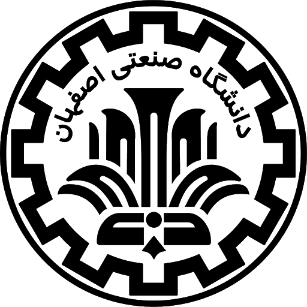
﷽



**دانشگاه صنعتی اصفهان**

دانشکده برق و کامپیوتر

سامانه نرم‌افزاری استفاده از داده های

لحظه ای هواشناسی در خانه هوشمند

**استاد راهنما**

دکتر مسعود رضا هاشمی

**دانشجو**

امین حلوائی اردکانی

**تاریخ ارائه**

اسفند 1402

**تشکر و قدردانی**

از استاد عزیز، جناب آقای دکتر هاشمی، بابت همراهی گرانقدر و صمیمانه ایشان در این مسیر کمال تشکر و قدردانی را دارم.

**چکیده**

در این پروژه به طراحی و توسعه سامانه نرم‌افزاری ای جهت بهره بردن از داده های آب و هوا در یک خانه هوشمند پرداختیم. در ابتدا یک طرح اولیه از نیازمندی های پروژه ارائه شد و در ادامه با توجه به این نیازمندی ها، طراحی روند ها، شبکه و پایگاه داده سامانه انجام شد. در مرحله پیاده سازی از ابزار های مختلف توسعه نرم‌افزار تحت وب از جمله Django-rest-framework و FastAPI برای توسعه دو بخش اصلی یعنی سرور و کنترلر خانگی استفاده شدند. در انتهای کار نیز راه حل هایی برای نیازمندی های امنیتی پروژه ارائه شد.

**کلمات کلیدی:** Smart Home، Weather Data، Software Design،Web services ، Database

فهرست مطالب

[فصل اول مقدمه 1](#_Toc158549980)

[1-1- خانه هوشمند 2](#_Toc158549981)

[1-2- داده های هواشناسی 3](#_Toc158549982)

[1-2-1- ذخیره سازی داده‌ها 3](#_Toc158549983)

[1-2-2- خدمات API داده‌ها 3](#_Toc158549984)

[1-3 معماری سامانه 4](#_Toc158549985)

[فصل دوم مفاهیم و پیش‌‍‌زمینه‌ها‌ 6](#_Toc158549986)

[2-1- وب سرویس 6](#_Toc158549987)

[2-2- مقایسه REST و SOAP 7](#_Toc158549988)

[2-3- مفاهیم RESTful API 9](#_Toc158549989)

[2-3-1- منابع 9](#_Toc158549990)

[2-3-2- شناسه های یکنواخت منابع (URIs) 9](#_Toc158549991)

[2-3-3- عملیات های CRUD 10](#_Toc158549992)

[2-4- ابزار های مورد استفاده 11](#_Toc158549993)

[2-4-1- کنترل‌کننده خانه 11](#_Toc158549994)

[2-4-2- سرور 11](#_Toc158549995)

[فصل سوم روش انجام پروژه 13](#_Toc158549996)

[3-1- نیازمندی های کاربر 14](#_Toc158549997)

[3-2- طراحی اجزا و فرایند‌ها 15](#_Toc158549998)

[3-2-1- طراحی رابطه موجودیت های پایگاه داده 15](#_Toc158549999)

[3-2-2- طراحی روند فعالیت های کنترلر 17](#_Toc158550000)

[3-3- ساختار پروژه 26](#_Toc158550001)

[3-3-1- سرور جنگو (backend) 26](#_Toc158550002)

[3-3-2- کنترلر خانگی (controller) 28](#_Toc158550003)

[3-4- پیاده‌سازی 29](#_Toc158550004)

[3-4-1- اپلیکیشن accounts 29](#_Toc158550005)

[3-4-2- اپلیکیشن home 30](#_Toc158550006)

[3-4-3- اپلیکیشن weather 35](#_Toc158550007)

[3-4-4- اپلیکیشن cservice 43](#_Toc158550008)

[3-4-5- پیاده‌سازی کنترلر 46](#_Toc158550009)

[3-5- سرویس‌های ثانویه 47](#_Toc158550010)

[3-5-1- احراز هویت کاربران 47](#_Toc158550011)

[3-5-2- صفحه ادمین 48](#_Toc158550012)

[3-5-3- مستندات 49](#_Toc158550013)

[3-6- امنیت 50](#_Toc158550014)

[3-6-1- احراز هویت کاربران 50](#_Toc158550015)

[3-6-2- احراز هویت کنترلر 50](#_Toc158550016)

[فصل چهارم جمع‌بندی 52](#_Toc158550017)

[پیوست‌ها 53](#_Toc158550018)

[مراجع 54](#_Toc158550019)

# فصل اول مقدمه

در دورانی که تکنولوژی به سرعت پیشرفت می‌کند و سامانه‌های اطلاعاتی یکپارچه نقش اساسی در زندگی امروزی ایفا می‌کنند، این پروژه در راستای ساخت یک سامانه خانه هوشمند تلاش می‌کند. در توسعه این سامانه تمرکز اصلی بر بهبود اتوماسیون خانگی، کنترل وسایل و بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق یک رابط کاربری مناسب است.  
در این فصل، ضمن معرفی خانه هوشمند و داده های هواشناسی، به معرفی یک معماری رایج در حوزه خانه هوشمند می‌پردازیم که از آن در این پروژه نیز بهره‌گیری شده است. سپس المان های تشکیل دهنده این شبکه و نقش آن ها را یک به یک بررسی خواهیم کرد.

## 1-1- خانه هوشمند

یک خانه هوشمند به یک مسکن گفته می‌شود که از فناوری های مدرن مبتنی بر شبکه و اینترنت چیز ها[[1]](#footnote-1) برای افزایش کارایی، امنیت و کیفیت زندگی ساکنانش استفاده می‌کند. یکپارچگی دستگاه‌ها و سامانه‌های هوشمند به ساکنان این امکان را می‌دهد تا جنبه‌های مختلف خانه را از راه دور کنترل و نظارت کنند، یک محیط زندگی بهتر و متصل‌تر ایجاد می‌شود.]1[

یک خانه با بهره‌گیری از اینترنت اشیاء و هوشمند سازی قابلیت این را دارد که خانه ها و ادارات را تبدیل به محیط هایی کند که از انرژی مصرفی خود آگاه هستند.]2[ این پروژه نیز تلاش می‌کند تا در همین راستا حرکت کند و سامانه ای را ارائه دهد که خانه ها با استفاده از آن بیشتر به کاهش مصرف انرژی کمک کنند.



تصویر 1 معماری ساده یک خانه هوشمند ]3[

یک سامانه خانه هوشمند شامل اجزا مختلفی است که چند مورد از کلیدی ترین آن‌ها عبارتند از:

* تجهیزات[[2]](#footnote-2)
* کنترلر
* سرور
* کلاینت

از بین المان های معرفی شده بعضی از آن ها مانند تجهیزات و کنترلر در موقعیت خانه کاربر مستقر هستند. سرور این سامانه در مرکز داده[[3]](#footnote-3) به صورت ابری راه اندازی می‌شود. اما مورد آخر محدود به موقعیت مکانی خاصی نیست و در هر مکانی از جهان که به اینترنت دسترسی داشته باشد توانایی اتصال به سامانه را دارد.

## 2-1- داده های هواشناسی

داده‌های هواشناسی نقش حیاتی در صنایع مختلف ایفا می‌کنند، از کشاورزی و حمل و نقل تا مدیریت بلایای طبیعی و برنامه‌ریزی روزانه زندگی. این اهمیت و احساس نیاز باعث شده تا این داده ها از طرف سرویس دهنده های مختلفی در سطح اینترنت ارائه شود. این داده ها از طریق ایستگاه های هواشناسی و ماهواره ها در نقاط مختلف جهان جمع‌آوری می‌شوند.

### 1-2-1- ذخیره سازی داده‌ها

حجم زیادی از داده‌های تولید شده توسط ابزارهای مانیتورینگ هوا نیاز به سامانه‌های پیچیده ذخیره‌سازی دارد. سازمان‌های هواشناسی از راه‌حل‌های ذخیره‌سازی مبتنی بر ابر و سرورهای اختصاصی برای ذخیره و مدیریت حجم عظیم داده‌های هواشناسی استفاده می‌کنند. داده‌های تاریخی اغلب برای اهداف تحقیقاتی و بهبود مدل‌های پیش‌بینی درازمدت آرشیو می‌شوند

### 2-2-1- خدمات API داده‌ها

برخی سازمان ها، داده‌های هواشناسی را به صورت دسترسی برای عموم، کسب‌وکارها و توسعه‌دهندگان، به صورت خدمات رابط برنامه‌نویسی (API) ارائه می‌دهند. این API‌ها امکان ادغام سریع اطلاعات هواشناسی را به مختلف برنامه‌ها، وب‌سایت‌ها و خدمات فراهم می‌کنند. توسعه‌دهندگان می‌توانند از این API‌ها برای دریافت شرایط هوای فعلی، پیش‌بینی‌ها و داده‌های تاریخی به صورت برنامه‌نویسی استفاده کنند. API ها به طور معمول داده‌ها را به قالب‌های استاندارد مانند JSON یا XML ارائه می‌دهند تا توسعه‌دهندگان بتوانند از این اطلاعات به راحتی در برنامه‌های خود استفاده کنند.

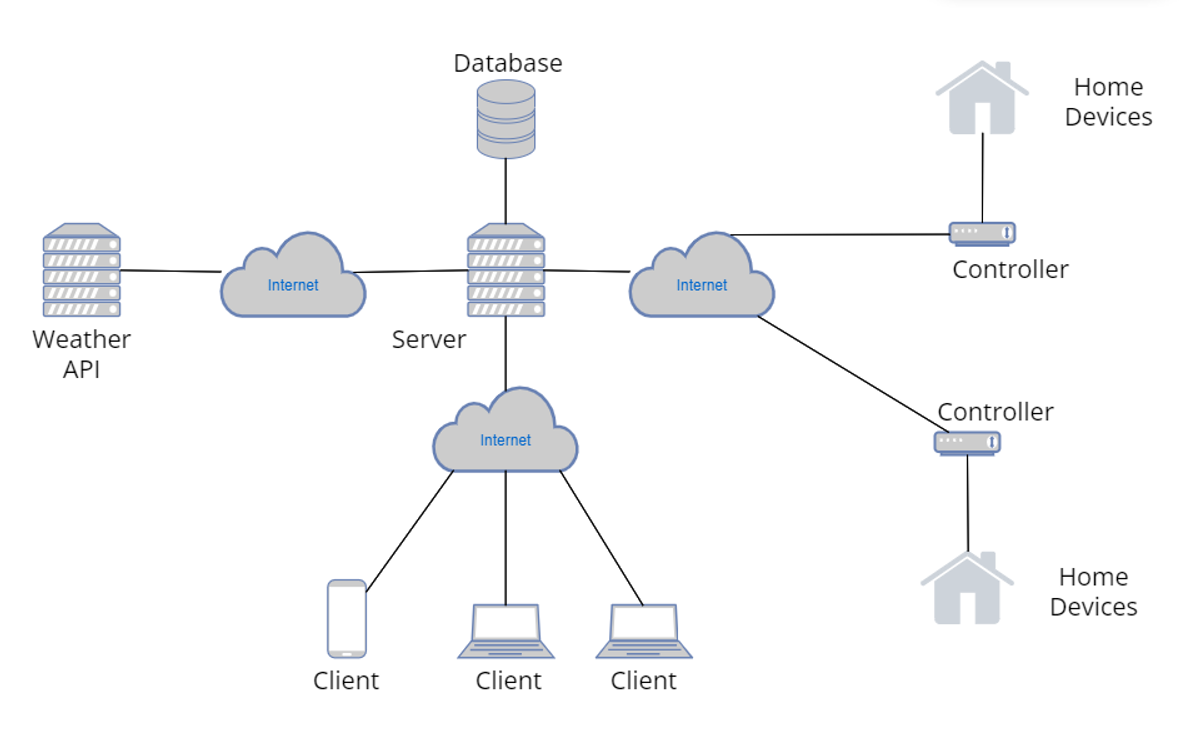
یکی از ارائه کنندگان این داده ها [openweathermap](https://openweathermap.org/) است که میتوان با درخواست های http از سرویس REST ارائه شده استفاده کرد. در این پروژه از سرویس رایگان این ارائه دهنده برای دریافت اطلاعات آب و هوا استفاده شده است.



تصویر 2 منبع دریافت داده های هواشناسی

## 3-1- معماری سامانه

در این بخش به معرفی معماری استفاده شده در طراحی این سامانه می‌پردازیم. در این طراحی از بین المان های مذکور در بخش 1-1 استفاده کرده‌ایم تا ساختار ارتباطی بین آن ها را نمایش دهیم. علاوه بر آن المان ها از اجزاء رایجی مانند پایگاه داده و سرور ارائه دهنده API نیز استفاده کردیم.



تصویر 3 معماری شبکه سامانه

در این طراحی یک کنترلر نظیر هر خانه و تمام دیوایس هایش وجود دارد که وظیفه خودکار سازی فرایند های خانه و دریافت اطلاعات از سرور از طریق اینترنت را به عهده دارد. بخش مرکزی این سامانه، سرور است که وظیفه سرویس دادن به هر دو المان کنترلر های خانگی و کلاینت ها به عهده اوست. همچنین از سرور یک ارتباط داخلی به پایگاه داده داریم که برای عملیات های نوشتن و خواندن داده های سامانه از آن استفاده می‌شود. سرور برای دریافت اطلاعات هواشناسی نیاز به برقراری ارتباط با یک weather API دارد که این ارتباط نیز از طریق اینترنت برقرار می‌شود.

در فصل سوم به پیاده سازی بیشتر این المان ها از جمله کنترلر خانه، سرور و پایگاه داده خواهیم پرداخت. همچنین اطلاعات دقیق‌تر و با جزئیات بیشتری درباره نحوه برقراری این ارتباط ها و ابزار های مورد استفاده ارائه خواهد شد.

# فصل دوم مفاهیم و پیش‌‍‌زمینه‌ها‌

## 1-2- وب سرویس[[4]](#footnote-4)

وب سرویس مجموعه روش هایی برای تبادل پیام بین اجزاء موجود در اینترنت است. این ارتباطات می‌تواند بین برنامه های سرور و کاربر برقرار شود. از آنجایی که ارتباط بین برنامه های مختلف انجام می‌شود می‌توان گفت که وب سرویس ها در قلمرو لایه اپلیکیشن قرار دارند.

پروتکل های متنوعی برای ایجاد وب سرویس ها وجود دارد که در اینجا دو مورد از آن ها را بررسی خواهیم کرد:

* REST (Representational State Transfer) :

REST یک واسط ارتباطی است که از مدل کلاینت-سرور بدون ‌حالت[[5]](#footnote-5) برای ارتباط استفاده می‌کند. این ارتباط از طریق پروتکل HTTP صورت می‌گیرد و به طور گسترده برای ساختن وب سرویس های با مقیاس بزرگ، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این روش برای انتقال بدنه پیام از قالب json استفاده می‌کند.

* SOAP (Simple Object Access Protocol):

SOAP یک پروتکل برای تبادل اطلاعات ساختارمند در خدمات وب است. از قالب XML برای بدنه پیام استفاده می‌کند و معمولاً بر روی HTTP یا پروتکل‌های دیگر برای ردوبدل پیام اتکا می‌کند.

پروتکل و چارچوب[[6]](#footnote-6) های دیگری نیز وجود دارند که از آن ها می‌توان برای طراحی وب سرویس ها استفاده کرد از جمله GraphQL و gRPC که شناخته شده نیز هستند. این چارچوب ها معمولا در سامانه های با طراحی متفاوت مانند میکروسرویس[[7]](#footnote-7) ها استفاده می‌شوند.

طبق طراحی ارائه شده در فصل مقدمه برای چنین سامانه‌ای که از معماری کلاینت – سرور استفاده می‌کند، استفاده از پروتکل REST می‌تواند مناسب باشد. به API ای با اتکا به قوانین پروتکل REST طراحی شده باشد یک RESTful API گویند. در ادامه به مقایسه اجمالی REST و SOAP می‌پردازیم و دلایل انتخاب REST را بیشتر بررسی می‌کنیم.

## 2-2- مقایسه REST و SOAP

انتخاب قالب مناسب برای استفاده در پیاده‌سازی API بستگی به نیازمندی های پروژه دارد. در جدول ارائه شده به مقایسه دو مورد مذکور از جنبه های مختلفی می‌پردازیم. در ادامه ویژگی های سامانه را با جنبه های مختلف هردو قالب تطابق می‌دهیم و مورد برتر را برای استفاده در پروژه انتخاب می‌کنیم.

جدول 1 مقایسه اجمالی دو روش SOAP و REST

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **شاخص** | **REST** | **SOAP** |
| پروتکل | HTTP | HTTP |
| قالب پیام | JSON/XML | XML |
| وضعیت حالت | Stateless | Stateless/Stateful |
| انعطاف | پشتیبانی از قالب های پیام مختلف | تنها از XML پشتیبانی می‌کند |
| عملکرد | سریع به دلیل استفاده از JSON | کندتر به علت پردازش XML |
| خوانایی | بالا به دلیل استفاده از JSON | کم به دلیل استفاده از XML |
| امنیت | متکی به HTTP | پشتیبانی از WS-Security |
| مقیاس پذیری | بالا به علت بدون حالت بود | احتمالا کمتر به علت حالت دار بودن |
| راحتی پیاده‌سازی | ساده | پیچیده |

یک سامانه خانه هوشمند ممکن است از لحاظ میزان درخواست ها بار زیادی از شبکه را دریافت کند. یکی از راه های کاهش حجم ترافیک شبکه استفاده از قالب داده json است. این قالب نسبت به xml که در SOAP استفاده می‌شود، از برای انتقال داده یکسان دارای حجم کمتری است. در نتیجه از جنبه کنترل ترافیک شبکه استفاده از REST دارای ارجحیت است. همچنین استفاده از json بار پردازشی کمتری را به سرور وارد می‌کند. برای کاهش ترافیک شبکه سامانه از روش های دیگری نیز استفاده شده از جمله اینکه به جای ارسال داده برای پردازش در سمت کنترلر آن را در سمت سرور پردازش کنیم. این مورد در فصل سوم بیشتر توضیح داده می‌شود.

استفاده از REST در اکثر جنبه ها نسبت به SOAP برتری دارد، اما ممکن در شاخص امنیت ممکن است شبهه هایی پیش بیاید که آیا REST از لحاظ امنیت مشکل دارد؟ جواب این سوال بستگی به نحوه استفاده از REST دارد. تلاش REST سبک تر کردن قالب است و از سربار ناشی از امنیت صرف نظر کرده است به این دلیل که می‌توان بحث امنیت را در سطح اپلیکیشن پیاده‌سازی کرد و دچار مشکلی نبود. اما اگر برای امنیت در اپلیکیشن فکری نشود SOAP در این حالت نسبت به REST ارجحیت دارد. در این پروژه امنیت در سطح اپلیکیشن لحاظ شده و از استفاده از REST مشکلی ایجاد نخواهد کرد.

در نتیجه وب سرویس را در این پروژه به صورت یک RESTful API پیاده‌سازی خواهیم کرد و کنترلر های خانگی و کلاینت ها از این استاندارد برای بهره‌گیری از منابع تعریف شده در سرور استفاده خواهند کرد.

## 2-3- مفاهیم RESTful API

در این بخش چندین مفهوم مهم در RESTful API را بررسی می‌کنیم. در فصل بعد نحوه استفاده از این مفاهیم در پروژه فعلی همراه با مثال های واقعی بررسی خواهد شد. در اینجا تنها به بررسی مفاهیم به صورت کلی می‌پردازیم.

### 1-3-2- منابع[[8]](#footnote-8)

انجام عملیات های پیشبینی شده در سامانه و همچنین عملیات هایی که کاربر مشتاق به انجام دادن آن ها است نیاز به موجودیت هایی دارد که بتوان این عملیات ها را روی آن ها انجام داد و تاثیرات ذخیره کرد. این منابع می‌توانند موارد انتزاعی یا عینی باشند. برای مثال اشیاء موجود در پایگاه داده مانند یک کاربر یا یک پروفایل را می‌توان از منابع سامانه به شمار آورد.

این منابع با یکدیگر ارتباطات مختلفی دارند. برای مثال در سامانه یک انتشارات کتاب، نویسنده و کتاب دو منبع به شمار می‌روند. هر کتاب دارای فقط یک نویسنده است و هر نویسنده ممکن است چندین کتاب داشته باشد. این یک مثال ساده از رابطه یک به چند در میان منابع است. انواع دیگری از ارتباطات از جمله یک به یک و چند به چند نیز ممکن از میان منابع حاکم باشد.

### 2-3-2- شناسه های یکنواخت منابع (URIs)[[9]](#footnote-9)

شناسه‌های یکنواخت (URIs) یک اصطلاح عمومی است که برای شناسایی و یافتن منابع در اینترنت استفاده می‌شود. این‌ شناسه ها از دو بخش اصلی تشکیل شده‌اند :URL (آدرس‌های یکنواخت منبع) و :URN (نام‌های یکنواخت منبع). یک URI وسیله‌ای برای شناسایی و دسترسی یکنواخت به یک منبع فراهم می‌کند.

عبارت دیگری که در ادامه از آن استفاده خواهیم کرد عبارت endpoint است. endpoint ها نیز همانند URI ها به منابع مختلف سامانه اشاره می‌کنند اما نگاه آن‌ها به منابع به عنوان یک سرویس است که در اختیار برنامه نویس قرار می‌گیرد در نتیجه رایج تر است که فضای توسعه یک API بیشتر از لفظ endpoint استفاده شود. endpoint ها و سرویس ها ممکن به یک سرویس اشاره کنند و نه یک منبع خاص. برای مثال سرویس بازیابی گذرواژه در یک endpoint خاص مانند https://api.example/api/password-recovery قرار داشته باشد. واضح است که این endpoint به منبع خاصی اشاره نمی‌کند و در حالت تعمیم یافته به یک سرویس اشاره داد. در این پروژه به هردو نوع endpoint ها خواهیم پرداخت و از آن‌ها استفاده خواهیم کرد.

### 3-3-2- عملیات های CRUD

سامانه برای اینکه بتواند فعالیت های از پیش تعیین شده خودش را انجام دهد نیاز دارد که بتواند روی منابع ارائه شده توسط endpoint ها عملیات های زیر را انجام دهد:

* **C**reate
* **R**ead
* **U**pdate
* **D**elete

انجام این عملیات ها روی منابع از طریق فعل های HTTP انجام می‌شود که در ادامه فعل نظیر هرکدام از عملیات های بالا ذکر شده است:

* POST
* GET
* PUT/PATCH
* DELETE

جدول زیر مثالی از یک endpoint برای منبع کاربر است. هدف ساخت سرویسی است که تمام عملیات های CRUD را بتواند برای برنامه نویس فراهم کند. همانطور که در جدول زیر برای endpoint کاربران این امکان فراهم شده است. بنابراین برنامه نویس آزادی عمل مناسب را برای کار و پیاده سازی فرایند هایی که نیاز به دسترسی به منبع کاربر دارد را خواهد داشت.

جدول 2 مثال برای endpoint

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| عملیات | Endpoint | |
|  | URN | HTTP verb |
| خواندن تمام کاربران | /users | GET |
| خواندن یک کاربر خاص | /users/{id} | GET |
| ساختن یک کاربر | /users | POST |
| بروزرسانی یک کاربر خاص | /users/{id} | PUT |
| حذف یک کاربر خاص | /users/{id} | DELETE |

## 

## 4-2- ابزار های مورد استفاده

در روند توسعه المان های مختلف سامانه سعی شده است که برای هر بخش از ابزار های مناسب و مرتبط با نیازمندی ها استفاده شود. در ادامه ابزار های مورد استفاده در هر جزء و دلیل استفاده از آن در سامانه ذکر خواهد شد.

### 1-4-2- کنترل‌کننده خانه[[10]](#footnote-10)

کنترلر های درون خانه، کامپیوتر های کوچکی با توان پردازش نسبتا پایین خواهند بود که وظیفه دریافت اطلاعات از سرور اصلی را به عهده داشته و این اطلاعات را برای استفاده در وسایل خانه از جمله وسایل سرمایش و گرمایش استفاده می‌کنند. در نتیجه ابزار های مورد استفاده در این کنترلر ها باید از لحاظ پردازشی سبک باشند تا بتوان از سخت افزار محدود آن ها نهایت استفاده را برد.

در راستای همین هدف از چارچوب FastAPI برای پیاده‌سازی عملکرد کنترلر استفاده کردیم. این چارچوب مبتنی بر زبان پایتون است و تمرکزش بر سادگی پیاده‌سازی و سرعت بالای برنامه است. طبق [ادعای وبسایت رسمی](https://fastapi.tiangolo.com/benchmarks/) و بنچمارک های TechEmpower FastAPI از سریع ترین چارچوب های مبتنی بر پایتون و از این لحاظ تنها از دو چارچوب Uvicorn و Starlette عملکرد ضعیف تری دارد و این هم به این دلیل است که FastAPI به صورت داخلی از این دو چارچوب برای پیاده‌سازی خودش استفاده کرده است و منطقی است که از این دو عملکرد ضعیف تری داشته باشد. برای ارسال درخواست های HTTP از HTTPX به عنوان HTTP Client استفاده شده است.

لیست کامل نیازمندی های پروژه که شامل ابزار های استفاده شده در توسعه است از طریق فایلی به نام [requirements.txt](https://github.com/aminhalvaei/smarthome/blob/master/controller/requirements.txt) موجود در [مخزن گیب‌هاب](https://github.com/aminhalvaei/smarthome/tree/master) پروژه قابل دسترسی است.

### 2-4-2- سرور

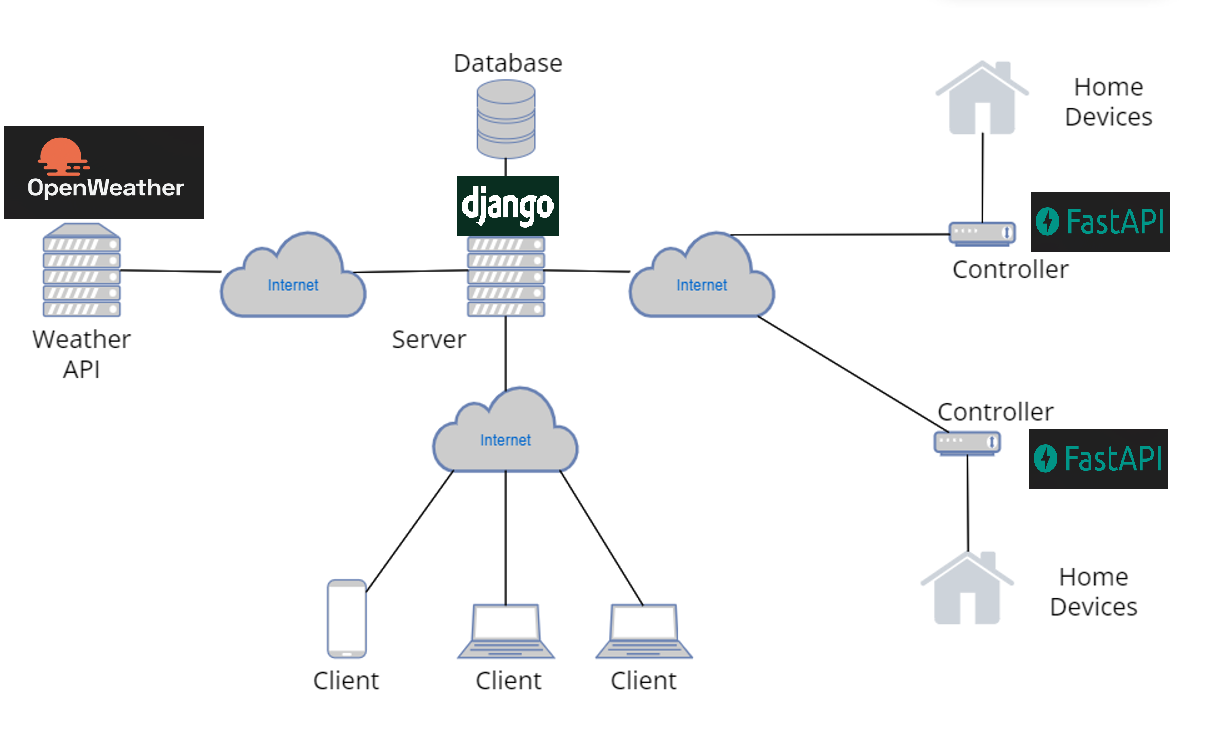
اصلی ترین چارچوب مورد استفاده در توسعه سرور اصلی سامانه جنگو[[11]](#footnote-11) است. ویژگی اصلی ای که باعث انتخاب جنگو برای توسعه این سرور انتخاب شد مقیاس‌پذیری آن است. در یک سامانه خانه هوشمند به مرور زمان حجم ردوبدل شدن اطلاعات می‌تواند بسیار زیاد شود. جنگو با مکانیزم های داخلی بهینه‌سازی و استراتژی های کش کردن اطلاعات تا حد خوبی از عهده این کار برمی‌آید.

علاوه بر این موضوع جنگو دارای ویژگی های گسترده ای است که کار توسعه را بسیار آسان تر می‌کند و در ادامه نیز نگهداری سامانه نیز به خوبی قابل انجام خواهد بود. دو مورد از این ویژگی های Django ORM و Admin Panel هستند.

Django ORM به عنوان یک واسط بین سرور و پایگاه داده عمل می‌کند و با ارائه ویژگی هایی پیچیدگی کار با یک محیط پایگاه داده مجزا را کاهش می‌دهد. پنل ادمین نیز امکانی است که بررسی صحت و دیباگ کردن پروژه را کاملا برای توسعه دهنده راحت تر و ملموس تر می‌‌کند. مزیت دیگری که پنل ادمین برای توسعه دارد این است که طبق متد های توسعه چابک[[12]](#footnote-12) امکان نمایش و توضیح کار انجام شده در پروژه را برای کاربر نهایی و ذینفعان فراهم می‌کند.

علاوه بر جنگو برای پیاده‌سازی یک RESTful API نیاز به چارچوبی داریم که پشتیبانی از REST را در جنگو، فراهم آورد. برای این نیاز به نصب چارچوب django-rest-framework داریم که به اختصار به عنوان drf شناخته می‌شود.

لیست کامل ابزار مورد استفاده برای توسعه و اجرای سرور در محیط پروداکشن در فایل [requirements.txt](https://github.com/aminhalvaei/smarthome/blob/master/backend/requirements.txt) موجود در [مخزن گیت‌هاب](https://github.com/aminhalvaei/smarthome/) پروژه ارائه شده است.



تصویر 4 ابزار های مورد استفاده در بخش های سامانه

# فصل سوم روش انجام پروژه

در این فصل به توضیح روند انجام پروژه و بخش های پیاده‌سازی شده می‌پردازیم. ابتدا به بررسی نیازمندی های کاربر و ویژگی های سامانه به صورت دقیق می‌پردازیم و پس از آن چندین مورد از طراحی های صورت گرفته در سامانه از جمله فرایند ها و روابط موجودیت های پایگاه داده را بررسی می‌کنیم. در ادامه ساختار دایرکتوری پروژه و کاربرد هرکدام از فایل های موجود در آن را شرح می‌دهیم. در یک بخش مجزا سرویس های ارائه شده برای کنترلر و کلاینت را لیست می‌کنیم. در بخش آخر نیز برخی از نکات بهینه‌سازی و امنیت سامانه را بررسی خواهیم کرد.

## 1-3- نیازمندی های کاربر

نیازمندی های کاربر سامانه به انواع مختلفی شکسته شده است و در ادامه نیازمندی های هر بخش ذکر شده است.

* احراز هویت:

1. ثبت نام
2. ورود به سامانه
3. خروج از سامانه
4. تایید ایمیل
5. تغییر گذرواژه
6. بازیابی گذرواژه

* خانه:

1. اضافه کردن خانه
2. حذف خانه
3. ویرایش خانه
4. تنظیم درجه عایق‌بندی خانه
5. اضافه کردن موقعیت مکانی
6. تغییر موقعیت مکانی
7. تعریف شهر، استان و کشور
8. ثبت کنترلر
9. تنظیم کنترلر به حالت دستی یا اتوماتیک
10. فعال یا غیرفعال کردن کنترلر

* وضعیت هوا:

1. مشاهده وضعیت فعلی سامانه سرمایش گرمایش خانه
2. مشاهده وضعیت آب و هوا بیرون از خانه
3. تنظیم ترجیحات در وضع هوای خانه
4. مشاهده ترجیحات فعال
5. تغییر ترجیحات وضع هوای خانه
6. مشاهده وضعیت به تفکیک پارامتر های هواشناسی

## 2-3- طراحی اجزا و فرایند‌ها

با توجه به نیازمندی های ارائه شده در بخش قبل نیاز به طراحی پایگاه داده ای داریم که توانایی پشتیبانی از این ویژگی‌ها را داشته باشد. پایگاه داده از نوع رابطه ای برای این سامانه انتخاب شده است و طراحی مدل رابطه ای آن در ادامه ارائه شده است.

### 1-2-3- طراحی رابطه موجودیت های پایگاه داده[[13]](#footnote-13)

در تصویر ارائه شده برای طراحی پایگاه داده، رنگ های جداول نشان دهنده هر قسمت از پایگاه داده هستند. برای مثال رنگ سبز جداول مربوط به وضعیت آب و هوا را نمایش می‌دهد. در ادامه به توضیح ماهیت این جداول و ارتباط آن‌ها با یکدیگر می‌پردازیم.

جدول 3

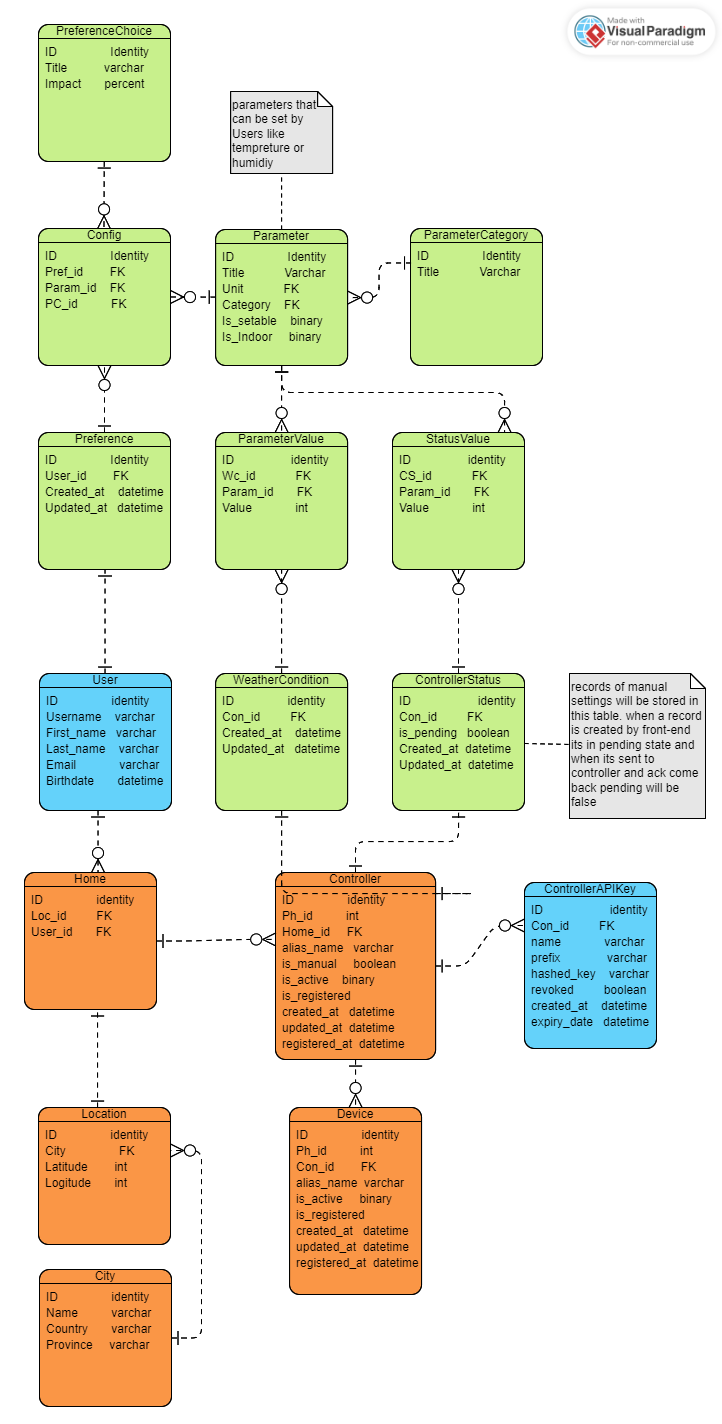
|  |  |
| --- | --- |
| **خانه (Home)** | |
| **نام جدول** | **محتوا** |
| Home | اطلاعات مربوط به خانه |
| Controller | اطلاعات مربوط به کنترلر |
| Device | اطلاعات مربوط به دستگاه های خانه |
| Location | موقعیت مکانی خانه |
| City | اطلاعات محل سکونت |

|  |  |
| --- | --- |
| **اکانت ها (Accounts)** | |
| **نام جدول** | **محتوا** |
| User | نگه‌داری اطلاعات کاربر |
| ControllerAPIKey | نگه‌داری اطلاعات احراز هویت کنترلر |

جدول 4

جدول 5

|  |  |
| --- | --- |
| **هواشناسی (weather)** | |
| **نام جدول** | **محتوا** |
| Parameter | پارامتر های هواشناسی مانند دما و فشار |
| ParameterCategory | دسته‌بندی پارامتر ها |
| Preference | ترجیحات کاربر |
| PreferenceChoice | گزینه های از پیش تعریف شده برای ترجیحات |
| Config | مقدار ثبت شده برای ترجیحات کاربر |
| WeatherCondition | آخرین وضعیت هوا |
| ControllerStatus | آخرین وضعیت کنترلر خانه |
| ParameterValue | مقدار یک پارامتر برای وضعیت هوا |
| StatusValue | مقدار یک پارامتر برای وضعیت کنترلر |



تصویر 5 طراحی موجودیت های پایگاه داده

### 2-2-3- طراحی روند فعالیت های کنترلر

به دلیل این که فعالیت های سمت کنترلر خانگی فاقد رابط کاربری هستند در نتیجه عملکرد آن ها باید از طریق روند های از پیش تعیین شده دقیق و استفاده از سرویس های مناسب سمت سرور به صورت خودکار صورت پذیرد.

همچنین قابل ذکر است که فعالیت های کلاینت اکثرا به ارتباط به یک نوع خاص از مدل های سرور و انجام عملیات های CRUD خلاصه می‌شود برای همین در این قسمت تمرکز روی بحث پیچیده تر یعنی تعریف ترتیب فعالیت ها در کنترلر خانگی است. در ادامه به توصیف این روند ها برای چند مورد از مهم ترین نیازمندی های سامانه در سمت کنترلر پرداخته ایم.

**ثبت کنترلر در سامانه:**

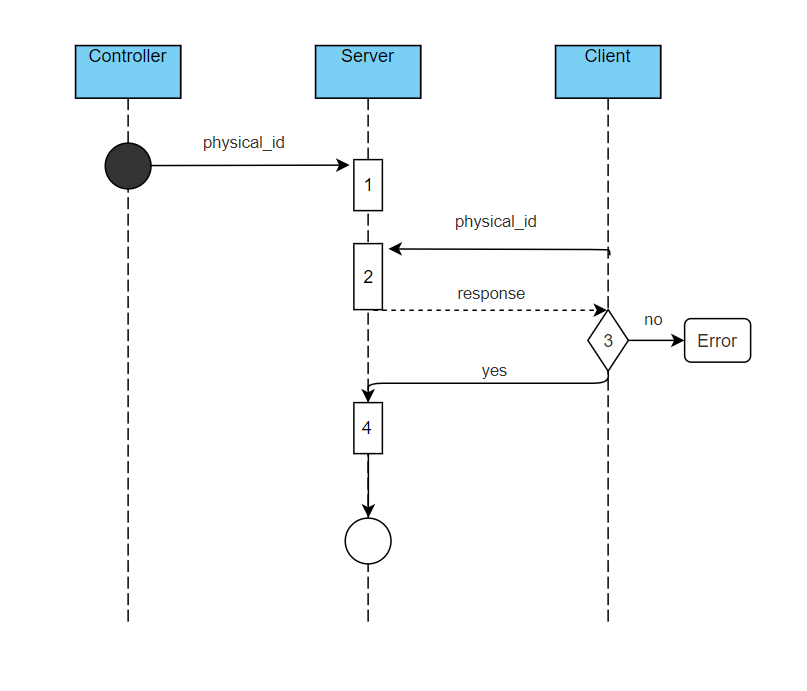
در این فرایند فرض شده است که کنترلر مورد استفاده در خانه که درخواست ثبت در سامانه را ارسال می‌کند قبل از عرضه به مشتری به صورت اولیه در سامانه ذخیره شده است و در حالت ثبت نشده قرار دارد. همچنین در فایل مربوط به تنظیمات کنترلر که configs.py نام دارد که شامل پارامتر های مختلفی است از جمله آن پارامتر هایی که برای اتصال به سرور و ثبت مورد نیاز هستند.

دو مورد از این پارامتر ها در ادامه ذکر شده اند:

* CONTROLLER\_PHYSICAL\_ID
* CONTROLLER\_API\_KEY

مورد اول یعنی شناسه فیزیکی یک کد یکتا و غیرقابل تغییر است که کنترلر از طریق آن از دیگر کنترلر ها متمایز می‌شود. و مورد دوم کلید مورد نیاز برای احراز هویت در سمت سرور است که کنترلر برای دسترسی به تمام خدمات سرور به آن نیاز دارد. در بخش امنیت بیشتر به توصیف نقش این کلید خواهیم پرداخت.

در شکل زیر شمای کلی این روند ارائه شده است:

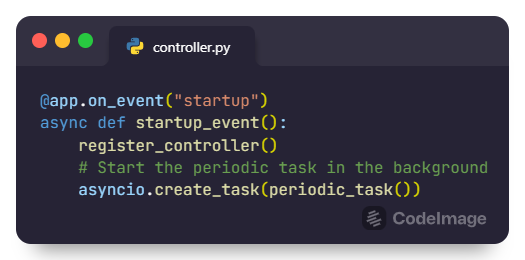


تصویر 6 فرایند ثبت کنترلر

این فرایند ثبت کنترلر در سرور شامل دو بخش است:

1. ارسال درخواست اولیه توسط کنترلر
2. ادامه روند و ثبت نهایی توسط کاربر

شروع کننده فرایند کنترلر است که پس از روشن شدن اولیه درخواست ثبت خودش را برای سرور ارسال می‌کند. این رفتار در قطعه کد زیر قابل مشاهده است.



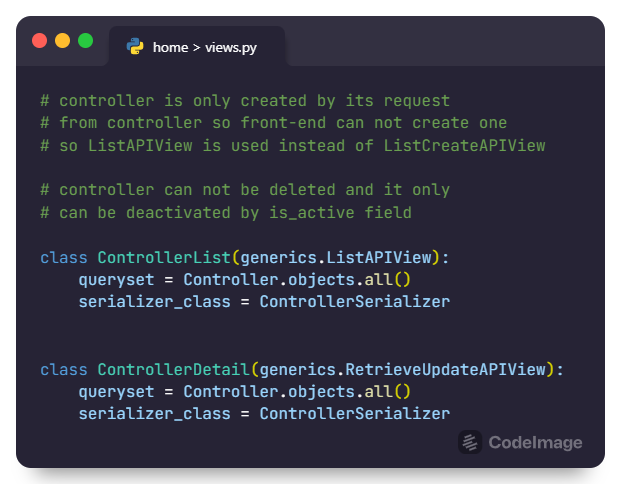
کد 1

پس از آن یک پیام HTTP شامل physical\_id و کلید احراز هویت به سمت سرور ارسال می‌شود و در صورت معتبر بودن این پیام کنترلر به حالت ثبت اولیه در می‌آید. ثبت اولیه از طریق True شدن مقدار خصیصه ای به نام is\_register\_pending از مدل Controller صورت می‌گیرد. قطعه کد زیر این عملکرد را نشان می‌دهد.



کد 2

در بخش دوم فرض شده است که کاربر شناسه physical\_id مربوط به کنترلر خودش را می‌داند مثلا از روی جعبه کنترلر خریداری شده این شناسه را بدست می‌آورد. کلاینت با استفاده از عملیات Read از مجموعه عملیات های CRUD ارائه شده توسط سرور استفاده کند و با یک پرس و جو به دنبال کنترلر مورد نظرش بگرد. نتیجه پرس و جو به کلاینت برگردانده می‌شود و در صورت پیدا شدن کنترلری با مشخصات ارائه شده توسط کاربر که در حالت ثبت اولیه است کلاینت با یک عملیات Update روی شی مرتبط با کنترلر مورد نظر، با True کردن خصیصه is\_registered آن را به حالت ثبت نهایی درمی‌آورد. قطعه کد زیر عملیات های CRUD قابل انجام بر روی مدل Controller را نمایش می‌دهد.

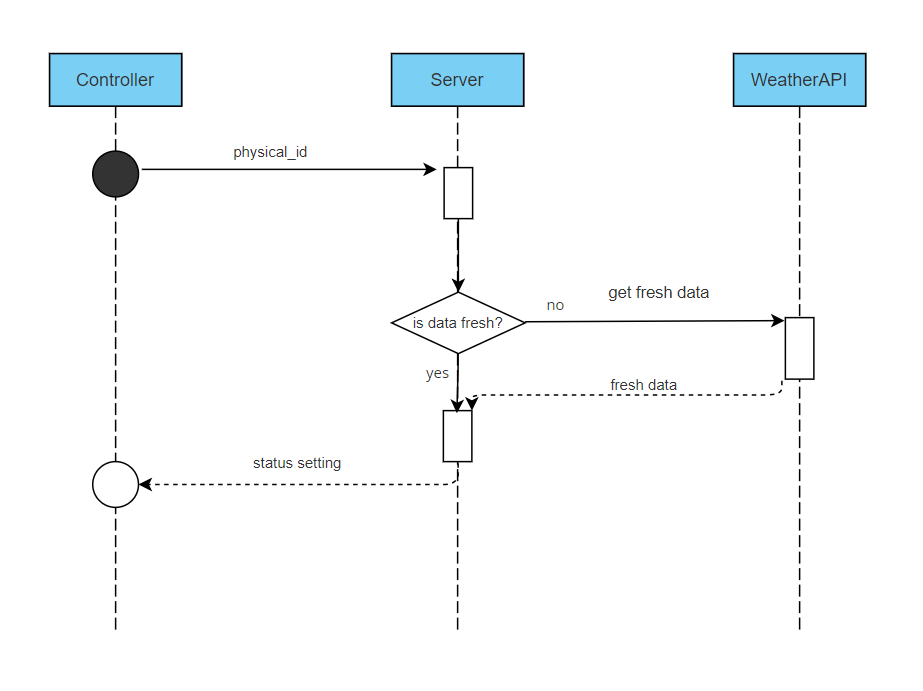


کد 3

حال پس از اینکه کنترلر ثبت نهایی شد این امکان را دارد که از سرویس دریافت وضعیت آب و هوا استفاده کند.

**دریافت تنظیمات هواشناسی از سرور:**

پس از اینکه کنترلر در سامانه ثبت نهایی شد کنترلر شروع به گرفتن تنظیمات پارامتر های هواشناسی از سمت سرور می‌کند. در این فرایند نیز ارائه کلید احراز هویت توسط کنترلر الزامی است و در صورت عدم تطابق کلید با کلید ذخیره شده در سمت سرور یا گذشتن از تاریخ انتقضای کلید، کنترلر به این سرویس دسترسی نخواهد داشت. شکل زیر شمای کلی فرایند دریافت نتظیمات هواشناسی از سرور را نشان می‌دهد.



تصویر 7 فرایند دریافت اطلاعات از سرور توسط کنترلر

در فرایند بالا المان شروع کننده کنترلر است که یک پیام HTTP شامل physical\_id که در body پیام در قالب json قرار دارد را ارسال می‌کند. همچنین در header مربوط به احرازهویت یعنی Authorization نیز کلید احراز هویت API قرار دارد. قطعه کد زیر پیاده سازی این درخواست را نمایش می‌دهد.



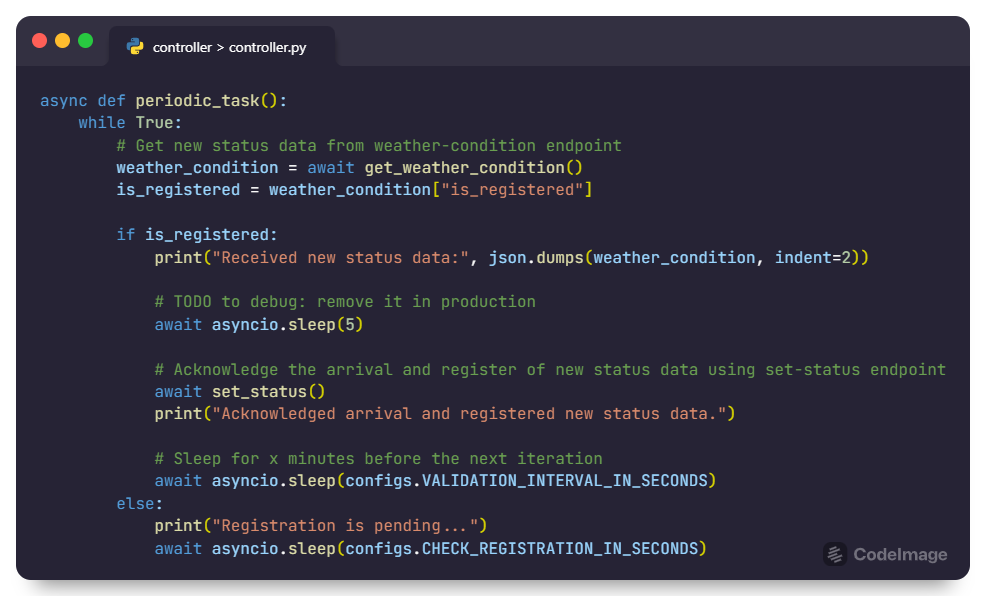
کد 4

رفتار کنترلر خانگی به این صورت است که درخواست های دریافت تنظیمات پارامتر های هواشناسی را به صورت متناوب به سمت سرور جنگو ارسال می‌کند. دیاگرام ارائه شده نشان دهنده یک دوره تناوب از این رفتار کنترلر های خانگی است. مقدار این دوره تناوب در فایل configs.py به صورت زیر تعریف شده است.



کد 3

رفتار متناوب توصیف شده ناشی از پیاده‌سازی زیر است.



کد 6

پس از ارسال این پیام در سرور این درخواست دریافت می‌شود و پس از احراز هویت و بررسی معتبر بودن درخواست در صورت تازه بودن اطلاعات موجود در سرور، بدون درخواست از OpenWeather API سرور جنگو اطلاعات مورد نیاز را به کنترلر ارسال می‌کند. اما در صورت اینکه داده ها منقضی شده باشند یک درخواست به OpenWeather API ارسال می‌شود تا داده های تازه دریافت شوند و پس از پردازش و ذخیره سازی در سرور، اطلاعات را به کنترلر ارسال می‌کند.

زمان انقضای داده ها در فایل configs.py متعلق به سرور است در WEATHER\_VALID\_DURATION ذخیره شده است و تابع زیر وظیفه بررسی این تاریخ انقضا را بر عهده دارد.



کد 4

روند توصیف شده در قالب قطعه کد زیر پیاده‌سازی شده است.



کد 5

لازم به ذکر است که در دیاگرام های ارائه شده تاخیر شبکه ناچیز در نظر گرفته شده است و به همین دلیل است که فلش های ارسال پیام ها و جواب ها مورب نیستند.

## 3-3- ساختار پروژه

پوشه اصلی پروژه که حاوی تمام فایل های پروژه است smarthome نام دارد. با توجه به اینکه توسعه پروژه به دو بخش اصلی سرور جنگو و کنترلر خانگی تقسیم می‌شود، پروژه به دو پوشه اصلی به نام های backend و controller تقسیم شده است. این ساختار از [مخزن[[14]](#footnote-14) پروژه](https://github.com/aminhalvaei/smarthome/) که در گیت‌هاب قرار گرفته است قابل مشاهده است. علاوه بر این دو پوشه اصلی یک پوشه به نام documents نیز در مخزن قرار گرفته که تنها شامل گزارش پروژه است. دو فایل دیگر به نام های .gitignore و README.md نیز در مسیر اصلی پروژه وجود دارند که به ترتیب وظیفه نادیده گرفتن فایل بعضی از فایل های پروژه و نمایش اطلاعات درباره پروژه را به عهده دارند.



تصویر 8 ساختار پروژه

در ادامه به توصیف ساختار هرکدام از پوشه های اشاره شده می‌پردازیم.

### 1-3-3- سرور جنگو (backend)

این پوشه دارای ساختار استاندارد یک پروژه جنگو است که با استفاده از دستور زیر بدست می‌آید:

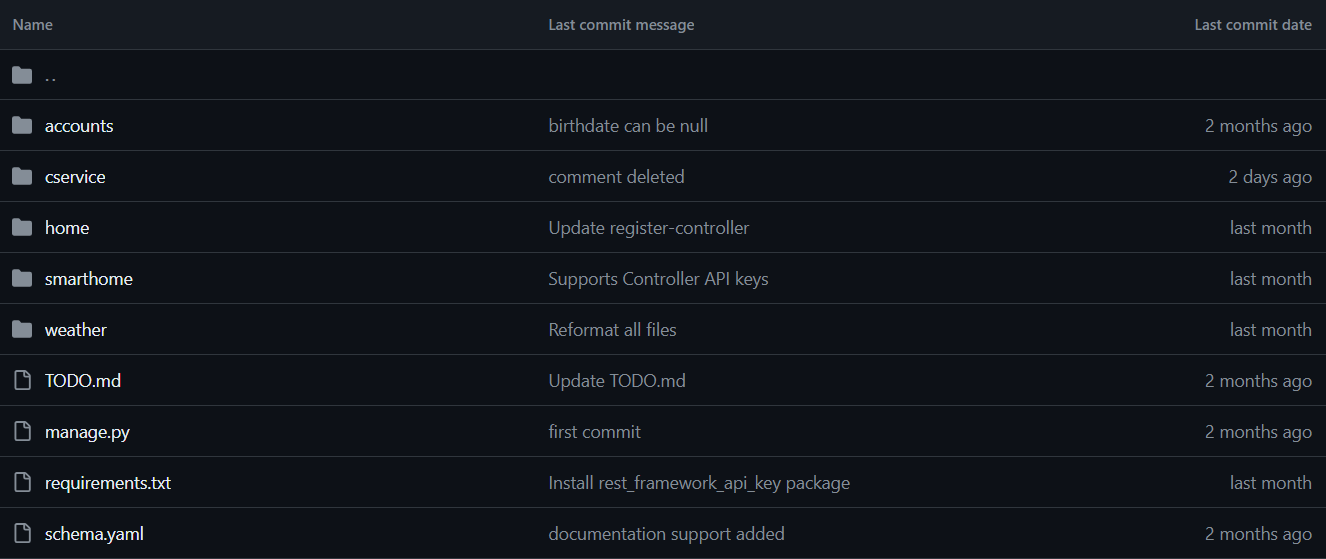
>> django-admin startproject smarthome

یک پروژه جنگو قابل تقسیم به بخش های مجزایی به نام اپلیکیشن ها است. هر اپلیکیشن شامل عملکرد خاصی است که در ادامه توضیح داده خواهد شد. لیست اپلیکیشن ها به صورت زیر است:

* accounts
* cservice
* home
* weather

اپلیکیشن accounts شامل مدل user ها است و به صورت مستقیم سرویسی را ارائه نمی‌دهد بلکه از مدل ها موجود در آن در اکثر اپلیکیشن های دیگر استفاده می‌شود. در اپلیکیشن های home و weather به ترتیب سرویس های مربوط به مدل های متلعق به خانه و آب و هوا مانند وجود دارند. همه سرویس هایی که کمی از حالت CRUD فاصله گرفته اند و به کنترلر خدمات می‌دهند در این اپلیکیشن قرار دارند. مانند سرویس ها ثبت کنترلر ها در سامانه و دریافت تنظیمات پارامتر های هواشناسی از سرور که پیش‌تر در بخش قبلی به تفصیل توضیح داده شدند.

علاوه بر این پوشه ها که مربوط به اپلیکیشن ها هستند یک پوشه دیگر وجود دارد که همنام با پوشه اصلی پروژه است و smarthome نام دارد. این پوشه با اجرای دستور startproject توسط خود جنگو ساخته شده است. شکل زیر ساختار توصیف شده از پوشه backend را توصیف می‌کند.



تصویر 9 ساختار سرور جنگو

در تصویر بالا علاوه بر پوشه های مذکور 4 فایل دیگر وجود دارد که وظیفه آن ها به شرح ذیل است:

* TODO.md : این فایل در فرایند توسعه برای سازماندهی فعالیت هایی که در آینده باید در پروژه انجام شوند مورد استفاده قرار گرفته است.
* manage.py : این فایل توسط جنگو تولید شده است و وظیفه اجرای بعدی از دستورات مانند runserver ، migrate و دیگر عملیات ها را به عهده دارد.
* requirements.txt : نیازمندی های توسعه و اجرای سرور جنگو در که شامل کتابخانه ها و ابزار های مختلفی است در این فایل قرار گرفته اند تا بتوان در صورت استقرار پروژه در یک ماشین دیگر بتوان نیازمندی های پروژه را به راحتی در آن ماشین نیز نصب کرد.
* schema.yaml : این فایل وظیفه تولید مستندات مربوط به endpoint های ارائه شده توسط پروژه را به عهده دارد.

ساختار درونی هر کدام از اپلیکیشن ها و فایل های موجود در آن ها بخش اصلی توسعه این سامانه هستند که در بخش پیاده سازی در آینده درباره آن ها توضیح داده خواهد شد.

### 2-3-3- کنترلر خانگی (controller)

توسعه کنترلر با استفاده از ابزاری متفاوت صورت گرفته و نیازمندی های خاص خودش را دارد. بنابراین تصمیم بر این شد که یک پوشه مجزا برای توسعه کنترلر در نظر گرفته شود. ساختار این پوشه در تصویر بعدی قابل مشاهده است.



تصویر 10 ساختار کنترلر خانگی

پوشه controller از یک دو فایل controller.py و requirements.txt و یک پوشه configs تشکیل شده است. فایل controller.py شامل منظق اصلی کنترلر یعنی شروع فرایند ثبت در سامانه و ارسال درخواست های دریافت تنظیم پارامتر های هواشناسی می‌شود و فایل requirements.txt نیز کاربرد مشابهی با آنچه قبلا برای سرور جنگو توضیح داده شد دارد.

فایل controller.py برای عملکرد خودش نیاز به بعضی از پارامتر های ثابتی مانند آدرس سرور جنگو و شناسه فیزیکی دارد که این اطلاعات در فایل configs.pyذخیره شده اند. برای اینکه امکان استفاده از configs در controller.py به صورت یک package پایتون وجود داشته باشد این فایل همراه با یک فایل خالی با نام \_init\_.py در یک پوشه به نام configs.py قرار داده شده تا این عملکرد بدست آید.

## 4-3- پیاده‌سازی

در این بخش به توصیف عملکرد و کد های پیاده‌سازی شده در هرکدام از اپلیکیشن های accounts، home، weather و cservice خواهیم پرداخت. در هرکدام از این اپلیکیشن ها فایل های مختلفی وجود دارد که منظق برنامه را مشخص می‌کند.

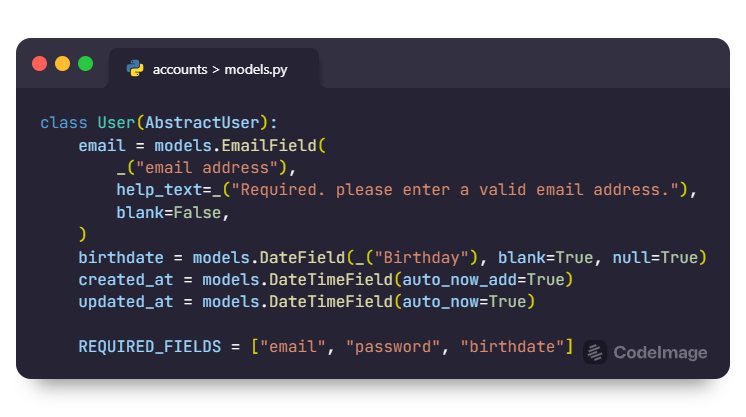
مهم ترین این فایل ها عبارتند از:

* urls.py : این فایل شامل endpoint های تعریف شده در سامانه است. همچنین ارتباط endpoint ها با منطق سامانه نیز در این فایل برقرار می‌شود.
* views.py: منطق اصلی هر اپلیکیشن در این فایل ذخیره شده است.
* serializers.py : قالب داده های ورودی و خروجی به view ها را تعیین می‌کند.
* models.py : شامل کلاس هایی است که متناظر با جدول های پایگاه داده هستند و وظیفه انجام عملیات های روی پایگاه داده را به عهده گرفته اند.

این فایل ها فقط در قسمت پیاده‌سازی سرور جنگو (backend) مورد استفاده قرار گرفته اند و در بخش پیاده سازی کنترلر از آن ها استفاده نشده است بنابراین برای کنترلر تنها به بررسی کد controller.py که در برگیرنده تمام منطق کنترلر است خواهیم پرداخت.

### 1-4-3- اپلیکیشن accounts

برخلاف اپلیکیشن های دیگر در accounts ما به ارائه سرویسی به بیرون از سرور نمی‌پردازیم. در اینجا هدف ارائه کلاس کاربر اصلی سامانه است که به عنوان یک مدل در فایل models.py طبق تصویر زیر تعریف شده است.



کد 6

در این کلاس از یک کلاس دیگر به نام AbstractUser ارث بری کرده ایم. این کلاس شامل خصیصه هایی مانند username، first\_name، last\_name و چندین خصیصه دیگر می‌شود. خصیصه email در کلاس پدر نیز وجود دارد اما ما با تعریف دوباره آن ویژگی دلخواهمان که خالی نبودن این خصیصه است را به آن اضافه کردیم. همچنین 3 خصیصه تاریخ تولد و تاریخ های ساخت اکانت و بروزرسانی آن نیز به مدل اضافه شده اند. از این مدل در تمام اپلیکیشن های بعدی استفاده شده است.

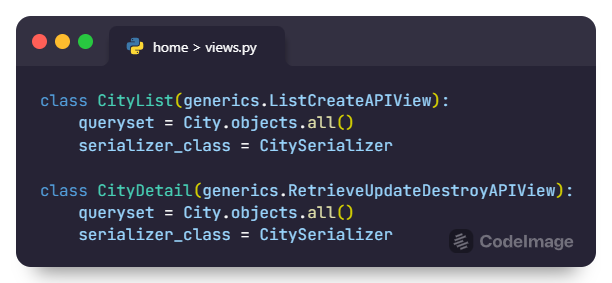
### 2-4-3- اپلیکیشن home

در این برنامه سرویس هایی که مربوط به موجودیت های مربوط به خانه هستند را در معرض کاربران بیرون از سرور (مانند برنامه نویس front-end) قرار داده ایم. لیست endpoint های ارائه شده از قرار زیر است که از فایل [urls.py](https://github.com/aminhalvaei/smarthome/blob/master/backend/home/urls.py) قابل بررسی هستند.

جدول 6 لیست سرویس های home

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| name | view | operations | Endpoint |
| city-list | CityList | CR | cities/ |
| city-detail | CityDetail | RUD | cities/<int:pk> |
| location-list | LocationList | CR | locations/ |
| location-detail | LocationDetail | RUD | locations/<int:pk> |
| home-list | HomeList | CR | homes/ |
| home-detail | HomeDetail | RUD | homes/<int:pk> |
| controller-list | ControllerList | R | controllers/ |
| controller-detail | ControllerDetail | RU | controllers/<int:pk> |
| device-list | DeviceList | R | devices/ |
| device-detail | DeviceDetail | RU | devices/<int:pk> |

منطق عملکرد این endpoint ها تنها ارائه خود مدل به بیرون است و سرویس خاصی را انجام نمی‌دهند. یک نمونه view که این عملکرد را برای ما پیاده می‌کند به این شکل است.



کد 7

برای پیاده‌سازی این view ها از نوع generic ها استفاده کردیم که کار را برای پیاده‌سازی endpoint هایی که فقط CRUD را انجام می‌دهند مناسب است. در این کلاس ها تنها مجموعه داده ها و کلاس سریالایزر را مشخص کرده ایم و بقیه کار به صورت اتوماتیک توسط خود جنگو انجام خواهد شد.

شایان ذکر است که تمام همیشه امکان استفاده از generic view ها وجود ندارد. برای مثال در فرایند دریافت تنظیمات پارامتر های هواشناسی باید در یک view تمام عملکرد های مورد نیاز را کدنویسی کنیم.

**شهر و موقعیت مکانی (City & Location) :**



کد 8

مدل شهر را داریم که شامل خصیصه های نام شهر، کشور و استان است. در مدل موقعیت مکانی نیز دو خصیصه اصلی طول و عرض جغرافیایی هستند که ذخیره شده اند علاوه بر آن ها یک کلید خارجی به جدول شهر داریم که شهر مربوط به آن موقعیت مکانی را مشخص می‌کند.

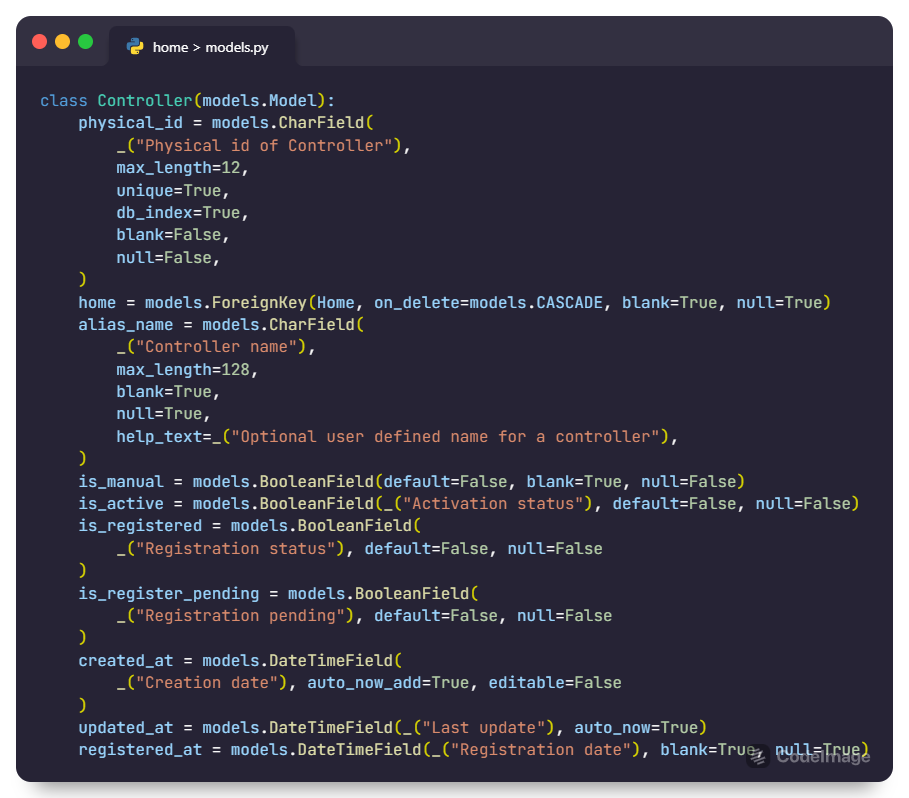
**خانه (Home) :**



کد 9

مدل خانه شامل خصیصه های نام، کاربر، و موقعیت مکانی مربوط به خانه می‌شود. در اینجا اولین استفاده از مدل کاربر که قبلا در اپلیکیشن accounts تعریف شد را مشاهده می‌کنیم.

**کنترلر (Controller) :**



کد **10**

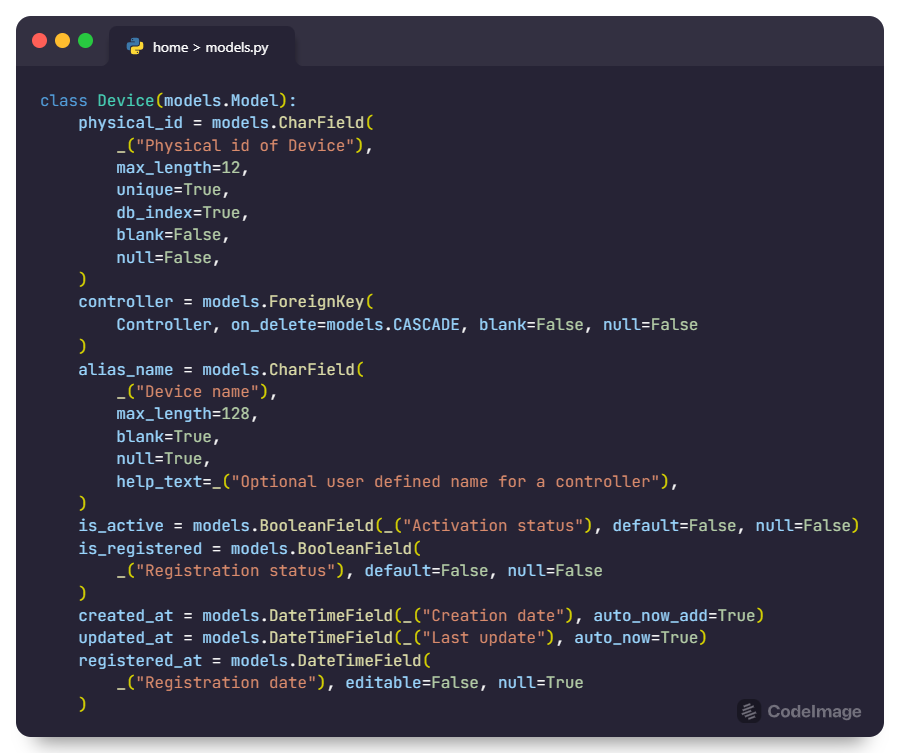
همانطور که قبلا دیدیم به هر کنترلر یک شناسه فیزیکی یکتا تعلق می‌گرفت. در این مدل این شناسه با نام physical\_id که یک رشته به طول 12 کاراکتر است. همچنین به دلیل اینکه بسیاری از پرس‌وجو هایی از پایگاه داده سامانه صورت می‌گیرد بر اساس شناسه فیزیکی هستند، برای افزایش سرعت عملکرد پایگاه داده در برگرداندن داده ها این خصیصه را به عنوان یک db\_index تعریف کرده ایم.

خصیصه های بعدی به ترتیب به کلید خارجی خانه و نام کنترلر اشاره دارند. پس از آنها 3 خصیصه از نوع بولین وجود دارند که وضعیت های زیر را مشخص می‌کنند.

* is\_manual : خودکار یا دستی بودن یک کنترلذ
* is\_active : وضعیت فعال بودن کنترلر
* is\_registered : وضعیت ثبت نهایی کنترلر
* is\_register\_pending : وضعیت ثبت اولیه کنترلر

و در ادامه 3 خصیصه داریم که به ترتیب تاریخ های ساخت کنترلر، آخرین بروزرسانی اطلاعات و ثبت نهایی کنترلر را نشان می‌دهند.

**وسایل (Device) :**



کد 11

عملکرد این موجودیت تا حد زیادی شبیه به کنترلر است و خصیصه های مشترک زیادی دارند. یک خصیصه به نام controller نیز در این موجودیت وجود دارد که آن را به مدل کنترلر مرتبط می‌کند.

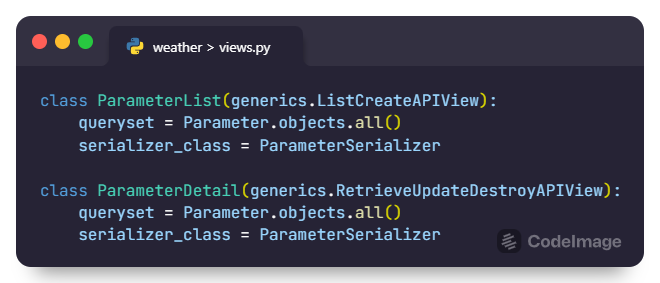
### 3-4-3- اپلیکیشن weather

سرویس هایی که مربوط به آب و هوا هستند در این قسمت معرفی می‌شوند. این سرویس ها در قالب endpoint ها در فایل urls.py در دسترس کاربران بیرونی سامانه قرار گرفته است. لیست endpoint های این اپلیکیشن به صورت زیر است.

جدول 7 لیست سرویس های weather

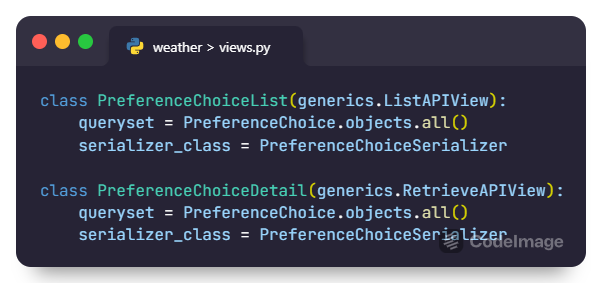
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| name | view | operations | Endpoint |
| parameter\_list | ParameterList | CR | parameters/ |
| parameter\_detail | ParameterDetail | RUD | parameters/<int:pk> |
| parameter\_category\_list | ParameterCategoryList | R | parameters-categories/ |
| parameter\_category\_detail | ParameterCategoryDetail | R | parameters-categories/<int:pk> |
| preference\_list | PreferenceList | CR | preference/ |
| preference\_detail | PreferenceDetail | RUD | preference/<int:pk> |
| preference\_choice\_list | PreferenceChoiceList | R | preference-choice/ |
| preference\_choice\_detail | PreferenceChoiceDetail | R | preference-choice/<int:pk> |
| config\_list | ConfigList | CR | config/ |
| config\_detail | ConfigDetail | RUD | config/<int:pk> |
| weather\_condition\_list | WeatherConditionList | CR | weather-condition/ |
| weather\_condition\_detail | WeatherConditionDetail | RUD | weather-condition/<int:pk> |
| parameter\_value\_list | ParameterValueList | CR | parameter-value/ |
| parameter\_value\_detail | ParameterValueDetail | RUD | parameter-value/<int:pk> |
| controller\_status\_list | ControllerStatusList | CR | controller-status/ |
| controller\_status\_detail | ControllerStatusDetail | RUD | controller-status/<int:pk> |
| status\_value\_detail | StatusValueList | CR | status-value/ |
| status\_value\_list | StatusValueDetail | RUD | status-value/<int:pk> |

این endpoint ها نیز مانند endpoint های مربوط به home تنها دسترسی به انجام عملیات های CRUD را در دسترس کاربران (front-end) قرار می‌دهد. در اینجا نمونه ای از view های نوشته شده با استفاده از کلاس های generic views آورده شده است.



کد 12

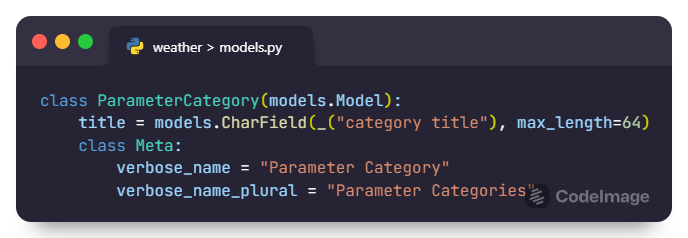
بعضی از مدل های مربوط به این endpoint ها مدل هایی هستند که باید توسط ادمین سامانه تنظیم شوند بنابراین همانطور که از جدول قبل مشخص است، کاربران از جمله برنامه نویس front-end، تنها دسترسی Read را به این مدل ها دارند. برای مثال مدل PreferenceChoice که انتخاب های ممکن برای ترجیحات کاربر و میزان تاثیرشان را ذخیره می‌کند یک جدول با اعضاء ثابت در نظر گرفته شده است که تنها توسط ادمین سامانه و از طریق صفحه ادمین قابل تنظیم است.



کد 13

پس از معرفی endpoint ها و view ها در این قسمت به بررسی مدل های مورد استفاده در اپلیکیشن weather خواهیم پرداخت.

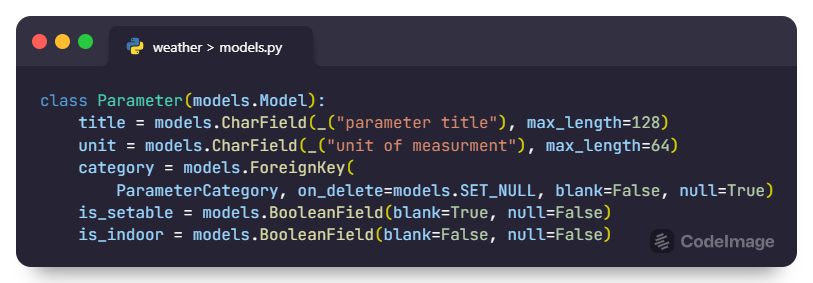
**دسته پارامترها (ParameterCategory) :**



کد 14

این مدل دارای تنها یک خصیصه از نوع رشته به نام title است که به نام دسته پارامتر تعریف شده در سامانه اشاره دارد. سطر های این جدول در طول زمان ثابت اند و تنها ادمین سامانه قابلیت اضافه و کم کردن یا تغییر دسته پارامتر‌ها را دارد. در سامانه فعلی پارامتر های معمول مانند دما، رطوبت با دسته basic و پارامتر های پیچیده تر آب و هوایی با دسته non-basic مشخص شده اند در نتیجه در حالت اولیه این مدل تنها دارای دو سطر متناظر با دو دسته خواهد بود اما ممکن است با گسترش سامانه در آینده نیاز به تغییر دسته بندی فعلی را افزایش و کاهش دسته ها داشته باشیم. در این شرایط است که ادمین سامانه به راحتی توانایی انجام این تغییر را بدون عوض کردن کد سامانه خواهد داشت.

**پارامتر(Parameter) :**

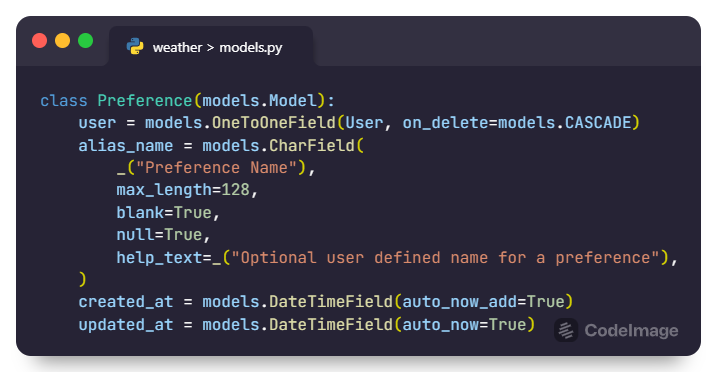


کد 15

سطرهای این جدول پارامتر های هواشناسی هستند. مواردی مانند دما، رطوبت و فشار از جمله این پارامتر‌ها هستند. هر پارامتر دارای خصیصه های title، unit و category است که به ترتیب به نام پارامتر، واحد و دسته آن اشاره دارند. دو خصیصه دیگر is\_setable و is\_indoor هستند. مورد اول به قابل تنظیم بودن یا نبودن پارامتر اشاره دارد. برای مثال فشار هوا در این سامانه غیرقابل تنظیم در نظر گرفته شده است. مورد دوم اشاره به این دارد که پارامتر مربوط به داخل خانه است یا بیرون. برای مثال برای پارامتر دما ممکن است دو سطر در این پایگاه داده داشته باشیم، یکی برای دمای داخل و دیگری برای دمای بیرون از خانه.

یکی راه های پیاده سازی ای که ممکن بود برای پارامتر های هواشناسی استفاده شود این بود که این پارامتر‌ها را به عنوان خصیصه های ثابتی از یک جدول مانند جدول وضعیت هوا در نظر بگیریم. اما این طراحی مقیاس پذیری بالایی ندارد و در طول زمان ممکن است دچار مشکل شود. مثلا اگر بخواهیم در سامانه تصمیم‌گیری هایی را بر مبنای پارامتر هایی انجام دهیم که در زمان طراحی سامانه به عنوان خصیصه در نظر گرفته نشده اند مجبور بودیم که طراحی جدول پایگاه داده و مدل های سامانه را تغییر دهیم. واضح است که چنین طراحی ای مطلوب ما نیست. بنابراین یک جدول جدا برای پارامتر‌ها طراحی کردیم تا هر زمان که نیاز بود بتوان به آسانی و بدون تغییر کد برنامه تغییرات را روی پارامتر‌ها اعمال کرد.

**ترجیحات کاربر (Preference) :**



کد 16

مدل ترجیحات این امکان را فراهم کرده که کاربر بتواند شرایط دلخواه خودش را از لحاظ دمای داخل خانه مشخص کند و این ترجیح به صورت اتوماتیک در تنظیم پارامتر دما لحاظ خواهد شد. هر کاربر تنها می‌تواند یک ترجیح فعال داشته باشد بنابراین خصیصه user به صورت OnetoOne تعریف شده است. کاربر از طریق خصیصه alias\_name می‌تواند نام دلخواهی را برای ترجیحش انتخاب کند. دو خصیصه بعدی نیز تاریخ های ساخت و آخرین بروزرسانی را در خودشان ذخیره می‌کنند.

**گزینه های ترجیحات کاربر (PreferenceChoice) :**

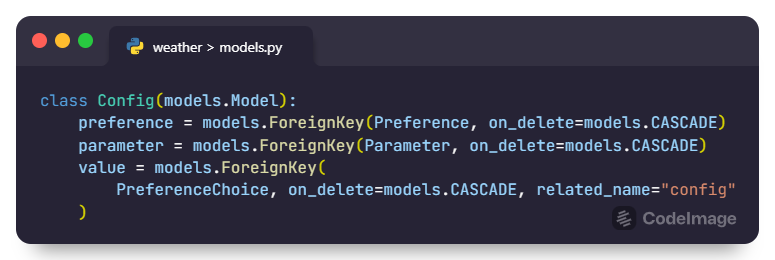


کد 17

سطر های جدول متناظر با این مدل، انتخاب های موجود برای ترجیحات کاربر هستند. دو خصیصه title و impact به ترتیب به نام و تاثیر این انتخاب ها روی دمای نهایی اشاره دارند. تاثیر به صورت درصد تعریف می‌شود. مثلا تاثیر 10 درصد به معنای این است که دمای نهایی بدست آمده برای خانه 10 درصد افزایش می‌یابد. کاربری که ترجیح می‌دهد دمای خانه اش معمولا بالا تر سطح نرمال باشد می‌تواند از این گزینه استفاده کند. تاثیر به صورت پیش‌فرض صفر در نظر گرفته شده است.

دسترسی به تغییرات روی این تنظیمات به علت حساسیت بالا فقط برای ادمین سامانه وجود دارد. همچنین این طراحی ارائه شده، توانایی تعریف ترجیحات جدید مطابق با اقتضای سامانه، بدون نیاز به تغییر کد و ساختار جداول و مدل ها، در هر زمانی را به ادمین سامانه می‌دهد.

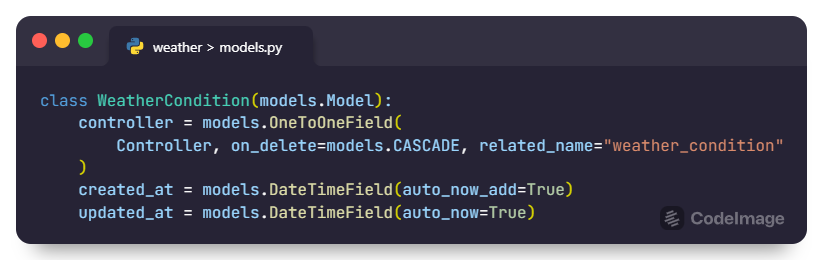
**نتظیم ترجیحات برای کاربر (Config) :**



کد 18

تنظیم و انتصاب گزینه های ارائه شده در مدل قبل به ترجیحات هرکدام از کاربر ها در این جدول صورت می‌گیرد. این جدول به نوعی ارتباط دهنده تمامی جدول های مربوط به ترجیحات است. هر سطر نشان می‌دهد که برای هرترجیح یک کاربر کدام پارامتر به کدام گزینه مرتبط شده است. تا اینجا فرض شد که ترجیحات تنها به روی دمای داخل عمل می‌کنند اما از این جدول می‌توان برداشت کرد که امکان تاثیر دادن ترجیحات روی پارامتر های دیگر نیز در صورت لزوم وجود دارد. همچنین با توجه به ارتباط چند به یک دو جدول Preference و Config این مورد مشخص می‌شود که می‌توان در یک ترجیح برای پارامتر های مختلفی گزینه های مختلفی انتخاب کرد.

**وضعیت آب و هوا (WeatherCondition) :**



کد 19

این مدل وظیفه ذخیره سازی اطلاعات هواشناسی دریافتی از سرور OpenWeather به عهده دارد. جزئیات پارامتر های هواشناسی در این جدول ذخیره نمی‌شوند و جدول فعلی پدر آن ها محسوب می‌شود یعنی در آن ها یک کلید خارجی به سمت این جدول وجود دارد.

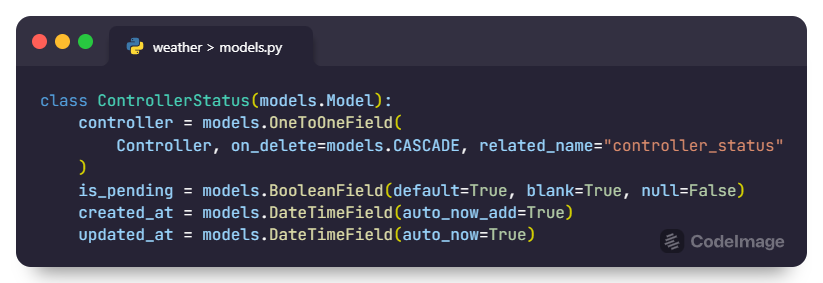
**جزئیات وضعیت آب و هوا (ParameterValue) :**



کد 20

جزئیات پارامتر های هواشناسی که در جدول قبلی اشاره شد، در جدول متناظر با این مدل ذخیره می‌شوند. خصیصه weather\_condition که یک کلید خارجی است مشخص می‌کند سطر فعلی مربوط به کدام وضعیت آب و هوا است. خصیصه parameter هم نشان دهنده پارامتری ای است که مقدارش در خصیصه value ذخیره می‌شود.

**وضعیت کنترلر (ControllerStatus) :**



کد 21

این مدل شباهت زیادی با مدل WeatherCondition دارد با این تفاوت که سطر های جدول متناظر با این مدل از لحاظ منطقی به وضعیت پارامتر های ارسال شده برای کنترلر اشاره دارند. جزئیات پارامتر ها در این جدول ذخیره نمی‌شوند. این مدل یک پدر برای مدل بعدی است که جزئیات وضعیت هر کنترلر که شامل مقدار پارامتر ها است را ذخیره می‌کند.

دیگر تفاوت این مدل با مدل وضعیت آب و هوا خصیصه is\_pending است که به منظور اطمینان از رسیدن اطلاعات به کنترلر پیاده‌سازی شده است. عملکرد آن به این صورت است که پس از ارسال اطلاعات مقدار این خصیصه False می‌شود و پس از رسیدن به مقصد، کنترلر یک پیام Ack برمیگرداند که این خصیصه را True می‌کند.

**جزئیات وضعیت کنترلر (StatusValue) :**



کد 22

این مدل از لحاظ ساختاری شباهت زیادی به مدل ParameterValue که در قبل توضیح داده شد دارد. اما از لحاظ منطقی در اینجا سطر های جدول جزئیات وضعیت تنظیم شده روی کنترلر های خانگی را نشان می‌دهند.

کنترلر های خانگی می‌توانند توسط کاربر روی حالت دستی تنظیم شوند. در این حالت اطلاعات ارسالی به خانه از داده های هواشناسی که در مدل های WeatherCondition و ParameterValue ذخیره شده اند بدست نم‌آیند. بلکه با توجه به درخواست کاربر، مقادیر مورد نظر او به صورت مستقیم در جدول StatusValue تنظیم می‌شوند و آن مقادیر برای کنترلر خانگی ارسال خواهد شد.

### 4-4-3- اپلیکیشن cservice

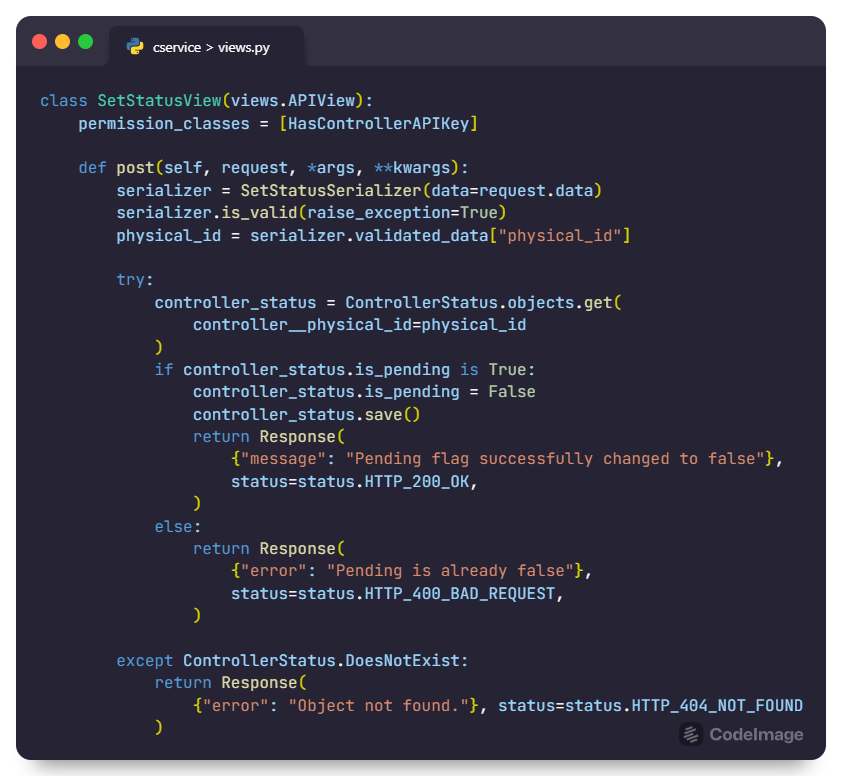
در این اپلیکیشن سرویس های مربوط به کنترلر که نیاز به عملیات های بیشتری نسبت به CRUD ساده داشتند آورده شده است. لیست زیر endpoint های مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول 8 لیست سرویس های cservice

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| name | view | operation | Endpoint |
| weather\_condition\_view | WeatherConditionView | دریافت وضعیت کنترلر از سرور توسط کنترلر خانگی | weather-condition/ |
| set\_status\_view | SetStatusView | دریافت پیام Ack از طرف کنترلر مبنی بر تنظیم موفقیت آمیز پارامتر های هواشناسی | set-status/ |
| register\_controller\_view | RegisterControllerView | دریافت پیام ثبت اولیه کنترلر | register-controller/ |

توضیحات درباره نحوه پیاده‌سازی دو endpoint مهم یعنی weather-condition/ و register-controller/ به ترتیب در بخش 3-2-2 آورده شده است.

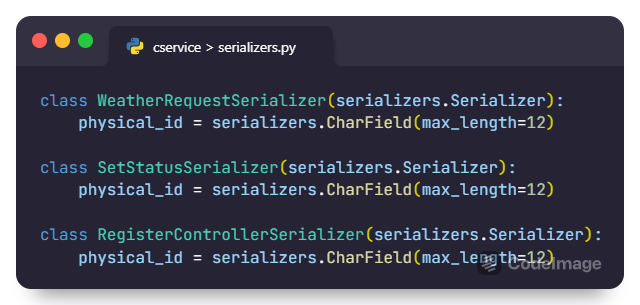
قطعه کد زیر نحوه ارائه سرویس برای دریافت پیام Ack از طرف کنترلر را توصیف می‌کند. همانند قبل این کد که منطق برنامه را کنترل می‌کند، در قالب یک کلاس، در فایل views.py پیاده سازی شده است.



کد 23

پس از بررسی شدن معتبر بودن پیام از لحاظ احراز هویت و محتوا برنامه سعی می‌کند تا کنترلر مربوط به شناسه فیزیکی موجود در پیام را پیدا کند. در صورتی که شئ مورد نظر وجود نداشته باشد، یک پیام با کد 404 مبنی بر اینکه شئ مورد نظر در سرور وجود ندارد به عنوان پاسخ برگردانده می‌شود. اما در غیر این صورت چک می‌شود که اگر خصیصه is\_pending برابر با False است تغییری در آن ایجاد نمی‌کند و پیام با کد 400 را برمی‌گرداند. اگر همه چیز مطابق میل بود باید is\_pending که قبلا True بوده است، حالا False شود و پیام موفقیت آمیز با کد 200 به عنوان پاسخ برگردانده شود.

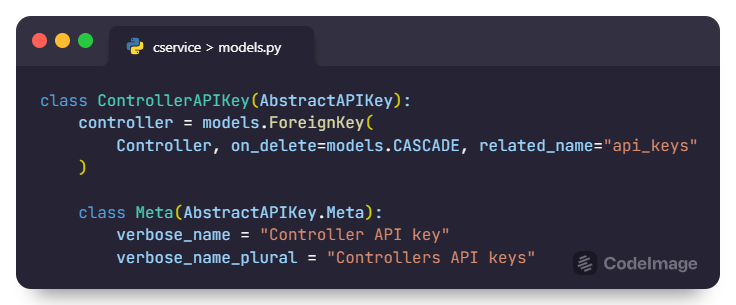
ساختار serializer ها نیز برای تمام سرویس های این اپلیکیشن به صورت زیر تعریف شده است.



کد 24

کد بالا نشان می‌دهد که در هر سه سرویس این اپلیکیشن تنها ورودی مورد نیاز به سرویس ها شناسه فیزیکی کنترلر ها است. البته برای اعطای دسترسی به درخواست ها نیاز به کلید احراز هویت نیز است که این کلید در بدنه درخواست وجود ندارد، بلکه در header پیام HTTP در قسمت Authorization قرار گرفته است.

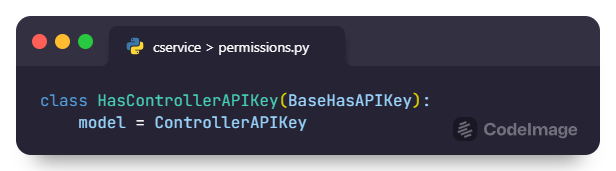
تنها مدل تعریف شده در cservise مدلی است که مربوط به اعطای کلید های احراز هویت به کنترلر است.



کد 25

این مدل از AbstractAPIKey ارث بری کرده است و با استفاده از تعیین کلید خارجی controller ارتباط مدل کلید ها به مدل controller برقرار شده است.

در cservice یک فایل جدید به نام permissions.py وجود دارد که وظیفه اش تعریف سطح دسترسی کنترلر ها به سرویس ها است.



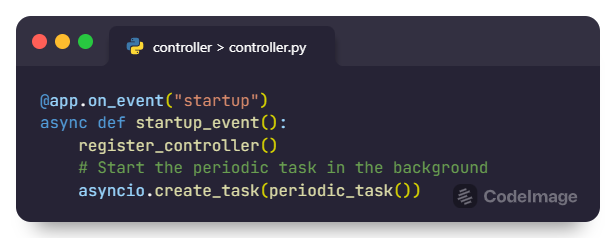
کد 29

در این کلاس از BaseHasAPIKey ارث بری کرده ایم و فقط مدل مذکور را به عنوان مقدار متغیر model به این کلاس معرفی می‌کنیم. حال HasControllerAPIKey به عنوان یک سطح دسترسی در سامانه تعریف شده است و امکان بهره‌گیری در view ها وجود دارد، همانطور که قبلا از آن استفاده کرده ایم.

### 5-4-3- پیاده‌سازی کنترلر

همانطور ها بخش ساختار پروژه توضیح داده شد، در توسعه کنترلر از ابزار FastAPI استفاده کردیم. همچنین توسعه در یک محیط جداگانه صورت گرفت که نیازمندی های متفاوتی از محیط توسعه سرور جنگو دارد. این نیازمندی ها در فایل requirements.txt مشخص شده اند.

در پوشه controller تنها یک فایل به نام controller.py داریم که کنترل کننده منطق عملکرد کنترلر خانگی است. در ابتدا تابع زیر اجرا می‌شود.



کد 30

در ابتدا تابع register\_controller() که وظیفه ثبت اولیه را به عهده دارد صدا زده می‌شود. پیاده‌سازی آن به صورت زیر است.



کد 26

قطعه کد بالا یک درخواست را شامل شناسه فیزیکی برای endpoint مربوط به ثبت اولیه یعنی register-controller ارسال می‌کند. دیگر توابع این فایل به نیز تقریبا مشابه با همین تابع هستند. وظیفه آنها آماده سازی پیام ها و ارسال آن پیام به سمت endpoint های مناسب است. منطق اصلی کنترلر توسط تابع متناوب periodic\_task() کنترل می‌شود که در بخش 3-2-2 در قسمت دریافت تنظیمات هواشناسی از سرور، به توصیف آن پرداختیم.

## 5-3- سرویس‌های ثانویه

در این سامانه علاوه بر خدمات ارائه شده توسط اپلیکیشن های home، weather و cservice ، دسته ای از خدمات هستند که در خارج از این چارچوب توسعه داده شده اند. این خدمات، جزء خدمات اصلی سامانه محسوب نمی‌شوند بلکه تکمیل کننده عملکرد مناسب سامانه خواهند بود. در ادامه به بررسی این سه خدمت می‌پردازیم.

### 1-5-3- احراز هویت[[15]](#footnote-15) کاربران

وجود خدمت احراز هویت از مواردی است که در نبود آن سامانه غیر قابل استفاده است. در این قسمت سعی داریم به معرفی خدمت های مرتبط با ثبت نام کاربر در سامانه و احراز هویت آن بپردازیم. لیست زیر endpoint های مربوط به این خدمات را معرفی می‌کند.

جدول 9 خدمات ورود

|  |  |
| --- | --- |
| operation | Endpoint |
| ورود به سامانه | login/ |
| بازنشانی رمزعبور | password/reset/ |
| تایید بازنشانی رمزعبور | password/reset/confirm/ |

Endpoint های جدول بالا برای عملکردشان نیاز ندارند که کاربر از قبل به سامانه وارد شده باشد.

جدول 10 خدمات خروج

|  |  |
| --- | --- |
| operation | Endpoint |
| خارج شدن از سامانه | logout/ |
| مشخصات کاربر | user/ |
| تغییر رمزعبور | password/change/ |

برای عملکرد درست Endpoint های جدول بالا نیاز است که کاربر از قبل به سامانه وارد شده باشد.

جدول 11 خدمات ثبت نام

|  |  |
| --- | --- |
| operation | Endpoint |
| ثبت نام در سامانه | registration/ |
| ارسال ایمیل تایید ثبت نام | registration/verify-email/ |
| ارسال مجدد ایمیل تایید ثبت نام | registration/resend-email/ |

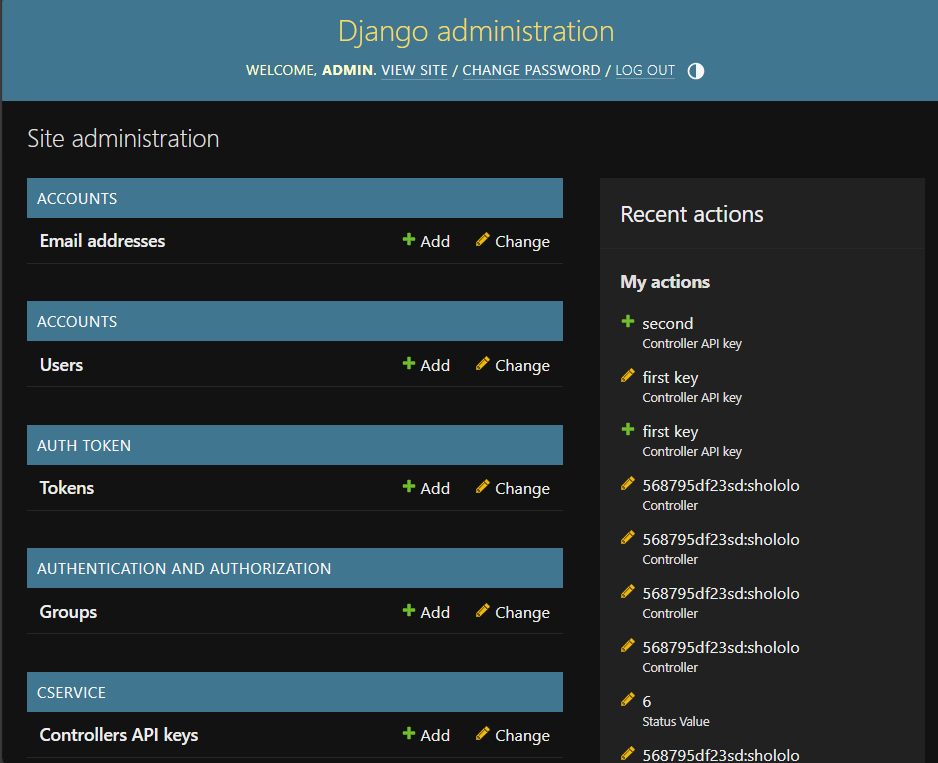
پس از انجام ثبت نام از طریق registration یک email شامل یک کلید به کاربر ارسال می‌شود که با وارد شدن آن کلید در verify-email ثبت نام کاربر تکمیل می‌شود.

### 2-5-3- صفحه ادمین

در این سامانه برای کاربران ادمین یک صفحه با رابط کاربری گرافیکی در نظر گرفته شده است که در آن امکان دسترسی به تمام مدل ها و انجام عملیات های مختلف روی آن ها با دسترسی ادمین فراهم است. برای ورود به این صفحه ابتدا نیاز به یک حساب کاربری از نوع superuser است. برای ساخت چنین حسابی می‌توان از دستور زیر در مسیر پروژه استفاده کرد.

python manage.py createsuperuser <<

پس از وارد کردن اطلاعات این کاربر ساخته می‌شود و حال امکان بهره‌گیری از صفحه ادمین را خواهد داشت. تصویر زیر صفحه اصلی پنل ادمین را نمایش می‌دهد که در آن امکان ایجاد تغییرات روی اشیاء مدل های مختلف وجود دارد. دسترسی به این صفحه ادمین از طریق مسیر localhost:port/admin صورت می‌گیرد



تصویر 10 صفحه ادمین سامانه

### 3-5-3- مستندات[[16]](#footnote-16)

در این چنین پروژه هایی که سعی بر ارائه سرویس هایی برای فراهم کردن امکان توسعه یک سامانه دارند معمولا چندین برنامه نویس باهم همکاری دارند. در نتیجه خوانایی و بروز بودن مستندات سامانه از اهمیت بالایی برخوردار است. در اینجا ما از ابزارهای تولید خودکار مستندات به نام redoc و swagger استفاده کرده ایم.

این مستندات از طریق endpoint های زیر قابل مشاهده و بهره‌گیری هستند.

جدول 12 مسیر مستندات پروژه

|  |  |
| --- | --- |
| schema/redoc/ | Redoc |
| schema/swagger-ui/ | Swagger |

## 6-3- امنیت[[17]](#footnote-17)

از مباحث موجود در بخش ها قبل این موضوع مشخص شد که هر دو المان سامانه یعنی کنترلر و کاربر که با سرور جنگو ارتباط برقرار می‌کنند نیاز به کنترل دسترسی و احراز هویت دارند. کاربران برخلاف کنترلر به صورت مستقیم به سرور جنگو متصل نمی‌شوند بلکه از طریق یک واسط به نام کلاینت front-end این ارتباط برقرار می‌شود. کنترلر ها مستقیم با خود سرور ارتباط برقرار می‌کنند.

بنابراین دو نوع احراز هویت برای این سامانه درنظر گرفته شده است.

* احراز هویت کاربران
* احراز هویت کنترلر

### 1-6-3- احراز هویت کاربران

از میان روش های مختلفی که برای احراز هویت در یک API وجود دارد در این سامانه از احراز هویت با استفاده از token ها استفاده می‌شود. برای تولید این token ها از یک اپلیکیشن موجود در خود کتابخانه Django rest framework به نام authtoken استفاده شده است. این اپلیکیشن شامل تمام مدل های موجود برای مدیریت token ها می‌شود.

### 2-6-3- احراز هویت کنترلر

یک روش بسیار مرسوم برای مدیریت دسترسی به API ها استفاده از کلید های API است. سرویس OpenWeather که ما دریافت اطلاعات هواشناسی را از آن انجام می‌دهیم نیز خودش از این روش استفاده می‌کند. برای پیاده سازی این احراز هویت از کتابخانه Rest Framework API Key استفاده شده است. در بخش پیاده‌سازی اپلیکیشن cservice با نحوه استفاده از این کتابخانه آشنا شدیم.

این کتابخانه نیز مانند authtoken مدل های از پیش آماده ای در اختیار ما قرار می‌دهدکه مدیریت کلید ها را به عهده دارند. برای کلید های این مدل ها امکان تعریف تاریخ انتقضا نیز وجود دارد به این صورت که پس از گذشتن یک دوره مشخص از زمان کلید منقضی می‌شود و دیگر امکان برقراری اتصال فراهم نخواهد بود مگر اینکه یک کلید جدید تولید و از آن استفاده شود.

در هر دو این روش ها کلید و token ها از طریق header مربوط به Authorization به سامانه ارائه می‌شوند. لازم به ذکر است که محرمانگی این کلید ها در زمان انتقال در شبکه با استفاده از پروتکل HTTPS حفظ خواهد شد و نیازی به ذخیره کلید ها در بدنه پیام ها و پیاده‌سازی رمزنگاری در لایه اپلیکیشن برای اطمینان از محرمانگی وجود ندارد.

علاوه بر تمام موارد ذکر شده، استفاده از یک چارچوب بسیار معروف به نام جنگو که به صورت پیش‌فرض دارای ویژگی های امنیتی بسیاری است، امنیت سامانه را در سطح بالاتری قرار می‌دهد. برخی از ویژگی های پیش‌فرض امنیتی جنگو در ادامه لیست شده اند.

* SSL/HTTPS
* SQL injection protection
* Host header validation
* Cross site request forgery (CSRF) protection

# فصل چهارم جمع‌بندی

در روند انجام این پروژه به در ابتدا فرایند استخراج نیازمندی های سامانه را انجام دادیم و پس از آن به طراحی شبکه سامانه مطابق با آنچه در بخش 1-3 معرفی شد پرداختیم. در ادامه فاز طراحی یک دیاگرام برای پایگاه داده طراحی شد و در ادامه پروژه طراحی این دیاگرام به بلوغ رسید.

درسامانه فرایند های مختلفی به خصوص در بخش کنترلر خانگی وجود دارد که به معرفی چندین مورد از مهم ترین آن‌ها در بخش 3-2-2 پرداختیم و پیاده سازی هرکدام را توضیح دادیم.

با توجه به مقایسه ای که بین ابزار های مختلف توسعه API ها انجام دادیم، ابزار Django rest framework را برای توسعه انتخاب کردیم. پس از آن ساختار مسیر پروژه را طبق آنچه شرح داده شد مشخص کردیم و سامانه را به اپلیکیشن ها متعددی تقسیم کردیم. برای هر اپلیکیشن ماژول های مختلفی را پیاده‌سازی کردیم و نهایتا در نتیجه آن خدمات سامانه در حالت آماده به خدمت دهی قرار گرفتند.

هدف از انجام این پروژه پیاده‌سازی بستری برای فراهم کردن امکان خودکار سازی عملیات تنظیم پارامتر های هواشناسی یک خانه هوشمند بود. سعی شد که تمام بخش های طراحی و پیاده‌سازی این پروژه در خدمت این هدف حرکت کنند و بستری را ارائه دهند که بتوان از خدمات آن استفاده کرد و یک سامانه مدیریت پارامتر های هواشناسی خانه هوشمند را توسعه داد.

# پیوست‌ها

[مخزن گیت هاب پروژه](https://github.com/aminhalvaei/smarthome)[1]

# مراجع

[1] Alaa, M., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., Talal, M., & Kiah, M. L. M. (2017). A review of smart home applications based on Internet of Things. Journal of network and computer applications, 97, 48-65.

[2] Stojkoska, B. L. R., & Trivodaliev, K. V. (2017). A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. Journal of cleaner production, 140, 1454-1464.

[3] https://www.aerisweather.com/industries/smart-home/

1. Internet of Things [↑](#footnote-ref-1)
2. Devices [↑](#footnote-ref-2)
3. Data Center [↑](#footnote-ref-3)
4. Web Service [↑](#footnote-ref-4)
5. Stateless [↑](#footnote-ref-5)
6. Framework [↑](#footnote-ref-6)
7. Microservice [↑](#footnote-ref-7)
8. Resources [↑](#footnote-ref-8)
9. Uniform Resource Identifiers [↑](#footnote-ref-9)
10. Home Controller [↑](#footnote-ref-10)
11. Django [↑](#footnote-ref-11)
12. Agile methods [↑](#footnote-ref-12)
13. Entity Relationship Diagram [↑](#footnote-ref-13)
14. Repository [↑](#footnote-ref-14)
15. Authentication [↑](#footnote-ref-15)
16. Documentation [↑](#footnote-ref-16)
17. Security [↑](#footnote-ref-17)