰۲
۳-۵- آزمون فرضیات	۱۰۶
۴-۵- جمع‌بندی نهایی	۱۰۷
۵-۵- پیشنهادات	۱۰۸
منابع	۱۰۹



## فهرست جدول

صفحه

عنوان

جدول ۳-۱: ویژگی ایستگاه‌های مورد استفاده در پهنه استان‌های جنوبی ایران ..... ۲۵



## فهرست شکل

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱: میانگین سرعت باد در ماه ژانویه	۳۶
شکل ۴-۲: میانگین سرعت باد در ماه فوریه	۳۷
شکل ۴-۳: میانگین سرعت باد در ماه مارس	۳۸
شکل ۴-۴: میانگین سرعت باد در ماه آوریل	۳۹
شکل ۴-۵: میانگین سرعت باد در ماه می	۴۰
شکل ۴-۶: میانگین سرعت باد در ماه ژوئن	۴۱
شکل ۴-۷: میانگین سرعت باد در ماه ژوئیه	۴۲
شکل ۴-۸: میانگین سرعت باد در ماه اوت	۴۳
شکل ۴-۹: میانگین سرعت باد در ماه سپتامبر	۴۴
شکل ۴-۱۰: میانگین سرعت باد در ماه اکتبر	۴۵
شکل ۴-۱۱: میانگین سرعت باد در ماه نوامبر	۴۶
شکل ۴-۱۲: میانگین سرعت باد در ماه دسامبر	۴۷
شکل ۴-۱۳: میانگین سالانه سرعت باد	۴۸
شکل ۴-۱۴: ضریب تغییرپذیری باد در ماه ژانویه	۴۹
شکل ۴-۱۵: ضریب تغییرپذیری باد در ماه فوریه	۵۰
شکل ۴-۱۶: ضریب تغییرپذیری باد در ماه مارس	۵۱
شکل ۴-۱۷: ضریب تغییرپذیری باد در ماه آوریل	۵۲
شکل ۴-۱۸: ضریب تغییرپذیری باد در ماه می	۵۳
شکل ۴-۱۹: ضریب تغییرپذیری باد در ماه ژوئن	۵۴
شکل ۴-۲۰: ضریب تغییرپذیری باد در ماه ژوئیه	۵۵
شکل ۴-۲۱: ضریب تغییرپذیری باد در ماه اوت	۵۶
شکل ۴-۲۲: ضریب تغییرپذیری باد در ماه سپتامبر	۵۷
شکل ۴-۲۳: ضریب تغییرپذیری باد در ماه اکتبر	۵۸
شکل ۴-۲۴: ضریب تغییرپذیری باد در ماه نوامبر	۵۹
شکل ۴-۲۵: ضریب تغییرپذیری باد در ماه دسامبر	۶۰
شکل ۴-۲۶: میانگین ضریب تغییرپذیری سالانه سرعت باد	۶۱
شکل ۴-۲۷: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه ژانویه	۶۲

- شکل ۴-۲۸: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه فوریه ۶۳
- شکل ۴-۲۹: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه مارس ۶۴
- شکل ۴-۳۰: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه آوریل ۶۵
- شکل ۴-۳۱: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه می ... ۶۶
- شکل ۴-۳۲: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه ژوئن . ۶۷
- شکل ۴-۳۳: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه ژوئیه ۶۸
- شکل ۴-۳۴: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه اوت .. ۶۹
- شکل ۴-۳۵: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه سپتامبر  
۷۰ .....
- شکل ۴-۳۶: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه اکتبر ۷۱
- شکل ۴-۳۷: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه نوامبر ۷۲
- شکل ۴-۳۸: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری در ماه دسامبر  
۷۳ .....
- شکل ۴-۳۹: میانگین سالانه برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۵ متری  
۷۴ .....
- شکل ۴-۴۰: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه ژانویه  
۷۵ .....
- شکل ۴-۴۱: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه فوریه ۷۶
- شکل ۴-۴۲: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه مارس  
۷۷ .....
- شکل ۴-۴۳: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه آوریل  
۷۸ .....
- شکل ۴-۴۴: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه می . ۷۹
- شکل ۴-۴۵: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه ژوئن ۸۰
- شکل ۴-۴۶: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه ژوئیه ۸۱
- شکل ۴-۴۷: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه اوت ۸۲
- شکل ۴-۴۸: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه  
سپتامبر ..... ۸۳
- شکل ۴-۴۹: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه اکتبر  
۸۴ .....

شکل ۴-۵۰: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه نوامبر	۸۵
شکل ۴-۵۱: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری در ماه دسامبر	۸۶
شکل ۴-۵۲: میانگین سالانه برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۱۵ متری	۸۷
شکل ۴-۵۳: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه ژانویه	۸۸
شکل ۴-۵۴: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه فوریه	۸۹
شکل ۴-۵۵: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه مارس	۹۰
شکل ۴-۵۶: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه آوریل	۹۱
شکل ۴-۵۷: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه می	۹۲
شکل ۴-۵۸: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه ژوئن	۹۳
شکل ۴-۵۹: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه ژوئیه	۹۴
شکل ۴-۶۰: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه اوت	۹۵
شکل ۴-۶۱: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه سپتامبر	۹۶
شکل ۴-۶۲: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه اکتبر	۹۷
شکل ۴-۶۳: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه نوامبر	۹۸
شکل ۴-۶۴: برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری در ماه دسامبر	۹۹
شکل ۴-۶۵: میانگین سالانه برآورد انرژی باد بر اساس توربین‌هایی با شعاع چرخانه ۲۵ متری	۱۰۰





فصل اول:  
مقدمه و کلیات

رشد روزافزون جمعیت، دگرگون شدن شیوه زندگی انسان هم‌قدم با پیشرفت تکنولوژی و در نتیجه افزایش مصرف‌گرایی جوامع منجر به مصرف بیش‌ازحد انرژی شده است. تاکنون سوخت‌های فسیلی به‌عنوان مهم‌ترین و اصلی‌ترین منبع انرژی در سطح دنیا مورد استفاده جوامع بوده است. اکنون به علت اثرات منفی مصرف سوخت‌های فسیلی در دنیا و از طرف دیگر کمبود این منابع، تأثیر مثبت انرژی‌های پایان‌ناپذیر و جایگزین کردن این انرژی‌ها که موجب آلودگی محیط‌زیست هم نخواهند شد نقش بسیار قابل‌توجهی در زنجیره انرژی‌های کشورهای جهان یافته است، چرا که کشورها را به سمت توسعه پایدار سوق می‌دهد. ثبات، سهولت بهره‌برداری و قابلیت دستیابی و گستردگی این منابع تجدید پذیر در تمام دنیا، موجب جاذبه و اهمیت این منابع در بین کشورهای درحال توسعه شده است؛ بنابراین در سیاست‌های ملی و بین‌المللی و برنامه‌های توسعه‌ای کشورهای انرژی‌های پایان‌ناپذیر مورد اهمیت قرار گرفته است (آذری و همکاران، ۱۳۹۵). انرژی‌های نو مزایا و منافع زیادی دارند، به‌عنوان مهم‌ترین مزیت می‌توان به عدم آلودگی و یا آلاینده‌گی بسیار کم آن اشاره کرد، بنابراین تأثیرات زیست‌محیطی بسیار کمی را در پی خواهند داشت. یکی دیگر از این مزایا ثبات و پایداری اقتصادی و اجتماعی توسعه آن است، زیرا این منابع هیچ‌گاه تمام نمی‌شوند و مانند سوخت‌های فسیلی برای تأمین انرژی محدود نیستند. از دیگر مزایای قابل‌توجه آن پایین بودن هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی است. علاوه بر این امکان تولید برق از انرژی‌های پایان‌ناپذیر، شرایط توسعه و پیشرفت را برای مناطق روستایی و دورافتاده به وجود آورده است. همچنین با تحکیم ساختار اقتصادی و اجتماعی این مناطق از طریق به‌کارگیری این منابع انرژی، مانع از مهاجرت روستاییان به شهرها می‌شود. یکی از مهم‌ترین انرژی‌ها در بین انرژی‌های پایان‌ناپذیر، انرژی باد است. اکنون باد به‌عنوان منبع انرژی در حال رشد در سطح جهانی اهمیت ویژه‌ای دارد. بعلاوه از مهم‌ترین منابع تأمین انرژی پاک و بدون آلاینده‌گی است که سبب تولید برق می‌شود. در مقایسه با دیگر منابع انرژی پایان‌ناپذیر، انرژی بادی دارای ویژگی‌های خاصی است که مهم‌ترین آنها عبارتند از :

پایان‌ناپذیر بودن تولید انرژی و تداوم آن، بی‌نیاز بودن توربین‌های بادی از سوخت‌های فسیلی، پاسخگوی قسمتی از انرژی مورد نیاز جامعه، کاربر نبودن و نیاز به نیروی انسانی محدود، رایگان بودن، کارایی اقتصادی بالا در درازمدت، ایجاد تنوع در بین منابع انرژی و جهت نصب توربین‌های بادی به زمین زیاد نیازی نیست (پروین، ۱۳۸۹). باد به‌عنوان جلوه‌ای از انرژی‌های تجدید پذیر، در مقایسه با سوخت‌های فسیلی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این منبع انرژی با ارزش همچون سایر منابع انرژی پایان‌ناپذیر قابل‌دسترس و گسترده و از طرف دیگر به شکل غیرمتمرکز و پراکنده می‌باشد. به سبب اینکه توربین‌های بادی موجب آلودگی جو محیط‌زیست و تولید گازهای گلخانه‌ای نمی‌شوند، بهره‌گیری از فن‌آوری انرژی باد به‌منظور

تولید برق با استفاده از توربین‌های بادی از نظر بسیاری از کشورها اهمیت ویژه‌ای دارد. با این وجود شرط لازم برای استفاده هر چه بیشتر از این انرژی، انتخاب مکان مناسب جهت نصب توربین‌های بادی می‌باشد (Elmagri et al., 2013). استفاده از انرژی باد در ایران به دلیل دارا بودن شرایط خاص جغرافیایی و آب و هوایی فراهم و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد. علاوه بر این ایران جهت نصب و به کار انداختن توربین‌های بادی از پتانسیل و قابلیت‌های بسیار مناسبی برخوردار است. نخستین گام برای کنترل و دستیابی به انرژی‌های نهفته در کشور، شناسایی و تعیین میزان پتانسیل انرژی باد می‌باشد. به همین منظور این پژوهش در خصوص شناخت نواحی بادخیز و ارزیابی میزان انرژی باد در نیمه جنوبی ایران انجام خواهد شد.

## ۱-۲- بیان مسئله

کاهش ذخایر سوخت‌های فسیلی به دلیل اینکه در گذشته جامعه جهانی از این منابع (گاز، نفت و زغال سنگ) بیش از حد استفاده کرده‌اند و از طرف دیگر به علت مشکلات خاصی که این منابع در زمینه آلودگی محیطی و جو دارند و همچنین به سبب کاهش ذخیره‌های انرژی فسیلی بسیاری از کشورها در پی یافتن راهی برای جایگزین کردن منابع انرژی پایان‌ناپذیر و پاک هستند. انرژی باد یکی از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر است که از طریق گرم شدن نابرابر سطح زمین به وجود می‌آید. قابلیت تجدیدپذیری باد سبب شده تا در بیشتر نقاط کره زمین شرایط تولید و بهره‌برداری از این منبع میسر باشد. به همین دلیل مطالعات گوناگونی از دیدگاه‌های مختلف مبنی بر شناسایی پتانسیل‌ها، بهره‌برداری و کنترل انرژی بادی در کشورهای مختلف جهان انجام شده است. از دیگر سوی، اشتعال سوخت‌های فسیلی با آزاد کردن گاز دی‌اکسید کربن به محیط‌زیست صدمات بسیاری (گرمایش زمین، آلاینده‌گی جو، تولید گازهای گلخانه‌ای و باران اسیدی) وارد می‌کند، همین امر سبب شده تا استفاده از این منابع انرژی در کشورهای صنعتی محدود گردد. شدت این صدمات به حیات کره زمین در حدی است که حتی با استفاده از فن‌آوری‌های مدرن امروزه نمی‌توان اثرات زیان‌بار آن را از بین برد. در نتیجه زندگی ساکنین زمین و ادامه حیات آنها را با خطر جدی روبرو خواهد کرد.

سیاست‌گذاری ایران در خصوص منابع انرژی بر سه بخش تقسیم شده است. در بخش اول علی‌رغم اینکه ایران از لحاظ دارا بودن منابع انرژی فسیلی بسیار غنی می‌باشد، اما در جهت دستیابی به توسعه باید از انرژی‌های پایان‌ناپذیر و پاک در کنار دیگر منابع به خصوص منابع فسیلی استفاده گردد. جلوگیری از پایان یافتن این منابع با به‌کارگیری صرفه‌جویی در مصرف انرژی دومین بخش از این سیاست‌گذاری می‌باشد. در بخش سوم نیز در اولویت قرار دادن استفاده از انرژی‌های پایان‌ناپذیر به‌منظور جلوگیری از افزایش مشکلات زیست‌محیطی مورد

تأکید می‌باشد. کشور ایران از نظر دارا بودن منابع متنوع و گسترده انرژی، داشتن پتانسیل بسیار انرژی‌های تجدید پذیر همچون انرژی خورشیدی، باد و انرژی ژئوترمال (زمین‌گرمایی) به‌عنوان یکی از ثروتمندترین کشورهای جهان شناخته شده است. توپوگرافی پیچیده و آب و هوای گوناگون آن در پتانسیل انرژی‌های پایان‌ناپذیر به‌خصوص انرژی باد نقش اساسی دارد. روشن است که در صورتیکه آستانه‌های سرعت و مقاومت باد وجود داشته باشد، از انرژی حاصل از نیروی لایزال باد می‌توان استفاده کرد. یکی از مهم‌ترین پایه‌های بنیادین توسعه و رشد کشورها در آینده انرژی‌های نو پایان‌ناپذیر خواهند بود، بنابراین پتانسیل سنجی و ارزیابی منابع انرژی‌های نوین نخستین قدم در جهت بهره‌گیری از این انرژی‌ها است. به‌طور کلی بحران کمبود انرژی برای نسل‌های آینده و اثرات جبران‌ناپذیر استفاده از سوخت‌های فسیلی بر روند تغییر اقلیم و نقش آلودگی آنها بر حیات کره زمین سبب انجام تحقیقات و بررسی‌های مختلف در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر شده است. در این پژوهش انرژی باد در ایستگاه‌های همدید نیمه جنوبی ایران ارزیابی خواهد شد. در واقع بر اساس این پژوهش پتانسیل استفاده از انرژی باد در نیمه جنوبی ایران آشکار خواهد شد. نتایج این پژوهش و تحقیقات مشابه می‌تواند راهنمای مناسبی برای مدیران و برنامه ریزان در زمینه تأمین انرژی کشور باشد.

### ۱-۳- اهداف پژوهش

هدف اصلی این پژوهش پتانسیل سنجی انرژی باد در نیمه جنوبی ایران جهت بررسی سرعت باد، چگالی باد، احتمال وزش و موجودیت باد، توان بادی و در نهایت تعیین دستیابی یا عدم دستیابی به پتانسیل بادی در این مناطق در راستای برنامه‌ریزی‌های کاربردی برای سرمایه‌گذاری و مطالعه بیشتر در خصوص استقرار و نوع مناسب توربین‌های بادی و بهره‌برداری از انرژی لایزال باد به‌عنوان یک منبع تجدید پذیر می‌باشد.

### ۱-۴- سؤال‌های پژوهش

چه بخشی (هایی) از منطقه مورد مطالعه برای تولید انرژی باد شرایط مناسب‌تری دارد؟

### ۱-۵- فرضیات پژوهش

مناطق مرتفع در منطقه مورد مطالعه از توان تولید انرژی باد بیشتری برخوردارند.

خراسان جنوبی، شمال اصفهان، بخش‌هایی از استان فارس، چهارمحال و بختیاری و کرمان مشاهده شد. از طرف دیگر، نتایج بررسی ضریب تغییرپذیری در ماه‌های مختلف سال در نیمه جنوبی ایران نشان داد که بیشترین ضریب تغییرپذیری مربوط به ماه دسامبر و کمترین ضریب تغییرپذیری به میزان ثابت مربوط به ماه‌های می، ژوئن، ژوئیه و اوت می‌باشد. برآورد انرژی باد بر اساس هر سه نوع توربین نشان داد که بیشترین میزان انرژی به ترتیب در فصل بهار تولید شده و کمترین انرژی نیز در فصل پاییز تولید می‌شود.

## ۵-۵- پیشنهادات

- ۱- تأثیر تغییر اقلیم بر میزان تولید انرژی باد بررسی شود.
- ۲- پیشنهاد می‌شود که در خصوص استقرار توربین‌های بادی و بهره‌برداری از انرژی تجدیدپذیر باد مطالعه و سرمایه‌گذاری بیشتری انجام شود.



## منابع

- ابراهیمی، س. مهدی پور، ر. بختیاری، ع. ۱۳۹۱. «پتانسیل سنجی ایجاد نیروگاه بادی در منطقه تفرش»، مجموعه مقالات دومین همایش ملی انرژی باد و خورشید.
- امیدوار، ک. طرزجانی، م. د. ۱۳۹۱. «پتانسیل سنجی و برآورد مشخصه‌های نیروی باد برای تولید انرژی در ایستگاه‌های همدیدی استان یزد»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۲۷(۲): ۴۲-۵۵.
- انتظاری، ع. ر. امیر احمدی، ا. عرفانی، ع. برزویی، ا. ۱۳۹۱. «ارزیابی پتانسیل انرژی باد و امکان‌سنجی احداث نیروگاه بادی در سبزواری»، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۳(۹): ۳۳-۴۶.
- آذری، آ. زارعی، ز. و حاجی بابایی، ز. ۱۳۹۵. توان سنجی باد برای توسعه‌ی پایدار انرژی در استان همدان، جغرافیا و پایداری محیط. ۱۹: ۱۱۶-۹۹.
- بایزیدی، م. قلی زاده، ب. و عباسی، م. ا. ۱۳۹۶. بررسی پتانسیل انرژی باد جهت احداث نیروگاه برق بادی در استان کردستان با استفاده از توزیع ویبول، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. ۱(۴): ۱۲۶-۱۱۵.
- بیگلری، م.، اله عصاره، ا. ندائی، م.؛ و پول تنگری، ا. ۱۳۹۲. امکان‌سنجی و ارزیابی اقتصادی انرژی باد در شمال استان خوزستان، مطالعه موردی شهر شوشتر، نشریه انرژی ایران. ۱۱۷(۱): ۱۱۰-۹۱.
- پروین، ن. ۱۳۸۹. بررسی انرژی‌های نو در ایران با تأکید بر ارزیابی پتانسیل انرژی باد در استان قم، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام.
- جهانبخش، س. رضایی بنفشه، م. دین پژوه، ی.؛ و اسمعیل پور، م. ۱۳۹۳. امکان‌سنجی استفاده از انرژی باد در استان‌های اردبیل و زنجان، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۴۶(۳): ۲۷۴-۲۶۱.
- رفعتی، س. دلیری، ا. س. کریمی، م. ۱۳۹۸. «ارزیابی اقتصادی انرژی باد و کارایی توربین‌های بادی در استان کرمانشاه با ملاحظات اقلیمی»، برنامه ریزی و آمایش فضا. ۲۳(۲): ۱۹۵-۲۱۶.
- روشن، غ. ر.، قانقرمه، ع. ع.؛ و شاهکویی، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی پتانسیل تولید انرژی بادی در ایستگاه‌های منتخب ایران، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای. ۴(۱۴): ۳۰-۱۳.
- زاهدی، م. صلاحی، ب. جمیل، م. ۱۳۸۴. «محاسبه چگای و توان باد به‌منظور استفاده از انرژی آن در اردبیل»، پژوهش‌های جغرافیایی. ۵۳: ۴۱-۵۵.

زینالی، ب؛ و عظیمی، ع. ۱۳۹۵. امکان‌سنجی پتانسیل انرژی باد در شمال غرب ایران با استفاده از الگوریتم فازی، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای. ۶(۲۴): ۷۳-۸۸.

سعیدی، د. نعمت‌اللهی، ا. عالم‌رجبی، ع. ۱۳۹۰. «بررسی پتانسیل انرژی باد در استان خراسان شمالی در ایران»، نشریه علمی- پژوهشی مدیریت انرژی. ۱: ۴۹-۵۶.

سلیمانی، ح. فرج‌زاده اصل، م؛ و کرمی، ج. ۱۳۹۳. ارزیابی تناسب جهت استقرار مزارع باد با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره GIS، (مطالعه موردی: آذربایجان شرقی)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۲۵: ۴۲-۲۱.

صلاحی، ب. ۱۳۸۳. «پتانسیل سنجی انرژی باد و برازش احتمالات واقعی وقوع باد با استفاده از تابع توزیع چگالی احتمال ویبول در ایستگاه‌های سینوپتیک استان اردبیل»، تحقیقات جغرافیایی. ۱۹(۱): ۸۷-۱۰۴.

صلاحی، ب.، بهروزی، م. ابراهیمی، م؛ و جمس، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی پتانسیل انرژی باد و امکان‌سنجی استفاده از آن در ایستگاه همدید فارس، دو فصلنامه آب و هواشناسی کاربردی. ۱۶(۱): ۱-۱۶.

عزتیان و؛ و بهیار، م. ب. ۱۳۸۲. «برآورد انرژی بالقوه باد در پهنه‌های اقلیمی مختلف ایران جهت طراحی و به‌کارگیری منابع پاک انرژی، چهارمین همایش ملی انرژی»، تهران. فلاح‌قاله‌ری، غ. ع؛ و رستمیان، م. ۱۳۹۵. پتانسیل سنجی انرژی باد در ایستگاه‌های منتخب استان چهارمحال و بختیاری، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۳۱(۲): ۱۸۱-۱۶۸.

کاویانی، م. ر. ۱۳۸۴. «توربین‌های بادی و ارزیابی پتانسیل انرژی باد در ایران»، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی. ۳۶: ۱۴۴-۱۲۷.

گندمکار، ا. ۱۳۸۸. «ارزیابی انرژی پتانسیل باد در کشور ایران»، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۲۰(۴): ۸۵-۱۰۰.

مجرد، ف؛ و همتی، ش. ۱۳۹۲. ارزیابی قابیلت‌های انرژی باد در استان کرمانشاه و کردستان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳(۲۹): ۱۵۷-۱۳۷.

محمدی، ب؛ و محمودی، ه. ۱۳۹۵. امکان‌سنجی استفاده از انرژی باد در استان ایلام، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۱، شماره پیاپی ۱۲۱، صفحات ۱۶۷-۱۵۵.

محمدی حمیدی، س. سبحانی، ن. ۱۳۹۷. «توسعه پایدار در منطقه خاورمیانه با تأکید بر کشور ایران»، مجله آمایش جغرافیایی فضا. ۸(۲۸): ۱۱۴-۹۹.

محمودی، م؛ و پور موسی، م. ۱۳۸۹. پتانسیل سنجی انرژی باد و نقش بنیادین آن در تهویه مطبوع و زدودن رطوبت، نمونه موردی شهرستان رشت (منطقه گل‌سار)، آرمانشهر. ۴: ۱۴۷-۱۵۶.

نوراللهی، ی. اشرف، م. ع. زمانی، م. ۱۳۹۰. «پتانسیل سنجی انرژی باد برق منطقه‌ای باختر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)»، نشریه انرژی ایران. ۴(۱): ۶۵-۵۵.

- A.K. Azad, M. G.Rasul, M. M. Alam, S. M. Ameer uddin, S. K. Mondal. (2014). Analysis of wind energy conversion system using weibull. distribution, *Procedia engineering*. 90: 725-732.
- Ahmed, A. Bello, A. A. Habou, D. (2013). An evaluation of wind energy potential in the northern and southern regions of Nigeria on the basis of Weibull and Rayleigh models, *American journal of energy engineering*, 2013; 1(3): 37-42.
- Ahmeda, S. A. mahammeda, H. O. 2012. A statistical analysis of wind power density based on the Weibull and Ralyeigh models of “ Penjwen region” Sulaimani/ Iraq, *Journal of mechanical and industrial engineering*. 6(2): 135-140.
- Alamdari, P. Nematollahi, O. Mirhosseini, M. 2012. Assessment of wind energy in Iran: a review, *Renewable and sustainable energy reviews*. 16: 836-860.
- Alayat, M. M. Kassem, Y. Camur, H. 2018. Assessment of wind energy potential as a power generation source: a case study of eight selected location in Northern Cyprus, *Energies*, MDPI, Open access journal, 11(10): 1-22.
- Ali, S. Lee, S. M. Jang, C. M. (2017). Techno-Economic assessment of wind energy potential at three locations in south Korea using long-term measured wind data, *Energief* 2017.
- Allen, M. R., Fernandez, S. J., Fu, J. S., & Olama, M. M. (2016). Impacts of climate change on sub-regional electricity demand and distribution in the southern United States. *Nature Energy*. 1(8): 16103.
- Argungu, G. M. Bala, E. J. Musa, M. Momoh, M. Dabai, K. A. Zangina, U. Maiyama, B. A. (2013). Statistical analysis o wind energy resource potentials for power generation in Jos, Nigeria, based on Weibull distribution function, *The international journal of engineering and science*, volume 2, issue 5, pp 22-31.
- Ataei, A. Choi, J-K. Nedaei, M. (2015). Evaluating the potential of wind power in order to electrify a remote village in South East of Iran, *American journal of renewable and sustainable energy*. 1(2): 58-65.
- Azad, A.K., Rasul, M. G., Khan, M.M.K., Ahasan, T. Ahmed, S.F. 2014. Energy scenario: production, Consumption and prospect of renewable energy in Australia. *Journal of power and energy engineering*. 2: 19-25.
- Babayani, B. Khaleghi, M. Tashakor, S. Hashemi-Tilehnoee, M. (2016). Evaluating wind energy potential in Gorgan-Iran using two methods of Wiebull distribution function. *Int. Juornal of renewable energy development*. 5 (1): 43-48.
- Bagiorgas, H. S. Mihalakakou, G. Rehman, S. Al-Hadhrami. L, M. (2012). Wind power potential assessment for seven buoys data collection stations in Aegean Sea using Weibull distribution function, *Journal of renewable and sustainable energy* 4, 013119.
- Belu, R. &Koracin, D. 2009. wind characteristics and wind energy potential in Western Nevada, *Renewable energy*. 34: 2246-2251.

- Dahbi, M. Sellam, M. Benatallah. (2015). Evaluation of wind energy potential in Tindouf, south west Algeria, *Journal of energy technologies and policy*. 5(12): 2224-3232.
- Elamouria, M. Ben Amar, F. 2008. Wind energy potential in Tunisia. *Energy assessment of the first wind farm section of Sidi Daoud, Tunisia: Renewable energy*. 33: 758-768.
- Elmagri, A. Giri, F. Elfadili, A. and Dugard, L. (2013). Adaptive Nonlinear Control of Wind Energy Conversion System with PMS Generator.
- Elliott, D.L. Schwartz, M.N. 1993. "Wind energy potential in the United States", PNL-SA-23109. Pacific northwest laboratory, Richland.
- Fagbenle, R. L. Ajayi, O. O. Katende, J. Okeniyi, J. 2011. Assessment of wind energy potential of two sites in North-East, Nigeria, *Renewable energy* 36: 1277-1283.
- Fatigun, A. B. Akoshile, C. O. Ajibola, T. B. Salau, R. O. Faweya, E. B. Aduloju, K. A. Oyedele, E. A. 2017. Evaluation of wind energy potential of Ikeja, Southwest, Nigeria using Two-Parameter Weibull Distribution function, *IOSR journal of engineering*. 7(9): 11-22.
- Fazelpour, F. Soltani. N. Rosen, M. A. (2015). Wind resource assessment and wind power potential for the city of Ardabil, Iran, *Int j energy environ eng*. 6: 431-438.
- Fyrrippis, I. Axaopoulos, P. J. Gregoris, P. 2008. Assessment of wind potential and energy production in Naxos Island, Greece, *Wseas transactions on power systems*. 8(3): 567-576.
- Golra, R. Pallikonda, M. K. Walunj, G. 2020. Use of Rayleigh distribution method for assessment of wind energy output in Cleveland-Ohio. *Renewable energy research and applications (RERA)*, Vol 1, No 1, pp 11-18.
- Hamouda YU. 2012. Wind energy in Egypt, economic feasibility for Cairo. *Renewable and sustainable energy reviews*, volume 16, issue 5, pp 3312-3319.
- Hulio, Z. H. Jiang, W. Rehman, S. (2019). Techno – Economic assessment of wind power potential of Hawkes Bay using Weibull parameter: A review. *Energy strategy reviews* 26 (2019) 100375: 1-13.
- Irwanto, M., Gomesh, N., Mamat, M.R., Yusoff, Y.M. (2014): Assessment of wind power generation potential in Perlis Malaysia. *Renewable and sustainable energy reviews*. 38: 296-308.
- Jamdade, P. G. Jamdade, S.H. G. (2015). Evaluation of wind energy potential for four sites in Ireland using the Weibull Distribution Model, *Journal of power technologies*. 95 (1) (2015): 48-53.
- Kaoga, D. K. Djongyang, N. Doka, S. Y. Raidandi, D. (2014). Assessment of wind energy potential for small scale water pumping systems in the north region of Cameroon, *International journal of basic and applied sciences*, 3 (1): 38-46.
- Kidmo, D. K. Danwe, R. Doka, S. Y. Djongyang, N. (2015). Statistical analysis of wind speed distribution based on six Weibull methods for wind power evaluation in Garoua, Cameroon, *Revue des énergies renouvelables voluim*. 18(1): 105-125.
- Kiss, P. Janosi, I. M. 2008. Comprehensive empirical analysis of ERA-40 wind speed distribution over Europe. *Energy conversion and management*. 49(8): 2142-2151.

- Li, M. Li, X. 2004. On the probabilistic distribution of wind speeds: theoretical development and comparison with data. *International journal of Exergy*. 1: 237-255.
- Lu, X., McElroy, M. B., & Kiviluoma, J. (2009). Global potential for wind-generated electricity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106(27): 10933-10938.
- MacDonald, A. E., Clack, C. T., Alexander, A., Dunbar, A., Wilczak, J., & Xie, Y. (2016). Future cost-competitive electricity systems and their impact on US CO<sub>2</sub> emissions. *Nature Climate Change*, 6(5): 526.
- Mirhosseini, M., Sharifi, F., Sedaghat, A. 2011. Assessing the wind energy potential locations in province of Semnan in Iran, *Renewable and sustainable energy reviews*. 15(1): 449-459.
- Mustapha, M. Mustafa, M. W. (2017). Wind energy potential at Kano airport Via Weibull parameters, *Arpn journal of engineering and applied sciences*. 12(2): 6459- 6465.
- Nagababu, G. Bavishi, D. Singh Kachhwaha, S. Savsani, V. (2015). Evaluation of wind resource in selected locations in Gujarat. *Energy procedia*. 79: 212-219.
- Nedaei, Mojtaba. 2012. Wind Resource Assessment in Abadan airport in Iran, *Journal of renewable energy development*. 1 (3): 87 – 97.
- Odo, F.C. Offiah, S. U. Ugwuoke, P. E. 2012. Weibull distribution-based model for prediction of wind potential in Enugu, Nigeria, *Advances in applied science research*. 3(2): 1202-1208.
- Onea, F. Deleanu, L. Rusa, L. Georgescu, C. (2016). Evaluation of the wind energy potential along the Mediterranean Sea coasts. *Energy exploration exploitation*. 34(5): 766-792.
- Ould Bilal, B. Ndongo, M. Kebe, C. M. F. Sambou, V. Ndiaye, P. A. (2013). Feasibility study of wind energy potential for electricity generation in the northwestern coast of Senegal, *Energy procedia* 36 (2013): 1119-1129.
- Pishgar-Komleh S.H. Keyhani, A. Sefeedpari, p. (2015). *Renewable energy*. 42: 313-322.
- Rehman, S. Halawani, T. O. Mohandes, M. 2003. Wind power cost assessment at twenty locations in the Kingdom of Saudi Arabia. *Renewable energy*. 28: 573-583.
- Schroder, E. 2010. Turning offshore wind on, *California law review*. 98(5):1631-1667.
- Seguro, J.V. Lambert, T.W. 2000. Modern estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for wind energy analysis. *Journal of wind engineering and industrial aerodynamics*. 85(1): 75-84.
- Soulouknga, M. H. Oyedepo, S. O. Doka, S. Y. Kofane, T. C. 2017. Assessment of wind energy potential in the Sudanese zone in Chad, *Energy and power engineering*. 9: 386-402.
- Suwarno. Hwai, L. J. Zambak, M. F. Nisja, I. Rohana. (2017). Assessment of wind energy potential using Weibull distribution function as wind power plant in Medan, north Sumatra. *International journal of simulation systems*. 17(41): 1-5
- Udoakah, Y. N. Ikafia, U. S. 2017. Potentia in coastal and non-coastal sites in Akwa Ibom state, *Nigerian journal of technology (NIJOTECH)*. 36(3): 923-929.
- Weisser, D. 2003. A wind energy analysis of grenada: an estimation using the Weibull density function, *Renewable energy*, 28 (11), pp 1803-1812.

- Youm. J, Sarr. M, Sall. A, Ndiaye. M. M, Kane. 2005. Analysis of wind data and wind energy potential along the northern coast of Senegal, Rev. energ. Ren. 8: 95-108.
- Zhou Wei. Yang, Hongxing. Fang, Zhaohong. 2005. Wind power potential and characteristic analysis of the Pearl River Delta region, China. Renewable energy. 31: 55-65.



## **Abstract**

Wind energy is one of the clean and available renewable and new energies that are created by unequal warming of the earth's surface and generally due to the pressure difference between the two points. Today, with the increase of population and the need of communities for more and more energy, and on the other hand, the shortage and pollution of fossil fuels have caused energy renewable to replace fossil fuels. The purpose of this study was to evaluate wind energy in the southern half of Iran to investigate wind speed, wind density, wind probability, wind power and finally to determine whether or not to achieve wind potential for the establishment of appropriate turbines and use of this energy. Therefore, daily wind speed and direction data were used in a statistical period (from the establishment of synoptic stations 2010). Using MATLAB software, the long-term average of each station database was calculated. After converting the direction and wind speed data to fence data due to the lack of stations that can record data in the whole range, the Kriging interpolation method was used. While intercepting station data and orbital and meridional data were converted to wind and direction data. Wind power density was calculated. Finally, using each of the mentioned turbines in all months of the year and using Surfer software, a wind map was drawn. According to the results, the highest annual average wind was observed in northeastern Sistan and Baluchestan, western Yazd and southern Kerman, and the lowest in northern Khorasan, northern Isfahan, and parts of Fars, Chaharmahal and Bakhtiari and Yazd respectively. The coefficient of variability in the southern provinces is between 100 and 220 percent. The highest annual wind variability was observed in northwestern Isfahan and northwestern South Khorasan, respectively, and the lowest in parts of Sistan and Baluchestan, Yazd, Kerman, Fars and Isfahan provinces. Also, the average annual estimate of wind energy based on 5, 15 and 25 meter turbines is 100000, 900000 and 4000000 watts per square meter respectively with the highest energy production capacity in the northeast of Sistan and Baluchestan and Yazd and the lowest energy production capacity in Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad as well as Chaharmahal and Bakhtiari. In general, based on all three types of turbines, the highest amount of energy is produced in summer and the lowest in spring.

**Keywords:** potential, wind, Iran, turbine, Kriging, renewable, southern



University of Kurdistan  
Faculty of Natural Resources  
Department of Climatology

A Thesis Submitted to the Postgraduate Studies Office in  
Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of M.Sc.  
in Applied Climatology

Title:  
**Evaluation of wind energy in Southern half of the  
Iran**

By:  
**Vida Parvand**

The above thesis was evaluated and approved by the following members of the  
thesis committee with **Excellent** Quality on January 6, 2021.

<u>Position</u>	<u>Title and Name</u>	<u>Signature</u>
1. Supervisor	Assoc. Prof. Bakhtiyar Mohammadi	
2. Internal Examiner	Asst. Prof. Mohammad Hossein Gholizadeh	
3. External Examiner	Assoc. Prof. Jamil Amanollahi	
Head of Department Dr. Mohammad Hossein Gholizadeh	Faculty Graduate Coordinator Dr. Loghman Gholghramani	

  
  
دانشگاه کردستان  
گروه آب و هواشناسی  
۱۳۸۸

  
دانشگاه منابع طبیعی  
معاونت آموزشی  
و تحصیلات تکمیلی



**University of Kurdistan  
Faculty of Natural Resources  
Department of Climatology**

**A Thesis  
Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of  
the Requirements for the Degree of M.Sc. in Applied Climatology**

**Title:  
Evaluation of wind energy in Southern half of the Iran**

**By:  
Vida Parvand**

**Supervisors:  
Dr. Bakhtiyar Mohammadi**

**January, 2020**



**University of Kurdistan  
Faculty of Natural Resources  
Department of Climatology**

**A Thesis  
Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the  
Requirements for the Degree of M.Sc. in Applied Climatology**

**Title:  
Evaluation of wind energy in Southern half of the Iran**

**By:  
Vida Parvand**

**Supervisors:  
Dr. Bakhtiyar Mohammadi**

**January, 2021**