

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل  
برق و کامپیوتر

پروژه کارشناسی رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار

# اتوماسیون فرآیند انتخاب واحد بوسیله ارائه پیشنهاد برنامه های ترمی خودکار

نگارش

**طه رستمی**

استاد راهنما

دکتر سید محمود سخائی

مهر ۱۳۹۷

## فصل اول: مقدمه

۱-۱ موضوع پروژه	۲
۱-۲ اهمیت و کاربردها	۲
۱-۳ تعریف صورت مسئله بصورت دقیق تر	۲
۱-۴ اهداف پروژه	۳
۱-۵ گام‌های انجام پروژه	۳
۱-۶ خلاصه	۵

## فصل دوم: طراحی اولیه و آشنایی با مفاهیم پایه

۲-۱ مقدمه	۷
۲-۲ فشرده اول از تحلیل و طراحی	۷
۲-۳ فشرده دوم از تحلیل و طراحی	۹
۲-۳-۱ گام کاستن ۱	۹
۲-۳-۲ گام کاستن ۲	۱۰
۲-۴ سایر مولفه‌ها و سازماندهی بخش‌های مربوطه	۱۳
۲-۵ خلاصه	۱۴

## فصل سوم: ساختارها، الگوریتم‌ها و روش‌های اصلی حل مسئله

۳-۱ مقدمه	۱۶
۳-۲ ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم	۱۶
۳-۲-۱ نقص‌ها و چالش‌ها	۲۰
۳-۳ الگوریتم گام کاستن ۱	۲۲
۳-۴ الگوریتم مرحله ۱ از گام کاستن ۲	۲۳
۳-۵ ساختارها و الگوریتم‌های اصلی مرحله ۲ از گام کاستن ۲	۲۴
۳-۵-۱ درس‌ها و سطرهای رنگی	۲۴
۳-۵-۲ الگوریتم‌های مرحله ۲ از گام کاستن ۲	۲۵
۳-۶ الگوریتم پیشنهاد برنامه‌های ترمی	۲۷
۳-۶-۱ زیرساخت اول	۲۷
۳-۶-۲ بخش اصلی الگوریتم	۳۱
۳-۷ ارائه ترتیبی قابل اخذ برای سطرهای یک برنامه ترمی	۳۵
۳-۸ خلاصه	۳۵

## فصل چهارم: نسخه آزمایشی و نتایج آزمایشی

۴-۱	مقدمه	۳۷
۴-۲	آشنایی با نسخه آزمایشی	۳۷
۴-۳	نتایج حاصل از آزمایشات	۴۴
۴-۴	خلاصه	۴۵

## فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱	نتیجه گیری ها	۴۷
۵-۲	پیشنهادها	۴۷

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲ دید ما از یک الگوریتم در حالت کلی	۷
شکل ۲-۲. سطرهایی از جدول دروس ارائه شده در یکی از ترم‌ها	۸
شکل ۳-۲ تشخیص نحوه برخورد الگوریتم با ورودی‌ها از روی خروجی‌ها	۸
شکل ۴-۲ شمای کلی از مولفه‌های اصلی پروژه	۱۳
نمودار ۵-۲. تصویر کلی از مولفه‌های اصلی پروژه	۱۴
تصویر ۳-۱ ساختار توصیف کننده برنامه درسی وزارت علوم مصوب سال ۹۲ برای رشته مهندسی کامپیوتر	۱۸
شکل ۳-۲ مدل گرافیکی نمونه‌ای از ارتباطات Course، OfferedCourse، OfferedCourseRow	
Main.OfferedCourseRow	۲۸
شکل ۳-۳ شیوه محاسبه کردن تمام برنامه‌های ممکن و مجاز برای یک مجموعه درس ورودی سه تایی	۲۹
شکل ۱-۴ تصویری از صفحه خانه نرم‌افزار	۳۷
شکل ۲-۴ تصویری از قسمت‌های تعیین گرایش و تمرکز تخصصی	۳۸
شکل ۳-۴ تصویری از بخش جدول تطبیق دروس	۳۸
شکل ۴-۴ تصویری از بخش تاریخچه دانشجو	۳۹
شکل ۵-۴ تصویری از بخش بارگذاری دروس ارائه شده	۳۹
شکل ۶-۴ تصویری از نمونه فایل‌های قابل دستیابی در سیستم گلستان	۴۰
شکل ۷-۴ تصویری از فایل‌های ذخیره شده مربوط به دروس ارائه شده در ترم توسط دانشگاه	۴۰
شکل ۸-۴ تصویری از بخش بارگذاری دروس ارائه شده پس از تهیه موفقیت آمیز فایل هدف	۴۱
شکل ۹-۴ تصویری از بخش تنظیمات پردازشی	۴۱
شکل ۱۰-۴ تصویری از بخش انتخاب واحد	۴۲
شکل ۱۱-۴ تصویری از یک نمونه برنامه ترمی پیشنهاد شده توسط الگوریتم در نمایش لیست دروس	۴۳
شکل ۱۲-۴ تصویری از یک نمونه برنامه ترمی پیشنهاد شده توسط الگوریتم در نمایش جدولی	۴۳
شکل ۱۳-۴ تصویری از بخش برنامه‌های ذخیره شده	۴۴
شکل ۱۴-۴ تصویری از بخش تنظیمات	۴۴

# فصل اول:

## مقدمه

## ۱-۱ موضوع پروژه

در این پروژه تلاش شده است تا با تحلیل و بررسی و سپس توسعه برنامه ای کاربردی در قالب نمونه آزمایشی، راهکاری عملی برای اتوماسیون فرآیند انتخاب واحد که در ابتدای هر ترم توسط دانشجویان انجام می شود ارائه گردد. لازم به ذکر است که نسخه آزمایشی برای مهندسی کامپیوتر و مطابق برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم برای این رشته پیاده سازی شده است. همچنین برای انجام این پروژه علاوه بر طراحی و پیاده سازی الگوریتم های اساسی مورد نیاز، لازم بود تا جزئیات مهمی مانند محدودیت ها و قوانین آموزشی، الویت های دانشجویان و ... در نظر گرفته شود تا پروژه نه فقط یک برنامه کاربردی بلکه یک برنامه کاربردی کاربر پسند باشد. غیر از اینها این دید را هم داشتیم تا پروژه طوری پایه گذاری شود که برای رشته های دیگر و سایر برنامه های درسی مصوب وزارت علوم براحتی قابل توسعه باشد.

## ۱-۲ اهمیت و کاربرد ها

این موضوع از این جهت که می تواند فرآیند انتخاب واحد را برای دانشجویان تسریع و تسهیل نماید مفید و مورد علاقه است چرا که با پیشنهاد دادن تعدادی برنامه ترمی، مطابق با نیاز ها و اولویت های تعیین شونده توسط دانشجو وی را قادر می سازد تا با توجه به سلیقه خویش برنامه ای را جهت انتخاب واحد برگزیند و حال آنکه پیدا کردن چنین برنامه ای بصورت دستی در عمل، معمولاً کاری دشوارتر و اغلب زمانبرتر است.

علاوه بر اینها دانشگاه ها نیز می توانند مشتریان این پروژه باشند و از آن برای اعمال تغییراتی در فرآیند انتخاب واحد ترمی دانشجویان استفاده کنند. برای مثال آنها می توانند دانشجویان را قادر سازند تا پس از انتخاب برنامه، علاوه بر آنکه دانشجو می تواند کد درس ها را بصورت دستی در سامانه ثبت کند، امکان ثبت اتوماتیک درس ها با توجه به برنامه انتخابی را نیز اضافه کنند.

## ۱-۳ تعریف صورت مسئله بصورت دقیق تر

در ابتدای هر ترم، دانشگاه برنامه ای تحت عنوان **دروس ارائه شده در ترم** می کند که در واقع جدولی است که سطر های آن شامل مواردی از جمله درس، دانشکده ارائه دهنده درس، استاد ارائه دهنده درس، زمان و مکان برگزاری کلاس ها و تاریخ امتحان، ظرفیت و ... می باشد و دانشجو در ابتدای هر ترم باید با توجه به این جدول برنامه ای را برای ترم خود برگزیند.

هر دانشجو علاوه بر اینکه خود را ملزم می داند تا برنامه ای که انتخاب می کند مطابق با قوانین، از جمله قوانین مصوب وزارت علوم و آئین نامه های داخلی دانشگاه باشد، بدنبال برنامه ایست که با اولویت ها و سلیقه وی مطابق باشد.

بنابراین صورت مسئله بصورت دقیق تر اینست که ما می خواهیم دانشجو را در یافتن برنامه ترمی مورد نظرش یاری کنیم و بجای آنکه دانشجو بطور دستی بخواهد برنامه ای را برای خود برگزیند ما خود بر اساس اولویت های وی برخی از برنامه های ترمی مجازی که محدودیت های قانونی را ارضا می کنند پیدا کنیم و تعدادی از بهترین برنامه هایی را که در

بازه زمانی تعیین شونده‌ای پیدا کرده ایم به او ارائه دهیم.

تا به اینجا ما صورت مسئله را بصورت دقیق تر بیان کردیم اما این صورت مسئله همچنان ابهام دارد چرا که ما هنوز محدوده پروژه را مشخص نکرده ایم و به همین دلیل از محدودیت هایی که با توجه به حدود پروژه مشخص می شوند غافل مانده ایم.

ما محدوده پروژه را بدین صورت تعریف می کنیم که، پروژه ما با توجه به سیستم **گلستان** که در حال حاضر یکی از سامانه های مورد اقبال در زمینه سیستم های جامع آموزشی در میان دانشگاه های کشور محسوب می شود و برای رشته های فنی و مهندسی و براساس قوانین دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل انجام شود. بعلاوه مسئله فقط لازم است برای دانشجویانی که تنها در یک رشته تحصیلی مشخص تحصیل می کنند و برای دوره کارشناسی حل شود.

با مشخص شدن حدود پروژه محدودیت های جدیدی به پروژه اعمال می شوند برای مثال گفته شد پروژه قرار است برای سیستم گلستان نوشته شود و در حال حاضر در هنگام انتخاب واحد در این سیستم شما باید واحد ها را به ترتیبی ثبت کنید که همواره برنامه ترمی شما در وضعیت معتبری قرار داشته باشد یعنی برای مثال جهت اخذ درسی که همیازی دارد ابتدا باید همیازی آن درس را وارد کرده سپس خود درس را وارد کنید بنابراین به صورت مسئله این خواسته بصورت ضمنی اضافه می شود که علاوه بر پیشنهاد برنامه ترمی، درس های آن برنامه پیشنهادی را با ترتیبی قابل اخذ برای سیستم گلستان به نمایش در آورد.

بنابراین آنچه پیش تر بیان شد بعلاوه محدودیت هایی که حدود پروژه را تعیین می کنند صورت مسئله را بصورت دقیق تعریف می کنند.

#### ۴-۱ اهداف پروژه

ما می خواهیم مسئله ای که پیش تر در آخر ۳-۱ بصورت دقیق تعریف کردیم را تحلیل کرده و یک برنامه کاربردی در قالب نسخه ای آزمایشی که بتواند مسئله را بصورت کارا حل کند پیاده سازی کنیم. همچنین ما می خواهیم در تحلیل و حتی الامکان در پیاده سازی خود بگونه ای عمل کنیم که این پروژه بجای آنکه به محدودیت های تعیین شده توسط حدود پروژه وابسته باشد، این محدودیت ها را ارضا کند اما تحلیل و پیاده سازی بگونه ای باشد که بتوان پروژه را برای محدوده های دیگر براحتی و بسرعت انجام داد برای مثال با صرف زمانی اندک یا حتی بدون صرف هیچ زمانی بتوان آنرا برای دانشگاه دیگری پیاده سازی کرد یا بتوان آنرا برای برنامه های درسی وزارت علوم که در آینده می آیند، بسرعت پیاده سازی کرد.

#### ۵-۱ گام های انجام پروژه

پروژه ای که با آن سر و کار داریم یک پروژه نرم افزاری است و برای انجام یک پروژه نرم افزاری بصورت کلی می -



توانیم گام های زیر را در نظر بگیریم:

- نیاز های پروژه را تشخیص داده و پروژه را تحلیل کنیم.
  - به طراحی و پیاده سازی نرم افزار بپردازیم.
  - به بازمینی و تست نرم افزار و ارزیابی تست بپردازیم.
- مواردی که در بالا به آن اشاره کردیم بسیار کلی هستند و علیرغم آنکه تقریباً برای هر پروژه نرم افزاری لازم و ضروری می باشند اطلاعات ملموسی در اختیار ما نمی گذارند همچنین از ترتیب انجام کار ها نیز اطلاعاتی در اختیار نمی گذارند بنابراین فکر کردم خوب است بصورت تیتروار مراحل که واقعاً برای انجام این پروژه طی شده است را ذکر کنم. این مراحل به ترتیب شامل موارد زیر می باشند:
- مطالعه و بررسی جدیدترین برنامه های درسی فنی مهندسی مصوب وزارت علوم و تحلیل کلی پروژه که طی آن داده های ورودی مسئله و همچنین مراحل لازم برای انجام مسئله از قبیل گام کاستن ۱، گام کاستن ۲، الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی و امکانات بیشتر بدست آمدند بعلاوه مشخص کردن تکنولوژی های مورد استفاده برای پیاده سازی و بررسی معماری های مختلف نیز در این بخش انجام شد.
  - تهیه داده های اولیه - پیاده سازی بخش فراهم کننده خدمات فایل ها و مدلسازی دروس ارائه شده در ترم مبتنی بر سیستم گلستان - بعلاوه تست بخش پیاده سازی شده.
  - مطالعه مجدد برنامه های درسی وزارت علوم بعلاوه برنامه های تازه تصویت شده در فاصله این بخش و بخش سری قبل با عمق بیشتر - تحلیل و بررسی این برنامه ها و تلاش برای ارائه ساختاری عمومی که بتواند برنامه های درسی وزارت علوم را مدل کند - پیاده سازی ساختار ایجاد شده و تست آن.
  - پیاده سازی و تست بخش مقدماتی نرم افزار - پیاده سازی و تست گام های کاستن.
  - تحلیل و پیاده سازی و تست امکانات بیشتر شامل نمایش جدولی برنامه های پیشنهاد شده توسط نرم افزار و نمایش آنها با ترتیبی قابل اخذ برای سیستم گلستان بعلاوه امکان افزودن اطلاعات جانبی برای هر برنامه ترمی پیشنهادی و ذخیره سازی آن.
  - تهیه داده های جامع برای تست و ارزیابی نرم افزار.
  - طراحی الگوریتم برای جستجو و یافتن و سپس پیشنهاد دادن برنامه های ترمی مناسب - پیاده سازی و تست الگوریتم.
  - پیاده سازی بخش های **خانه و تنظیمات** و تست آنها.
  - ارزیابی نرم افزار، تشخیص عیوب و سپس بازنگری و اصلاح کد بعلاوه تغییر بعضی از نامگذاری ها.

ارزیابی مجدد نرم افزار.

ما فعلا از توضیحات فنی که دقیقا هر کدام از این موارد ذکر شده چه هستند صرف نظر می کنیم. در بخش های بعدی با این که هر کدام از این موارد دقیقا چه هستند بیشتر آشنا می شوید.

همانطور که از لیست بالا قابل فهم است گام های انجام پروژه مانند آنچه در ابتدا بصورت کلی و در سه بخش ارائه شده بود قابل تفکیک و جدا از هم نیست بلکه بنا به فراخور هر مرحله برای انجام آن مرحله اقدام شده است با این وجود از آنجا که نوشتن گزارشی بر مبنای ده موردی که به آنها اشاره شده بود کاری دشوار است ما فصل بندی ها را بگونه ای قرار می دهیم که نه مانند لیست ده موردی ذکر شده بلکه به گونه ای باشد که فهم پروژه را تسهیل کند و توضیح و تشریح آن آسان تر گردد.

## ۶-۱ خلاصه

در این فصل ابتدا پروژه را بصورت کلی معرفی کردیم و بعد از آن گفتیم که چرا این پروژه می تواند حائز اهمیت باشد سپس به تعریف دقیق مسئله ای که این پروژه قصد حل کردن آن را دارد پرداختیم و پس از برشمردن اهداف پروژه، گام های انجام آن را ابتدا در حالت کلی و سپس در حالت واقعی بیان کردیم و پس از مقایسه این دو حالت، استدلالی آوردیم که دلیل شیوه تنظیم فصل های ما را نمایان می کند.

## فصل دوم:

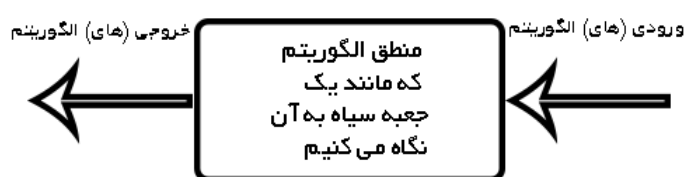
### طراحی اولیه و آشنایی با مفاهیم پایه

شرح کامل و جز به جز طراحی پروژه می تواند کاری خسته کننده باشد چرا که در فرآیند طراحی اغلب به جزئیاتی برمی خوریم که برای دقیق تر بودن پروژه نیاز است آنها را بررسی کنیم اما در عمل و پس از اتمام این فرآیند متوجه می شویم به بسیاری از این جزئیات نیازی نداشته ایم. ازینرو ما در اینجا بجای آنکه بخواهیم جز به جز آنچه بررسی کرده ایم را بیان کنیم به تشریح نتایج حاصل از طراحی می پردازیم چرا که آنچه که عملاً با آن سر و کار خواهیم داشت آنها هستند.

## ۲-۲ فشرده اول از طراحی

پس از تفکر پیرامون مسئله ای که در این پروژه قصد حل کردن آن را داشتیم متوجه شدیم که قلب این پروژه طراحی الگوریتمی جهت پیشنهاد برنامه ترمی می باشد.

از آنجا که هر الگوریتم در حالت کلی به ترتیب شامل سه قسمت: ورودی، منطق الگوریتم و خروجی آن می باشد، سعی کردیم صرف نظر از جزئیات تصور کنیم که ورودی و خروجی الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی باید چگونه باشد.



شکل ۱-۲ دید ما از یک الگوریتم در حالت کلی

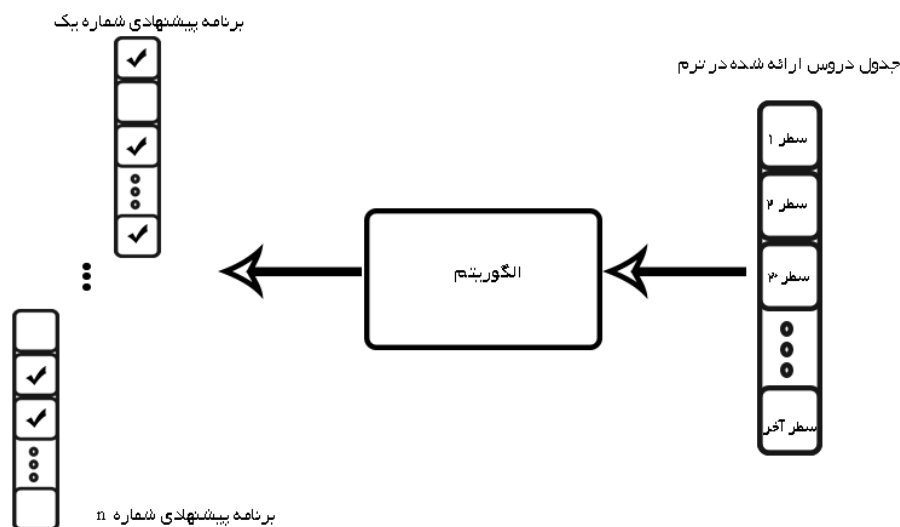
در واقع منطق الگوریتم را مانند جعبه سیاهی در نظر گرفتیم که فعلاً نمی دانیم که قرار است چگونه باشد اما با مشخص کردن ورودی ها و خروجی های حاصل از آن می خواهیم عملکرد و تاثیری که این جعبه سیاه در خروجی هایش می گذارد را شناسایی کنیم.

در فصل قبل گفتیم **دروس ارائه شده در ترم** بصورت یک جدول، هر ترم توسط دانشگاه ارائه می گردد و این جدول شامل سطرهایی شامل مواردی از جمله درس، دانشکده ارائه دهنده درس، استاد ارائه دهنده درس، زمان و مکان برگزاری کلاس ها و تاریخ امتحان، ظرفیت و ... می باشد. در شکل زیر می توانید نمونه ای واقعی از سطرهایی از این جدول را که در سیستم گلستان ارائه شده است مشاهده کنید.

شماره و گروه درس	نام درس	واحد کل	ظرفیت	ثبت شده	تعداد ثبت انتظار	چسبیت	نام استاد	زمان و مکان ارائه امتحان	توضیحات
۱-۱۲۲۱۰۵۴	هوش مصنوعی و سیستم های خبره	۲	۵۰	۴۴	۰	مختلط	عمراسور بدینی حسام درس(ت): يك شنبه ۱۶:۰۰-۱۷:۳۰ مکان: ۲۰۸ دانشکده برق		
۱-۱۲۲۱۰۵۵	امول طراحی کامپیایر	۲	۴۰	۲۷	۰	مختلط	علامه رودی علی درس(ت): سه شنبه ۱۴:۰۰-۱۵:۳۰ مکان: ۱۰۹ دانشکده برق		
۲-۱۲۲۱۰۵۶	آزمایشگاه سیستم های عامل	۱	۱۲	۱۲	۰	مختلط	جواهری عملیه درس(ع): سه شنبه ۱۰:۰۰-۱۲:۰۰		
۳-۱۲۲۱۰۵۶	آزمایشگاه سیستم های عامل	۱	۱۲	۱۱	۰	مختلط	علامه رودی علی درس(ع): شنبه ۱۰:۰۰-۱۲:۰۰		
۲-۱۲۲۱۰۵۷	آزمایشگاه مدارهای منطقی و معماری کامپیوتر	۱	۱۲	۱۲	۰	مختلط	کاگویی محمد درس(ع): سه شنبه ۱۰:۰۰-۱۲:۰۰		
۳-۱۲۲۱۰۵۷	آزمایشگاه مدارهای منطقی و معماری کامپیوتر	۱	۱۲	۱۲	۰	مختلط	کاگویی محمد درس(ع): سه شنبه ۱۰:۰۰-۱۲:۰۰		
۴-۱۲۲۱۰۵۷	آزمایشگاه مدارهای منطقی و معماری کامپیوتر	۱	۱۲	۱۲	۰	مختلط	کاگویی محمد درس(ع): شنبه ۱۴:۰۰-۱۶:۰۰		
۱-۱۲۲۱۰۵۸	روش پژوهش و ارائه	۲	۴۵	۴۰	۰	مختلط	زمانی فاطمه درس(ت): يك شنبه ۱۶:۰۰-۱۷:۳۰ مکان: ۱۰۵ دانشکده برق		
۱-۱۲۲۱۰۵۹	کارآموزی (مهندسی کامپیوتر)	۱	۱۰	۱	۰	مختلط	اسانید گروه آموزشی		دانشجویان جهت ثبت اسناد عنوان پروژه بررزه اطرین
۱-۱۲۲۱۰۶۶	پروژه نرم افزار	۳	۳۰	۳۰	۰	مختلط	اسانید گروه آموزشی		بیشجویان خدمت اقدام نمایند.

شکل ۲-۲. سطرهایی از جدول دروس ارائه شده در یکی از ترم ها

ما همه ی ورودی ها و خروجی های الگوریتم را در این مرحله تعیین نمی کنیم اما بدیهی است که یکی از ورودی های اصلی برای مسئله ما جدول دروس ارائه شده در ترم می باشد و الگوریتم باید در خروجی تعدادی از سطر های این جدول را که می خواهد بعنوان برنامه پیشنهاد دهد برگرداند. با این اوصاف می توانیم هر سطر از این جدول را مانند جعبه سیاهی در نظر بگیریم که الگوریتم در مورد انتخاب شدن یا انتخاب نشدن آن سطر در هر برنامه پیشنهادی باید تصمیم گیری کند.



شکل ۲-۳ تشخیص نحوه برخورد الگوریتم با ورودی ها از روی خروجی ها

اما نکته اینست که تعداد سطرهایی که در جدول دروس ارائه شده در ترم وجود دارند نسبت به آنچه دانشجو مجاز به اخذ آنها در آن ترم است بسیار بیشتر است. این نکته برای ما الهام بخش ایده ای بود که آن را **کاستن** نام نهادیم.

ایده کاستن به این معنی است که ما سعی کنیم از فضای بزرگ مسئله بکاهیم و آنرا کوچک تر کنیم. در واقع این ایده سعی می کند برخی از سطرها ی جدول دروس ارائه شده در ترم را که با توجه به شرایط دانشجو غیر قابل اخذ می باشند قبل از ارسال برای الگوریتم از ورودی حذف کند.

### ۲-۳ فشرده دوم از طراحی

دیدیم که ایده کاستن چگونه می تواند با تلاش برای کوچک کردن فضای مسئله، فضای جستجو برای الگوریتم را کوچک تر کند. اما تا به اینجا ایده کاستن را توصیف کردیم و هنوز نگفتیم که این ایده قرار است چگونه در عمل بکار گرفته شود. در ادامه به تشریح این مقوله می پردازیم.

#### ۱-۲-۳ گام کاستن

هر دانشجو شرایطی دارد که با توجه به آن ممکن است دامنه سطرهای قابل اخذ جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم برایش محدود تر شود. برای مثال باید سطرهایی که برای جنسیت زن بکار برده شده است را از دامنه سطرهای قابل اخذ برای دانشجو مرد حذف کرد.

دیدیم که یکی از راه های کاستن استفاده از شرایط دانشجو است. ما پس از تحلیل و بررسی بیشتر، شرایطی از دانشجو را که می توان از آن برای کاستن استفاده کرد مشخص کردیم و از میان آنها آن شرایطی را که می خواستیم در نرم افزار پیاده سازی کنیم مشخص کردیم.

در نهایت شرایطی را که برای پیاده سازی انتخاب کردیم شامل جنسیت، شماره ترمی که دانشجو در آن می خواهد انتخاب واحد کند (یعنی دانشجو ترم چند است)، تاریخچه دانشجو و تعداد واحد گذرانده شده توسط دانشجو (که این یک خصوصیت محاسباتی است و می توان آن را با توجه به تاریخچه دانشجو محاسبه کرد) می باشد.

ما تمام شرایط موجود دانشجو را انتخاب نکردیم برای مثال در سیستم گلستان سطرهایی وجود دارند که مشخص می کنند آن سطر خاص فقط برای ورودی های خاصی مثلا ورودی های ۹۱ و قبل از آن قابل اخذ می باشد و ما چنین شرطی را در لیستی که پیشتر گفتیم انتخاب نکردیم در این رابطه به چند نکته مهم توجه کنید. نکته اول آنکه برای این مثال خاص باید بدانید که سیستم گلستان برای هر سطر یک قسمت مربوط به توضیحات دارد و از آنجا که توضیحات احتمالا می توانند هر چیزی باشند ما در حالت کلی نمی توانیم توضیحات را توسط نرم افزار پردازش کنیم مگر آنکه به برنامه قابلیت پردازش زبان طبیعی بدهیم و از آنجا که چنین موردی در دامنه فعلی پروژه ما نمی گنجید آن را انتخاب نکردیم. نکته دوم اینکه با این حال موردی که ذکر شد جز مواردی است که باید حتمی حذف سطر و کاستن برایش اتفاق بیفتد چرا که اگر در برنامه پیشنهادی الگوریتم چنین سطر می موجود باشد، آن برنامه پیشنهادی نامعتبر خواهد بود ما برای مواجه با این مسئله دو راه حل داشتیم اولین راه حل آنکه هر چند قصد نداریم زبان طبیعی را پردازش کنیم اما این نوع توضیحات در سیستم گلستان و در دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل تا به اینجا اغلب و یا شاید همیشه با الگوهای خاص قابل تشخیصی نوشته شده اند بنابراین راه اول ما می تواند این باشد که این الگوها را شناسایی کنیم و پردازش را به همین الگوهای شناسایی شده محدود کنیم اما همانطور که در فصل اول قسمت اهداف پروژه ذکر شده بود ما نمی خواهیم پروژه خود را وابسته به محدوده مسئله کنیم و حال آنکه چنین راه کاری دقیقا یکی از مواردی است که می تواند قسمتی از پروژه را وابسته به محدوده مسئله کند. در عوض ما راه کار دیگری را برگزیدیم که در آن این نوع تشخیص بر عهده کاربر قرار می گیرد که در ادامه با آن آشنا خواهید شد. اما نکته سوم یک تاکید بیشتر است بر این موضوع که توجه

داشته باشید که ما گفتیم می‌خواهیم **سعی** (سعی با انجام دادن حتمی کار بصورت کاملاً موفق متفاوت است) کنیم از فضای حالات کلی بکاهیم و کاستن در اینجا به معنی کوچک تر کردن فضای مسئله با حذف **برخی** از سطرهای غیر مجاز است و نباید به اشتباه تصور کرد که الزاماً آنچه بعنوان ورودی به الگوریتم داده می‌شود صرفاً حالات مجاز است.

ما پیشتر از لفظ **تاریخچه دانشجو** استفاده کردیم مقصود ما از تاریخچه دانشجو اطلاعات مربوط به دروسی است که دانشجو آنها را با موفقیت گذرانده یا آنها را اخذ کرده اما نتوانسته با موفقیت بگذراند. ما با استفاده از اطلاعات حاصل از لیست انتخاب شده برای شرایط دانشجو به خصوص از تاریخچه دانشجو و با توجه به برنامه درسی وزارت علمی که دانشجو با آن در ارتباط است می‌توانیم متوجه شویم دانشجو در یک ترم خاص مجاز است چه درس‌هایی را در صورت ارائه شدن اخذ نماید.

از این پس ما به فرآیند حذف کردن سطرهایی از جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم که با استفاده از شرایط انتخاب شده دانشجو شامل جنسیت، شماره ترمی که دانشجو در آن می‌خواهد انتخاب واحد کند، تاریخچه دانشجو و تعداد واحد گذرانده شده توسط دانشجو بعلاوه برنامه و اطلاعات مخصوص مربوط به برنامه درسی مصوب وزارت علمی که مرتبط با دانشجو می‌باشد، **گام کاستن ۱** می‌گوئیم.

## ۲-۳-۲ گام کاستن ۲

گام کاستن ۱ تلاش لازمی بود که باید نهایتاً در قسمتی از پروژه اگر نه خود آن ولی حداقل عملکرد آن اعمال می‌شد با این حال این گام تنها گامی نیست که می‌توان در جهت کاهش فضای حالات برداشت. در این قسمت با گام کاستن ۲ آشنا می‌شوید که گامی است در حالت کلی اختیاری ولیکن ممکن است در شرایطی به حالت اجبار نیز در آید.

شاید پیدا کردن یک برنامه ترمی مجاز با توجه به جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم اغلب کار آسانی باشد اما کار زمانی سخت می‌شود که پای الویت‌های محدود کننده دانشجو به میان می‌آید. بنابراین پیش از آنکه بگوئیم گام کاستن ۲ چیست می‌خواهیم بدانیم الویت‌های دانشجویان برای انتخاب برنامه ترمی مورد نظرشان چگونه است.

دانشجویان برنامه ترمی خود را بر اساس الویت‌هایی انتخاب می‌کنند که ما این اولیت‌ها را به دو دسته کلی **الویت‌های باید و الویت‌های شاید** دسته‌بندی کردیم. الویت‌های باید الویت‌هایی هستند که باید در برنامه ترمی دانشجو **الزاماً** ارضا شوند درحالی‌که الویت‌های شاید الزام آور نیستند و می‌توانند در حالت کلی با سه جمله **بهرتر است این گونه باشد، بهتر است اینگونه نباشد و فرقی ندارد اینگونه باشد یا نباشد** توصیف شوند در کنار دو نوع الویت باید و شاید، الویت دیگری بنام **نباید** وجود دارد اما از آنجا که می‌توان نباید را با نقیض باید توصیف کرد از قرار دادن آن به عنوان یک دسته جداگانه از الویت‌ها خودداری کردیم.

رعایت قوانین از جمله قوانین وزارت علوم و آئین‌نامه‌های داخلی دانشگاه از الویت‌های باید به حساب می‌آیند اما الویت‌های باید الزاماً محدود به رعایت قوانین نیستند بلکه اولویت‌های باید می‌توانند بر اساس آگاهی دانشجو از اموری **حتمی** ولی **غیر قابل مشاهده** برای ما (نرم‌افزار) الزام آور شوند.

می‌توان منشأ اولویت‌های دانشجوی را از **اهداف استراتژیک** وی دانست. اهداف استراتژیک اهدافی هستند که دانشجو با توجه به آنچه خود برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری می‌کند مشخص می‌شوند برای مثال ممکن است دانشجویی بخواهد همزمان با تحصیل کار نیمه‌وقتی داشته باشد و بنابراین زمان‌های خاصی را الزاماً در برنامه ترمی خود بخواهد خالی نگه دارد یا مثلاً دانشجویی با این هدف که هر چه زودتر فارغ‌التحصیل شود بخواهد هر ترم حداکثر تعداد مجاز واحد را اخذ کند یا بعنوان مثالی دیگر دانشجویی درس خاصی را بخواهد حتمی با استاد خاصی بگیرد یا نگیرد و مثال‌های این‌چنینی دیگر که بسیارند. بنابراین برنامه ما باید این قابلیت را داشته باشد که دانشجو بتواند با استفاده از آن‌الویت‌های مد نظرش را برای نرم‌افزار مشخص کند.

پس از بحث بالا در این نوبت باید مشخص کنیم که نرم‌افزار ما چه اولویت‌هایی را می‌خواهد پوشش دهد. برای رسیدن به این هدف ابتدا لیستی از برخی نتایج معمول حاصل از اهداف استراتژیک دانشجویان به شرح زیر تهیه کردیم:

- مشخص کردن محدوده واحد (مثلاً این که دانشجو بخواهد برنامه ترمی وی بین ۱۶ تا ۱۹ واحد باشد)
  - اخذ کردن یک یا چند درس بصورت باید (دانشجو بخواهد درس یا درس‌هایی را در ترم جاری حتمی اخذ کند)
  - اخذ نکردن یک یا چند درس بصورت نباید (دانشجو نخواهد در هر حال یک یا چند درس خاص را در ترم جاری اخذ کند).
  - اخذ کردن یک گروه درسی خاص (معادل یک سطر از جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم) از یک درس بصورت باید (مثلاً از بین چهار گروه ارائه شده برای درس سیگنال و سیستم دانشجو بخواهد حتمی یک سطر خاص از این درس اخذ شود)
  - اخذ نکردن یک یا چند گروه خاص از یک درس به هر حال.
  - اخذ کردن یکی از چند درس مشخص بصورت باید (مثلاً دانشجو بخواهد بین دو درس از گروه معارف حتمی یک درس را از بین آنها در ترم جاری اخذ کند)
- علاوه بر موارد بالا می‌توان برای بعضی از آنها حالت شاید نیز اضافه کرد (برای مثال اینکه بگوییم این درس بهتر است در این ترم اخذ شود یا نشود) همچنین احتمالاً علاوه بر همه این‌ها بتوان موارد دیگری نیز به این لیست افزود.
- اگر بخواهیم از نگاه توانمندی کاربر به این لیست نگاه کنیم هر چه این لیست شامل موارد جزئی‌تر شود احتمالاً کاربر در توصیف اولویت‌هایش توانا تر خواهد بود اما دو نکته از نظر تحلیل و طراحی وجود دارد اول آنکه زیاد شدن بیش از اندازه موارد می‌تواند بجای آنکه کار کاربر را آسان کند عملاً باعث سختی بیشتر کار او شود چرا که قبل از آنکه کاربر بتواند از امکانات نرم‌افزار استفاده کند باید بداند که آنها چیستند و چگونه کار می‌کنند. نکته دوم اینکه از دید تحلیلی فقط توصیف اولویت‌های باید می‌توانند به کاستن فضای حالات مسئله بصورت مستقیم کمک کنند چرا که



الویت های شاید تنها در صدی از اقبال و علاقه کاربر نسبت به سطرهای جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم را بیان می کنند و در نتیجه نمی توان آنها را از جدول حذف کرد. با این اوصاف ما باید امکاناتی را برای پیاده سازی انتخاب کنیم که هم بتواند کاربر را در توصیف اولویت هایش توانا کند و هم باید از زیاد شدن بیش از اندازه امکانات بگونه ای که عملاً کار را برای کاربر دشوار کند پرهیز کنیم، غیر از آن نباید این امکانات بگونه ای کم یا غیر کاربردی باشند که کاربر تمایلی به استفاده از آنها نداشته باشد (توجه داریم که گام کاستن ۲ در حالت کلی اختیاری است) علاوه بر همه این ها تمایل داریم امکاناتی را انتخاب کنیم که از نظر پیاده سازی نیز ساده تر باشند. با سبک سنگین کردن همه این موارد به این نتیجه رسیدیم که پنج مورد اول از لیست پیش تر بیان شده را پیاده سازی کنیم. در واقع برای گزینه های شاید فقط حالتی که با **فرقی ندارد اینگونه باشد یا نباشد** بیان می شود را باقی گذاشتیم و مورد ششم از لیست ذکر شده را صرفاً برای راحت تر شدن پیاده سازی و همچنین بخاطر ترس از پیچیده شدن بیش از اندازه الگوریتم از لیست انتخابی حذف کردیم.

اما برای اینکه بتوانیم با توجه به اولویت های کاربر در مورد مواردی از قبیل ممکن بودن اولویت کاربر، متناقض نبودن آن با سایر الویت هایش آگاهی یابیم و همچنین برای تصمیم گیری در مورد حذف کردن برخی از سطرها جهت کاستن از فضای حالات، باید بدانیم که در بررسی هایمان کلاس هایی که ظرفیت آنها پر شده است را فیلتر کنیم یا فیلتر نکنیم بعلاوه باید بدانیم تداخل امتحانی نیز چک شود یا نشود. پس باید این دو مورد نیز از کاربر پرسیده شود.

از این پس به فرآیند دریافت اطلاعات و اولویت های کاربر و تلاش برای حذف سطرهایی از جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم با توجه به اولویت های مشخص شده، **گام کاستن ۲** می گوئیم.

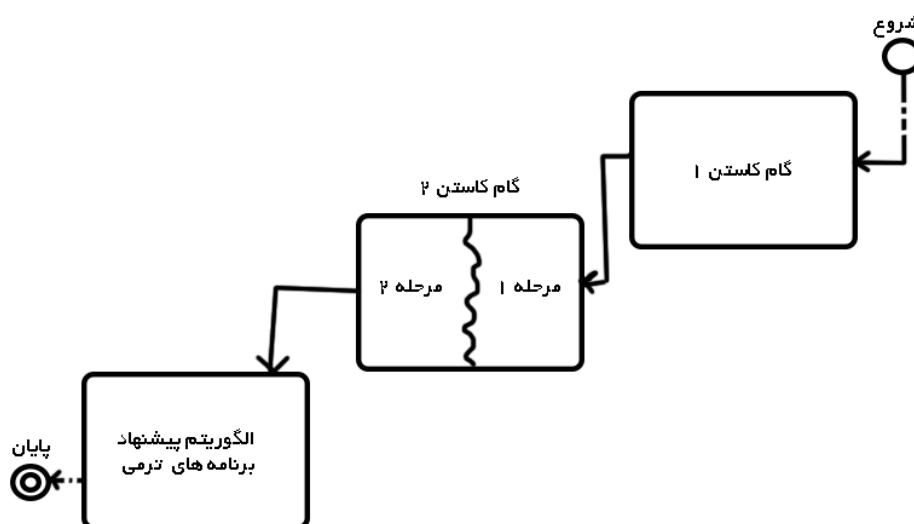
همچنین به فرآیند دریافت الویت ها و اطلاعات کاربر شامل حداقل و حداکثر واحد برای اخذ در ترم جاری، بررسی یا عدم بررسی تداخل امتحانات و فیلتر کردن یا فیلتر نکردن سطرهای با ظرفیت پر و تلاش برای حذف سطرهایی از جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم با توجه به اولویت های مشخص شده، **مرحله ۱ از گام کاستن ۲** می گوئیم.

همینطور به فرآیند دریافت الویت های کاربر بجز آنچه در مرحله ۱ از گام کاستن ۲ مشخص شد و تلاش برای حذف سطرهایی از جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم با توجه به اولویت های مشخص شده، **مرحله ۲ از گام کاستن ۲** می گوئیم.

قبل از به پایان بردن این بخش می خواهیم به قسمتی که در آن این سوال مطرح شده بود که در قبال ستون توضیحات سیستم گلستان چگونه عمل کنیم بازگشته، پاسخ دهم. اکنون اگر به لیست مواردی که برای گام کاستن ۲ مشخص کرده- ایم توجه کنید می بینید می توان براحتی با استفاده از این گام مشکل مربوط به ستون توضیحات را به کمک کاربر حل کرد و این یکی از همان شرایطی است که طی آن گام کاستن ۲ از حالت اختیاری خارج می شود.

## ۴-۲ سایر مولفه ها و سازماندهی بخش های مربوطه

با توجه به آنچه تا به اینجا گفته شد می توان پروژه را پس از دریافت ورودی اولیه (یعنی ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوبی از وزارت علوم که با دانشجو در ارتباط است) به ترتیب به صورت بخش های گام کاستن ۱، مرحله ۱ از گام کاستن ۲، مرحله ۲ از گام کاستن ۲ و سپس الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی در نظر گرفت.



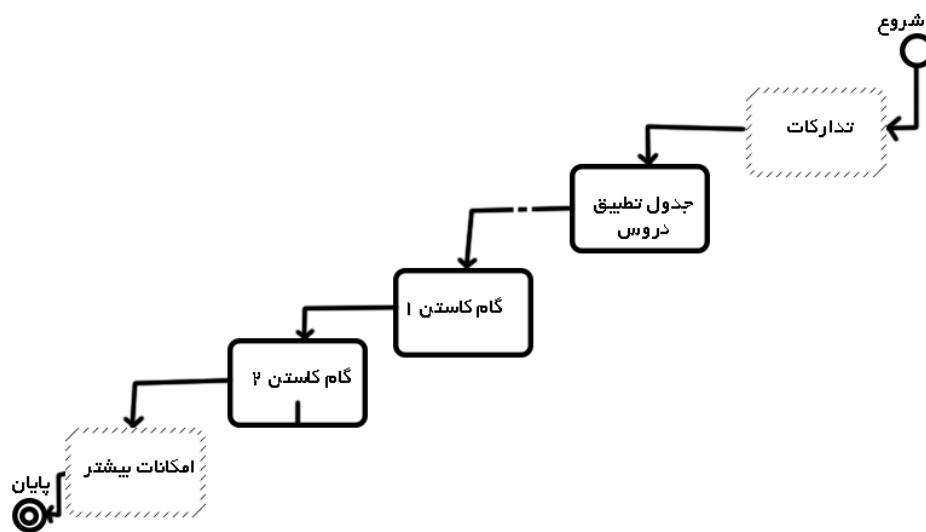
شکل ۲-۴ شمای کلی از مولفه های اصلی پروژه

حالا به صورت فشرده به سایر مولفه ها می پردازیم.

دانشگاه های مختلف الزاما تمام دروس موجود در برنامه درسی مصوب وزارت علوم را ارائه نمی دهند بعلاوه گاهی بجای یک درس موجود در برنامه مصوب وزارت علوم، درس معادلی را بجای آن ارائه می دهند ما در مواجهه با این موضوع مولفه ای بنام **جدول تطبیق دروس** را به مولفه های نرم افزار اضافه کردیم. این جدول شامل سطرهایی با چهار ستون می باشد که این ستون ها عبارتند از شناسه درس، عنوان درس در برنامه درسی مصوب وزارت علوم، نام درس در دانشگاه مقصد و کُد درس در دانشگاه مقصد.

از این پس به درس هایی از برنامه درسی مصوب وزارت علوم مرتبط با دانشجو که در دانشگاه مقصد (دانشگاهی که دانشجو با توجه به برنامه ارائه شده توسط آن دانشگاه انتخاب واحد می کند) ارائه می شوند **درس های موجود** و به آنهایی که ارائه نمی شوند **درس های ناموجود** می گوئیم.

علاوه بر مولفه جدول تطبیق دروس، دو مولفه بنام های مولفه **تدارکات** و مولفه **امکانات بیشتر** را نیز اضافه می کنیم. در واقع این دو مولفه را بعنوان جانگهدار برای قسمت هایی که ممکن است در تحلیل دیده نشده باشند به مولفه های پروژه افزودیم.



نمودار ۲-۵. تصویر کلی از مولفه های اصلی پروژه

پس از پیاده سازی، در نمونه آزمایشی پروژه، مولفه تدارکات شامل بخش های مربوط به **خانه و تعیین گرایش و تمرکز** شد و مولفه امکانات بیشتر نیز شامل بخش های **نمایش و افزودن اطلاعات بیشتر به برنامه های پیشنهادی و ذخیره سازی آنها و تنظیمات** شد.

برای قسمت هایی از پروژه مثلاً برای تبدیل فایل های برنامه دروس ارائه شده در ترم به فایل قابل پردازش برای نرم افزار به مولفه ای مستقل از سایر بخش ها نیاز داریم که خدمات مربوط به فایل های مورد نیاز نرم افزار را فراهم کند. این مولفه را در عمل پیاده سازی می کنیم اما آنرا در شکل ها نشان نمی دهیم چرا که همانطور که گفتیم این بخش از سایر بخش ها مستقل پیاده سازی می شود. این مولفه را **فراهم کننده خدمات فایل ها** می نامیم.

## ۲-۵ خلاصه

در این فصل نتایج بدست آمده از تحلیل و طراحی پروژه را تشریح کردیم. در ابتدا سعی کردیم تاثیر و عملکرد الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی را شناسایی کنیم. در همین میان با ایده ای بنام کاستن آشنا شدیم و بعد از آن بخش قابل توجهی از این فصل را به تشریح این ایده پرداختیم. در پایان نیز مولفه های دیگری از پروژه را شناسایی کرده و مولفه های پروژه را سازماندهی کردیم.

## فصل سوم:

ساختارها، الگوریتم‌ها و روش‌های اصلی حل مسئله

در فصل قبل نتایج حاصل از تحلیل و طراحی پروژه را تشریح کردیم. در این فصل به مدلسازی داده‌ها و ارائه الگوریتم‌ها و روش‌های بکار گرفته شده برای حل مسائل اصلی پیش رو، می‌پردازیم.

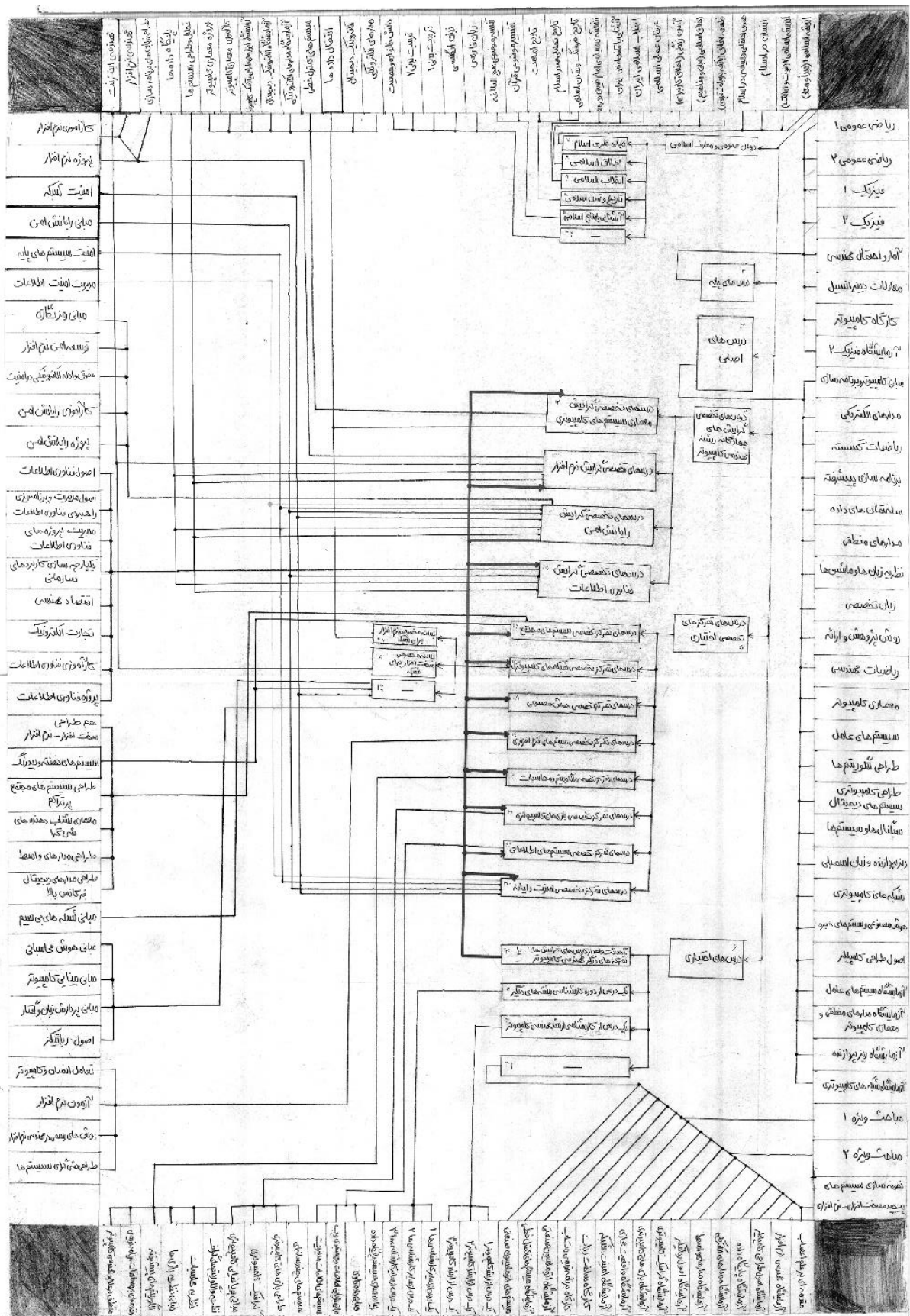
## ۳-۲ ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم

یکی از مهمترین ورودی‌های مسئله ما برنامه درسی مصوب وزارت علوم است که با دانشجو در ارتباط است. این ارتباط ممکن است براساس مواردی از قبیل رشته تحصیلی، گرایش، سال ورود به دانشگاه و ... تعیین شود برای مثال دانشجوی مهندسی کامپیوتر ورودی ۹۳ باید از برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم پیروی کند درحالی‌که دانشجوی همین رشته اما ورودی ۹۷، با برنامه درسی مصوب سال ۹۶ آن، ارتباط دارد. تصمیم مهمی که باید اخذ می‌کردیم درباره چگونه مدلسازی کردن برنامه درسی مصوب وزارت علوم بود. در ادامه به تشریح مدلسازی خود می‌پردازیم.

برنامه‌های درسی مصوب وزارت علوم شامل دو مولفه درس و محدودیت می‌باشند. درواقع هر برنامه درسی مصوب وزارت علوم شامل تعدادی درس است که وزارت علوم با محدودیت‌هایی که در برنامه درسی مصوب خود اعمال می‌کند شرایط اخذ هر درس را مشخص می‌کند. نکته دیگر اینکه این محدودیت‌ها انواع شناخته شده و مشخصی دارند که عبارتند از: پیشنیازی و هم‌نیازی دروس، حداقل ترم برای اخذ درس، حداقل تعداد واحد برای اخذ درس، حداقل و حداکثر واحد مجاز برای اخذ درس‌های موجود در یک گروه از درس‌ها یا انواعی از درس‌های یک گروه (مثلاً از درس‌های پایه در برنامه مصوب ۹۲ کامپیوتر باید ۲۰ واحد گذرانده شود یا عبارت دیگر حداقل و حداکثر ۲۰ واحد)، بعلاوه نوع دیگری از محدودیت‌ها که روی ارتباط دانشجو با برنامه درسی مصوب وزارت علوم اعمال می‌شود (مثلاً برای دانشجو کامپیوتر ورودی ۹۳ این نوع از محدودیت را می‌توان، آن محدودیت‌هایی برای اخذ درس‌ها در نظر گرفت که به واسطه گرایش و تمرکز تخصصی دانشجو مشخص می‌شوند). می‌توان سه محدودیت اول نامبرده شده را بعنوان خصیصه‌های یک درس در نظر گرفت. به این ترتیب مدل ما باید توانایی این را داشته باشد که سایر محدودیت‌های وصف نشده را پشتیبانی کند و همچنین با محدودیت‌هایی که بعنوان خصیصه به درس‌ها انتساب داده شده‌اند سازگار باشد. با این اوصاف برای ساختار خود عناصری تعریف کردیم که با استفاده از آنها بتوان برنامه مصوب وزارت علوم را به شکل یا شکل‌هایی توصیف کرد. این عناصر عبارتند از:

- درس -> یک درس منبعی است که می‌تواند به یک یا چند گروه وصل باشد (ارتباط داشته باشد).
- گروه یا دسته درسی -> یک گروه یا دسته درسی، عنصری است که می‌تواند با دسته‌های درسی دیگر از طریق گیت‌های ورودی یا خروجی ارتباط داشته باشد یا با درس‌های دیگر نیز ارتباط داشته باشد.
- کارت اعتباری -> ساختاری است که از آن برای تعیین اعتبار و تشخیص سطح دسترسی استفاده می‌شود.

- محدودیت -> ساختاری است که با آن می‌توان محدودیت‌های حداقل و حداکثر واحد مجاز برای اخذ درس - های موجود در یک گروه از درس‌ها یا انواعی از درس‌های یک گروه را توصیف کرد.
  - گواهینامه -> ساختاری است که می‌تواند شامل تعدادی محدودیت بعلاوه سطوح دسترسی معین که به کمک کارت‌های اعتباری قابل بیان است، باشد.
  - گیت -> ساختاری است که می‌تواند تعدادی گواهینامه را بر روی دسته درسی مبدائی به دسته درسی مقصدی مشخص کند.
  - گیت ورودی و گیت خروجی -> گیت ورودی و گیت خروجی، مفاهیمی هستند که با توجه به جهت قراردادی، در حرکت از یک دسته درسی به دسته درسی دیگر شکل می‌گیرند. برای مثال فرض کنید بین دسته درسی الف و ب از طریق یک گیت، ارتباطی برقرار باشد و جهت قراردادی نیز، از الف به ب باشد در اینصورت مرجع گیت در الف گیت خروجی و مرجع گیت در ب گیت ورودی است.
  - گروه یا دسته درسی فقط خروجی -> دسته درسی‌ای که همه گیت‌های آن با توجه به جهت قراردادی، خروجی باشند را گروه یا دسته درسی فقط خروجی می‌نامیم.
  - گروه یا دسته درسی فقط ورودی -> دسته درسی‌ای که همه گیت‌های آن با توجه به جهت قراردادی، ورودی باشند را گروه یا دسته درسی فقط ورودی می‌نامیم.
  - گروه یا دسته درسی هم ورودی هم خروجی -> دسته درسی‌ای که با توجه به جهت قراردادی هم گیت‌های ورودی و هم گیت‌های خروجی داشته باشد را گروه یا دسته درسی هم ورودی هم خروجی می‌نامیم. (در ساختار ما این نوع گروه نباید با هیچ درسی ارتباط باشد)
  - ریشه -> گروه یا دسته درسی فقط خروجی را که ارجاع به هیچ درسی نداشته باشد ریشه می‌نامیم. (هر ساختار توصیفی ما باید دقیقاً یک ریشه داشته باشد).
  - گروه یا دسته درسی سطح اول -> گروه‌ها یا دسته‌های درسی‌ای که با ریشه ارتباط داشته باشند را گروه‌ها یا دسته‌های درسی سطح اول می‌نامیم.
  - نود پایانی یا لبه -> گروه‌ها یا دسته‌های درسی فقط ورودی را که با حداقل یک درس در ارتباط باشند، نود پایانی یا لبه می‌نامیم.
- شاید درک این عناصر از روی توضیحات بالا کار دشواری باشد. در ادامه کار خود را با توضیح از روی یک مثال عملی ادامه می‌دهیم.



تصویر ۳- ساختار توصیف کننده برنامه درسی وزارت علوم مصوب سال ۹۲ برای رشته مهندسی کامپیوتر

تصویر پیشین، تصویری است از ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم برای رشته مهندسی کامپیوتر. البته در این شکل همه عناصر ساختاری که پیش تر معرفی کرده بودیم نمایش داده نشده اند برای مثال در این تصویر عناصر مربوط به گواهینامه نمایش داده نشده است.

در چهار گوشه تصویر عناصر **درس** قرار گرفته اند که هر کدام از روی عنوان نوشته شده روی آنها قابل تشخیص می باشند.

جهت قراردادی ما از سمت **راست به چپ** می باشد و بنابراین جعبه سیاه رنگی که بالا و سمت راست تصویر قرار دارد و گروهی است فقط خروجی، نمایانگر **ریشه** می باشد. (سایر جعبه های سیاه صرفاً جنبه نمایشی دارند) جعبه هایی که در وسط صفحه قرار گرفته اند (یعنی همه جعبه ها بجز درس ها و سه جعبه تیره رنگ صرفاً نمایشی)، **گروه ها** هستند.

گروه های دروس عمومی و معارف، درس های تخصصی گرایش های چهارگانه رشته مهندسی کامپیوتر، درس های تمرکز تخصصی اختیاری و دروس اختیاری، درس های تمرکز تخصصی شبکه های کامپیوتری و تا هشت واحد از درس های گرایش ها یا تمرکزهای دیگر مهندسی کامپیوتر **گروه های هم ورودی هم خروجی** هستند.

گروه های دروس عمومی و معارف، درس های پایه، درس های اصلی، درس های تخصصی گرایش های چهارگانه رشته مهندسی کامپیوتر، درس های تمرکز تخصصی اختیاری و دروس اختیاری گروه های **سطح اول** هستند.

گروه های درس های پایه، درس های اصلی، مبانی نظری اسلام، اخلاق اسلامی، انقلاب اسلامی، تاریخ و تمدن اسلامی، آشنایی با منابع اسلامی، خط تیره دروس عمومی و معارف اسلامی، درس های تخصصی گرایش معماری سیستم های کامپیوتری، درس های تخصصی گرایش نرم افزار، درس های تخصصی گرایش رایانش امن، درس های تخصصی گرایش فناوری اطلاعات، درس های تمرکز تخصصی سیستم های مجتمع، درس های تمرکز تخصصی هوش مصنوعی، درس های تمرکز تخصصی سیستم های نرم افزاری، درس های تمرکز تخصصی الگوریتم و محاسبات، درس های تمرکز تخصصی بازی های کامپیوتری، درس های تمرکز تخصصی سیستم های اطلاعاتی، درس های تمرکز تخصصی امنیت رایانه، یک درس از دوره کارشناسی رشته های دیگر، یک درس از کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، خط تیره دروس اختیاری، بسته مخصوص نرم افزار برای شبکه، بسته مخصوص سخت افزار برای شبکه و خط تیره درس های تمرکز تخصصی شبکه های کامپیوتری گروه های فقط ورودی هستند و **لبه های** این ساختار را تشکیل می دهند.

همانطور که قبل تر نیز اشاره کردیم در این تصویر همه عناصر نمایش داده نشده اند اما برای آنکه یک دید کلی از اینکه این عناصر چگونه و کجا هستند پیدا کنید در این رابطه چند مثال ارائه می کنیم - یالی که با گیت ورودی ریشه به گیت خروجی دروس اصلی مشخص شده را در نظر بگیرید، بروی این یال گواهینامه ای قرار دارد که طبق آن حداقل و حداکثر ۵۹ واحد درسی می تواند از آن عبور کند (محدودیت) و اخذ درس های آن برای همه دانشجویان مجاز می باشد (کارت اعتباری) در واقع فرض کنید یک دانشجو کامپیوتر که با این برنامه درسی ارتباط دارد با گرایش و تمرکز



مخصوص به خود از ریشه شروع به حرکت به سمت لبه ها که منابع (درس های مختلف) آنجا قرار دارند می کند، در این مسیر دانشجو باید بتواند از یال ها بدون نقض کردن شرایط آنها عبور کند، مثلاً اگر دانشجو تا به حال ۳ واحد از درس های اصلی را گذرانده باشد می تواند از ریشه به لبه ی درس های اصلی برود و از آنجا برای خود یکی از دروسی که مجاز به اخذ آنها است را انتخاب کند- بعنوان مثالی دیگر دانشجویی با گرایش مهندسی نرم افزار که شش واحد از درس های تخصصی و دو واحد آزمایشگاه از دروس اختیاری خود را گذرانده است در نظر بگیرید. در اینصورت این دانشجو اگر از مسیر ریشه به درس های تخصصی گرایش های چهارگانه مهندسی کامپیوتر حرکت کند، فقط مجاز به اخذ درس از درس های تخصصی گرایش نرم افزار می شود چرا که مجوز دسترسی به سه گروه تمرکز تخصصی دیگر را نداشته، تنها مجوز در این مسیر برای او مربوط به درس های تمرکز تخصصی گرایش نرم افزار می باشد و از آنجا که تا به حال شش واحد از دروس این گروه را گذرانده بدون نقض کردن محدودیت ها می تواند به این گروه رسیده از آن درس یا درس- هایی مجاز برای خود اخذ کند. این در حالیکه که همین دانشجو اگر بخواهد از ریشه به دروس اختیاری و سپس به دروس تخصصی گرایش نرم افزار برسد مجوز لازم برای اینکار را نداشته ولی مجوز دسترسی به دروس تخصصی سایر گرایش ها را دارد که اگر بتواند از میان درس های مجاز درسی را بدون نقض کردن محدودیت های موجود در طول مسیر بیابد می تواند آنرا اخذ کند. برای مثال اگر دانشجو درس مدارهای الکترونیکی را نگذرانده باشد و مجاز به اخذ این درس هم باشد (مثلاً پیشنیازی همبازی برقرار باشد)، می تواند این درس را اخذ کند چرا که هیچ محدودیتی را در طول مسیر نقض نمی کند؛ حالا فرض کنید این دانشجو درس آزمایشگاه الکترونیک دیجیتال را نگذرانده باشد و مجاز به اخذ آن نیز باشد، در اینصورت اما دانشجو نمی تواند این درس را اخذ کند چرا که پیشتر گفته بودیم دانشجو دو واحد آزمایشگاه از دروس اختیاری خود را گذرانده است و اگر بخواهد این درس را اخذ کند موجب نقض محدودیت در طول مسیر می شود (برای مثال روی یال ریشه به دروس اختیاری محدودیت حداقل و حداکثر دو واحد آزمایشگاه قرار داده شده است).

### ۱-۲-۳ نقص ها و چالش ها

ما در پیاده سازی خود از همین ساختار برای توصیف برنامه درسی مصوب وزارت علوم استفاده کرده ایم اما این ساختار در حالت کلی ضعف هایی دارد و همچنین با چالش هایی مواجه است. در ادامه به تشریح این موارد می پردازیم.

در برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم برای رشته کامپیوتر، ایراداتی وجود داشت مثلاً در جایی نام درس، گسسته و در جایی دیگر از نام ساختمان گسسته استفاده شده است در حالیکه منظور از هر دو همان گسسته بود و غیره. هنگامی که من این برنامه را تحلیل می کردم مشاهده کردم پیشنیازها یا همبازی های یک درس در جاهای مختلف، متفاوت است برای مثال، در این برنامه درسی برای درس پایگاه داده ها در گروه تخصصی نرم افزار و همچنین رایانش امن، درس ساختمان های داده به عنوان پیشنیاز در نظر گرفته شده است در حالیکه برای همین درس در گروه تخصصی فناوری اطلاعات، درس تحلیل و طراحی سیستم ها بعنوان پیشنیاز ذکر شده است. من همانطور که گفتم می دانستم این برنامه دارای ایراداتی است به همین خاطر، هنگام تحلیل این قسمت گمان کردم که این هم یک اشتباه از طرف وزارت علوم

است و مدلسازی خود را با همین فرض انجام دادم اما در حقیقت چنین موردی یک اشتباه از طرف وزارت علوم نبود؛ یعنی پیشینازی و همنیازی یک درس از خصوصیات آن درس نمی‌باشد (که این همان کاری است که ما در تحلیل و پیاده‌سازی خود کردیم) بلکه پیشینازی و همنیازی، در رابطه یک درس با یک گروه قابل تعریف است. بنابراین این یکی از ضعف‌های تحلیل و در پی آن پیاده‌سازی ما می‌باشد که برخی خصایص را بجای آنکه به رابطه بین درس و گروه اختصاص دهیم به اشتباه آنها را بعنوان خصایص خود درس در نظر گرفتیم. البته ما برای آنکه برنامه حتی در مواجهه با چنین موردی به مشکل نخورد راهکاری ارائه کردیم که در آینده درباره آن توضیح می‌دهیم اما به هر حال این یک ضعف مهم در تحلیل و سپس پیاده‌سازی ما محسوب می‌شود.

حال به یک چالش بسیار مهم می‌پردازیم، در ساختار فعلی ممکن است با یک کارت اعتباری مشخص بتوان به بعضی از درس‌ها از طریق چند گروه دسترسی پیدا کرد برای مثال یک دانشجوی کامپیوتر مرتبط با برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم با گرایش مهندسی نرم‌افزار و تمرکز الگوریتم و محاسبات را در نظر بگیرید، این دانشجو از سه گروه درس‌های تخصصی نرم‌افزار، فناوری اطلاعات و رایانش امن به درس پایگاه داده‌ها دسترسی دارد، در اینگونه موارد باید مشکل را با **استنتاج منطقی** حل کرد. برای نمونه در مواجهه با مثالی که بیان شد، می‌توانیم اینگونه استنتاج کنیم که دانشجو باید حداقل و حداکثر ۱۹ واحد از درس‌های تخصصی گرایش نرم‌افزار اخذ کند و چون اگر پایگاه داده را از این گروه اخذ نکند (یعنی اگر این درس را از یکی از دو گروه دیگر اخذ کند) محدودیت‌های این گروه دسترسی پذیر ارضا نخواهد شد، پس دانشجو باید این درس را از این گروه اخذ کند و نه گروه دیگری. اما مسئله همیشه به این راحتی نیست. در مثال قبل هم استنتاج ساده بود و هم نتیجه آن به یک امر اجباری منتهی شد یعنی دانشجو باید درس پایگاه داده را از گروه خاصی اخذ می‌کرد، اما می‌توان برنامه‌های درسی‌ای را متصور شد که استنتاج در آنها به نتیجه اختیاری (نه اجبار دانشجو) منتهی شود که در این صورت باید بدانیم یک درس را از چه مسیری اخذ می‌کنیم بعلاوه اینکه استنتاج ممکن است بسیار پیچیده‌تر باشد مثلاً با اخذ یک درس بدون اینکه هیچ محدودیتی در طول مسیر نقض شود دانشجو در شرایطی قرار بگیرد که امکان فارغ‌التحصیلی را از دست بدهد. با این اوصاف اگر بخواهیم مسئله را با همین مدلسازی برای حالت عمومی حل کنیم دست کم باید به پروژه خود یک **عامل استنتاج کننده** اضافه کنیم. اضافه کردن یک عامل استنتاج کننده برای من در این وهله از نظر فنی کار آسانی نبود بعلاوه اینکه نمی‌دانستم، مسئله چقدر قرار است پیچیده‌تر شود. بنابراین راهکار دیگری برای مواجهه با این چالش انتخاب کردم.

بجای افزودن عامل استنتاج کننده، به هنگام تعیین شدن کارت اعتباری دانشجو، فرآیندی بنام **اصلاح ساختار برنامه درسی** را معرفی کردم که در آن پس از تعیین شدن کارت اعتباری دانشجو، ساختار برنامه درسی با توجه به استنتاج‌های از قبل انجام شده توسط طراح، خود را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که دانشجو به هر درس، حداکثر یک مسیر قابل دسترس داشته باشد. برای نمونه دانشجوی مثال قبل را با همان کارت اعتباری در نظر بگیرید، وقتی ساختار، کارت اعتباری دانشجو را دریافت کرد اتصال بین درس پایگاه داده‌ها و گروه‌های فناوری اطلاعات و رایانش امن را حذف می‌کند. راهکاری که ارائه شد موجب می‌شود دامنه برنامه‌هایی که پروژه ما قادر به پشتیبانی از آنها است کاهش پیدا کند و در حالت کلی راه کار مطلوبی نیست با این حال باید در نظر داشت که برنامه‌های درسی فعلی وزارت علوم هم چندان

برنامه‌های پیچیده‌ای نیستند و همین راه کار می‌تواند در حال حاضر پاسخگوی بسیاری از نیازهای ما باشد.

### ۳-۳ الگوریتم گام کاستن ۱

در فصل قبل با گام کاستن ۱ آشنا شدیم. حالا بعد از آشنا شدن با ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم می‌خواهیم الگوریتم گام کاستن ۱ را تشریح کنیم.

در گام کاستن ۱ ما بعنوان ورودی با یک ساختار برنامه درسی مصوب وزارت علوم که با توجه به جدول تطبیق دروس و با استفاده از تاریخچه دانشجو پر شده است مواجهیم و همچنین اطلاعات کارت اعتباری دانشجو و یک سری اطلاعات جانبی نیز در اختیار داریم. در این الگوریتم باید به ازای هر درس موجود در ساختار بررسی کنیم که آیا پس از اخذ شدن آن درس، آیا مسیری دسترس پذیر از درس در حال بررسی به ریشه به گونه‌ای که در طول مسیر محدودیتی نقض نشود وجود دارد یا خیر؟ فقط در صورتیکه پاسخ مثبت باشد، درس مورد بررسی را در لیست نجات ذخیره می‌کنیم. پس از اتمام بررسی برای همه درس‌ها، درس‌های موجود در لیست نجات را بعنوان خروجی الگوریتم برمی‌گردانیم.

```
List<Course> Reduce1(Curriculum curriculum, CreditCard studCredit,
                    int cntPassedUnits, int currentTermNumber)
{
    bool[] visited = new bool[curriculum.Courses.Count];
    bool[] achivable = new bool[visited.Length];

    List<Course> lst = new List<Course>();
    curriculum.Courses.ForEach(course =>
    {
        if (Acheivable(visited, achivable, curriculum, studCredit,
                       course, cntPassedUnits, currentTermNumber))
        {
            lst.Add(course);
        }
    });
    return lst;
}

bool Acheivable(bool[] visited, bool[] achivable,
                Curriculum curriculum, CreditCard studCredit,
                Course c, int cntPassedUnits,
                int currentTermNumber){
    //memoization :=> dynamic programming
    if (visited[c.Id])
    {
        return achivable[c.Id];
    }

    if (!c.IsAvailable())
    {
        return false;
    }
    else if (c.IsPassed)
    {
        return false;
    }
    else if (c.MinRequireTerm > currentTermNumber)
    {
        return false;
    }
    else if (c.MinReuireUnits > cntPassedUnits)
    {

```

```

        return false;
    }

    for (int i = 0; i < c.PrerequisiteCourses.Count; i++)
    {
        var pr = c.PrerequisiteCourses[i];
        if (!pr.IsPassed)
        {
            if (pr.NumberOfFailed > 1)
            {
                if (!Acheivable(visited, achivable, curriculum,
                                studCredit, pr, cntPassedUnits,
                                currentTermNumber))
                    return false;
            }
            else
            {
                return false;
            }
        }
    }

    }

    for (int i = 0; i < c.RequisiteCourses.Count; i++)
    {
        var r = c.RequisiteCourses[i];

        if (!r.IsAvailable())
            return false;
        if (r.IsPassed == false && !Acheivable(visited, achivable,
                                                curriculum, studCredit, r, cntPassedUnits,
                                                currentTermNumber))
            return false;
    }

    var res = if exists a path from c to root then return true
              else return false:inputs(curriculum,studCredit,c);

    //memoization
    visited[c.Id] = true;
    achivable[c.Id] = res;

    return res;
}

```

#### ۴-۳ الگوریتم مرحله ۱ از گام کاستن ۲

در گام کاستن ۱ تعدادی از درس‌ها نجات پیدا کردند اما ممکن است همه‌ی این درس‌های نجات پیدا کرده در ترم جاری توسط دانشگاه ارائه نشده باشند. در این مرحله لیستی از دورس نجات پیدا کرده از مرحله قبل را به همراه برنامه دروس ارائه شده توسط دانشگاه در ترم جاری و به همراه اطلاعات جانبی به الگوریتم ارسال می‌کنیم. سپس الگوریتم سطرهایی از سطرهای ارائه شده از جدول برنامه دروس ارائه شده توسط دانشگاه را که درس متناظر آن در لیست دروس نجات یافته از مرحله قبل موجود باشد، برای این مرحله در لیست نجات مخصوص خود ذخیره می‌کند و در پایان، الگوریتم همه سطرهای نجات پیدا کرده را برمی‌گرداند.

توجه به این نکته نیز ممکن است خالی از لطف نباشد که ما در کدها یا شبه کدهایی که می‌آوریم هم برای مفهوم

لیست و هم برای مفهوم مجموعه از نمایش  $List<T>$  کمک می‌گیریم. در واقع مجموعه را لیستی با عناصر متمایز در نظر می‌گیریم که تعریف درستی نیست اما همین برای کار ما کفایت می‌کند.

```
List<OfferedCoursesRow> Reduce2(List<Course> courses, List<OfferedCoursesRow>
offeredCoursesRows, Gender studGender
,bool capacityFiltering=false)
{
    var groups = from r in offeredCoursesRows
                  where ((r.Gender == studGender
                        || r.Gender == Gender.COEDUCATIONAL) &&
                        (capacityFiltering?CalculateCapacity(r):true))
                  group r by r.CodeInDesUni;
    var newList = new List<OfferedCoursesRow>();
    foreach (var group in groups)
    {
        var q = courses.FirstOrDefault(c => c.CodeInDesUni == group.Key);
        if (q != null)
        {
            foreach (var row in group)
            {
                newList.Add(row);
            }
        }
    }
    return newList;
}
```

#### ۵-۴ ساختارها و الگوریتم‌های اصلی مرحله ۲ از گام کاستن ۲

بعد از مرحله ۱ از گام کاستن ۲ ما با تعدادی سطر از جدول دروس ارائه شده در ترم توسط دانشگاه مواجه‌ایم که هنوز احتمال انتخاب شدن برای آنها وجود دارد. در فصل قبل گفتیم در این مرحله می‌خواهیم با دریافت اولویت‌های کاربر سعی کنیم بازهم فضای مسئله را کاهش دهیم. حال در اینجا باید تصمیم بگیریم که چگونه می‌توانیم اولویت‌های لیست شده را از کاربر دریافت کنیم و چگونه این کاهش را باید صورت داد؟! در ادامه به این موضوعات می‌پردازیم.

#### ۱-۵-۴ درس‌ها و سطرهای رنگی

برای آنکه کاربر را قادر سازیم تا بتواند الویت‌های انتخاب شده در فصل قبل را بیان کند سه رنگ سبز، سفید و قرمز را در نظر می‌گیریم که هر درس و همچنین هر سطر می‌تواند یکی از این سه رنگ را داشته باشد. رنگ سبز برای یک سطر، به معنای اینست که کاربر می‌خواهد آن را حتمی اخذ نماید. رنگ سفید برای یک سطر به معنای اینست که کاربر در رابطه با اخذ کردن یا اخذ نکردن آن سطر نظر قاطعی ندارد و رنگ قرمز به معنای اینست که کاربر به هیچ وجه نمی‌خواهد سطر فعلی را اخذ نماید. به طور مشابه درس سبز به معنای اینست که کاربر می‌خواهد درس فعلی حتمی در برنامه ترم جاری‌اش وجود داشته باشد، درس سفید یعنی که در این رابطه نظر قاطعی ندارد و درس قرمز هم یعنی این درس به هیچ عنوان در ترم جاری اخذ نشود. با استفاده از مفهوم درس‌ها و سطرهای رنگی می‌توان همه اولویت‌های انتخاب شده فصل قبل را توصیف کرد.

## ۲-۵-۴ الگوریتم های مرحله ۲ از گام کاستن ۲

در حین توصیف اولویت ها توسط کاربر ما باید، بررسی کنیم که اولویت های کاربر مجاز بوده و با هم در تناقض نباشند. در آخر پس از اتمام کار توصیف اولویت های کاربر نیز باید ورودی ها را برای الگوریتم مهیا کنیم. یکی از مهمترین بخش های این اعتبارسنجی اینست که مجموعه درس های سبز انتخاب شده توسط کاربر باید ساختار را در وضعیت معتبر نگه دارد بعلاوه اینکه باید حداقل یک برنامه ترمی مجاز و ممکن برای این مجموعه وجود داشته باشد. در این بخش به این موضوع که چطور می توانیم متوجه شویم پس از سبز کردن تعدادی درس آیا در وضعیت معتبر قرار داریم یا نه می پردازیم اما توضیح اینکه چطور می توانیم متوجه شویم برای یک مجموعه درس، برنامه ترمی مجاز و ممکن وجود دارد یا نه را تا رسیدن به بخش مربوط به الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی به تاخیر می اندازیم.

ما بعنوان ورودی، ساختار برنامه ترمی ای که با توجه به جدول تطبیق دروس و تاریخچه دانشجو پر شده است را بعلاوه کارت اعتباری دانشجو و مجموعه دروس سبز رنگ درخواستی دانشجو دریافت می کنیم. برای آنکه بتوانیم تشخیص دهیم که آیا با اخذ کردن مجموعه دروس مشخص شده، ساختار در وضعیت معتبری است یا خیر کافی است بدانیم پس از اخذ همه این دروس، قانونی نقض شده است یا نه. اگر قانونی نقض نشده باشد یعنی در وضعیت معتبری قرار داریم و در واقع مجاز به اخذ آن مجموعه دروس می باشیم. اما در غیرانصورت در وضعیت نامعتبر بوده مجاز به اخذ آن مجموعه از دروس نمی باشیم. اما پیش از آنکه راهکاری برای این اعتبارسنجی پیشنهاد کنیم باید قوانین را بشناسیم و بدانیم چگونه باید آنها را بررسی کنیم.

قوانین را می توان از زوایای مختلف به شکل های گوناگون تقسیم بندی کرد ما در اینجا آنها را به دو نوع **قوانین پایه** و **قوانین ثانویه** تقسیم بندی کردیم. قوانین پایه، قوانینی هستند که نسبت به برنامه درسی مصوب وزارت علوم ثابت اند مثلا چون در برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم برای رشته مهندسی کامپیوتر، مفهومی مثل پیشنیازی و همینازی دروس وجود دارد و از آنجا که در این برنامه ذکر شده که: "این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجراء است و پس از آن نیازمند بازنگری است." ما انتظار داریم پیشنیازی و همینازی و همچنین بصورت کلی قوانین مربوط به این برنامه در طول پنج سال عمر آن رعایت شده و ثابت بمانند. اما در کنار این قوانین، مواردی هستند که در طول عمر برنامه درسی مصوب وزارت علوم ممکن است تغییر کنند (برای مثالی از این قانون، مجاز بودن اخذ حداکثر یک درس معارف در یک ترم تحصیلی را در نظر بگیرید). پس ما کافی است این دو نوع از قوانین را برای تشخیص معتبر بودن یا نبودن وضعیت پس از انتخاب درس های سبز بررسی کنیم. بررسی کردن قوانین ثانویه معمولا سریع تر انجام می شود از اینرو در بررسی های خود ترجیح دادیم ابتدا این قوانین را بررسی کنیم.

```
bool IsValidState(Curriculum curriculum, CreditCard studCredit, List<int> takenCoursesId)
{
    //secondary rules
    bool o = SecondaryRulesStateValidator.IsValidState(curriculum,
                                                         studCredit, takenCoursesId);
    if (!o) return false;

    //basic rules
    return BasicRulesStateValidator.IsValidState(curriculum, studCredit,
                                                  takenCoursesId);
}
```

یکی از قوانینی که در قسمت اعتبارسنجی قوانین پایه باید صورت پذیرد، بررسی اینست که آیا پس از اخذ مجموعه دروس سبز ورودی، محدودیت قابل دسترسی نقض می شود یا نه. برای بررسی این مورد شبه کدی ارائه نمی کنیم در عوض عملکرد کلی آن را شرح می دهیم. برای تشخیص این موضوع، ابتدا با استفاده از دروس سبز ورودی باید اطلاعات در ارتباط با ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم را بروز رسانی کرد سپس باید از ریشه شروع به جستجو کرده و از همه گروه های دسترسی پذیر عبور کرد، چنانچه در مسیر جستجو موردی مشاهده شد که دسترسی به آن مجاز بود اما محدودیتی نیز به واسطه آن دسترسی نقض می شود، یعنی وضعیت ساختار برنامه درسی نامعتبر است و اگر تا پایان جستجو چنین موردی یافت نشد یعنی در وضعیت معتبر قرار دارد.

## ۶-۴ الگوریتم پیشنهاد برنامه‌های ترمی

در این بخش می‌خواهیم شما را با الگوریتم اصلی برنامه که همان الگوریتم پیشنهاد برنامه‌های (های) ترمی است آشنا کنیم. اما از آنجا که خود الگوریتم از زیرساخت‌ها و حل مسئله‌های دیگر بهره می‌برد ما ابتدا به این موضوعات پرداخته سپس به خود الگوریتم می‌پردازیم.

### ۶-۴-۱ زیرساخت اول

ما پیشتر در این فصل هنگام مواجه شدن با مسئله‌ای برای اعتبارسنجی درس‌های سبز، گفتیم که درباره آن بعد تر صحبت می‌کنیم؛ اکنون زمان آن رسیده است. جدول برنامه درسی ارائه شده در ترم را که توسط دانشگاه ارائه می‌شود به یاد بیاورید. گفته بودیم که این جدول شامل سطرهایی است که هر سطر آن نیز شامل ستون‌هایی است. بعلاوه برخی از ستون‌ها را نام برده بودیم. یک ستون از ستون‌های هر سطر، مربوط به شماره و گروه درس (که از آن می‌توان کد درس را نیز بدست آورد) می‌باشد.

حال فرض کنید یک مجموعه از درس‌های سبز را بعنوان ورودی به شما می‌دهند و می‌پرسند با فرض این که اخذ این دروس، سایر قوانین را نقض نکرده باشد، همه برنامه‌های ترمی مجاز و ممکن را برای آن‌ها بعنوان خروجی برگردان.

حال فرض کنید ما با پیش پردازش از یک نوع مدل‌سازی خاص استفاده کرده باشیم که در آن هر درس به همه سطرها موجود در ترم آن دسترسی دارد (همه سطرها جدول برنامه ترمی ارائه شده در ترم توسط دانشگاه که مربوط به آن درس است) و هر سطر هم به درسی که به آن ارجاع می‌کند، ارجاع دارد.

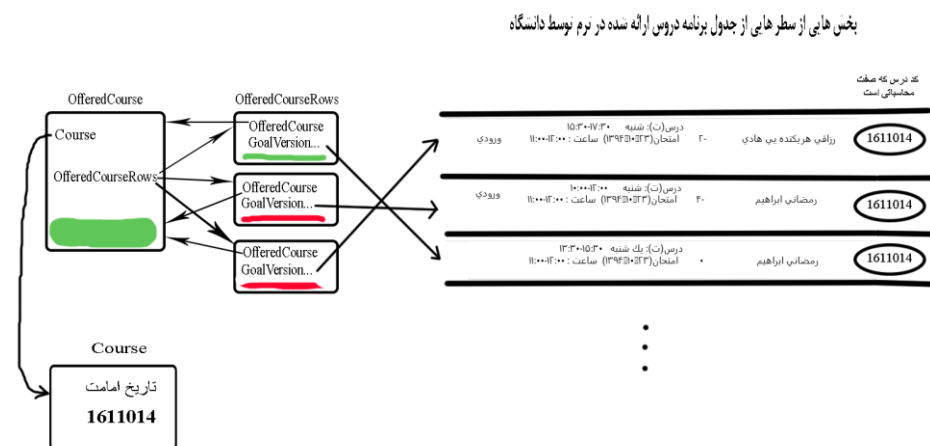
```
class OfferedCourse{
    Course Course;
    List<OfferedCourseRow> OfferedCourseRows;
    Color Color;
}
class OfferedCourseRow{
    OfferedCourse OfferedCourse;
    Main.OfferedCoursesRow GoalVersionOfferedCourseRow;
    Color Color;
}
```

در این مدل‌سازی OfferedCourse نماینده یک درس می‌باشد و دارای فیلدهای Course، OfferedCourseRows و Color است. Course نماینده یک درس می‌باشد (درسی مشابه آنچه از ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم می‌شناسیم)، OfferedCourseRows به سطرهایی ارجاع دارد که GoalVersionOfferedCourseRow آنها به سطری از جدول برنامه دروس ارائه شده در ترم توسط دانشگاه ارجاع داشته باشد که کد درس در Course در OfferedCourse یکسان باشد و Color همان سه رنگ سبز، سفید و قرمز می‌تواند باشد.

OfferedCourseRow نماینده یک سطر است که شامل OfferedCourse، GoalVersionOfferedCourseRow و Color می‌شود. خصوصیت OfferedCourse به نمونه ای از کلاس OfferedCourse که به این سطر ارجاع دارد اشاره می‌کند. GoalVersionOfferedCourseRow از نوع Main.OfferedCourseRow تعریف شده است. منظور ما از این نوع همان OfferedCourseRow ایست که در شبه کدهای بخش های قبلی استفاده کردیم که نماینده یک سطر از جدول



دروس ارائه شده در ترم توسط دانشگاه بود و بخاطر اینکه بتوانیم آنرا از نوع OfferedCourseRow ای که در اینجا تعریف کردیم تفکیک کنیم از این نوع نمایش استفاده شده است. Color نیز مانند قبل می تواند یکی از سه مقدار سبز، سفید و قرمز را داشته باشد.



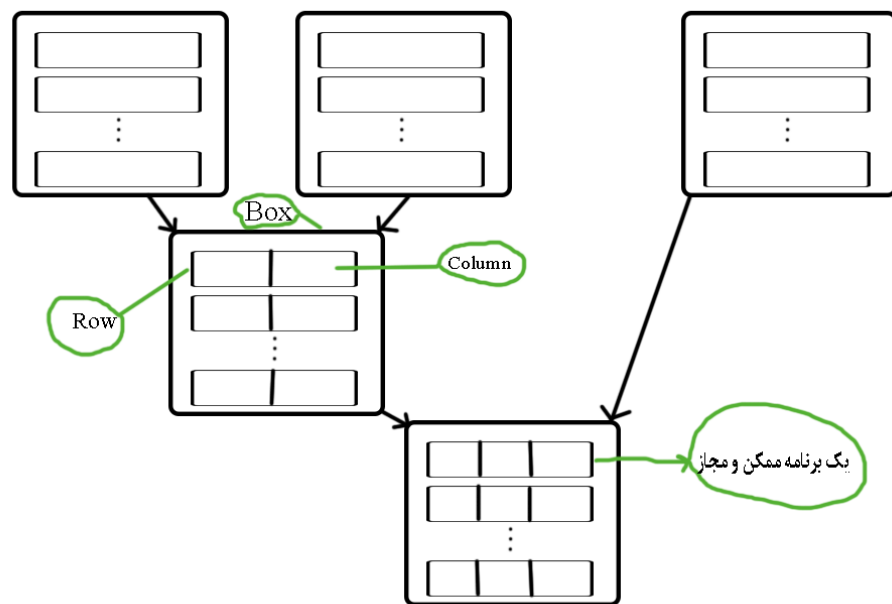
شکل ۳-۲ مدل گرافیکی نمونه ای از ارتباطات OfferedCourse، OfferedCourseRow و OfferedCourseRow

علاوه بر این ساختارها، دو ساختار دیگر نیز معرفی می کنیم که عبارتند از Box و Row و بصورت زیر قابل توصیف

هستند:

```
class Row{
    List<OfferedCourseRow> Columns;
}
class Box{
    List<Row> Rows;
}
```

ما به ازای هر درس از مجموعه دروس ورودی یک Box می سازیم و سپس بصورت درخت مانند هر مرحله، دو به دو همه برنامه های ممکن و مجاز، یعنی آن Box هایی که Column های آنها با هم تداخل زمانی ندارند را محاسبه می کنیم. این کار را تا بررسی آخرین Box با تعداد Column برابر یک ادامه می دهیم. اگر در طول محاسبات مرحله ای، به Box ای برخوردیم که طول Rows آن پس از انجام محاسبه صفر بود یعنی برنامه ممکن و مجازی برای این مجموعه دروس وجود ندارد و اگر هرگز به چنین Box ای برخوردیم، آخرین Box ای که محاسبه می کنیم شامل تمام برنامه های مجاز و ممکن خواهد بود.



شکل ۳-۳ شیوه محاسبه کردن تمام برنامه‌های ممکن و مجاز برای یک مجموعه درس ورودی سه تایی

```
Box CreateBoxForOfferedCourse(OfferedCourse offeredCourse)
{
    Box box = new Box();

    offeredCourse.OfferedCourseRows.ForEach(r =>
    {
        if (r.Color != RED)
        {
            Row row = new Row();
            row.Columns.Add(r);
            box.Rows.Add(row);
        }
    });

    return box;
}
```

تابع `CreateBoxForOfferedCourse` یکی از دروس موجود در مجموعه دروس ورودی را بعنوان آرگومان گرفته `Box` متناظر با آن را ایجاد کرده، برمی‌گرداند.

```
List<Box> Validate(List<Box> boxes, bool examCollideCheck = false)
{
    if (boxes.Count == 1 && boxes[0].Rows.Count == 0)
        return null;
    List<Box> bxs = new List<Box>();
    bxs.Add(boxes[0]);

    bool con0 = true;
    for (int i = 1; i < boxes.Count; i++)
    {
        var b1 = bxs[0];
        var b2 = boxes[i];

        Box newBox = new Box();

        for (int j = 0; j < b2.Rows.Count; j++)
```

```

{
    for (int k = 0; k < b1.Rows.Count; k++)
    {
        bool con = true;

        Row newRow = new Row();

        for (int m = 0; m < b1.Rows[k].Columns.Count; m++)
        {
            bool collide = DoTheyCollide(b1.Rows[k].Columns[m]
                                         .GoalVersionOfferedCourseRow
                                         .TimeAndSitesAndExam
                                         .TimeAndSites,
                                         b2.Rows[j].Columns[0]
                                         .GoalVersionOfferedCourseRow
                                         .TimeAndSitesAndExam
                                         .TimeAndSites);

            if (collide){
                con = false;
                break;
            }

            if (examCollideCheck &&
                DoTheyExamCollide(b1.Rows[k].Columns[m]
                                 .GoalVersionOfferedCourseRow
                                 .TimeAndSitesAndExam.Exam,
                                 b2.Rows[j].Columns[0]
                                 .GoalVersionOfferedCourseRow
                                 .TimeAndSitesAndExam.Exam)){

                con = false;
                break;
            }

            newRow.Columns.Add(b1.Rows[k].Columns[m]);
        }

        newRow.Columns.Add(b2.Rows[j].Columns[0]);

        if (con) newBox.Rows.Add(newRow);
    }
}

if (newBox.Rows.Count == 0){
    con0 = false;
    break;
}
else bxs[0] = newBox;
}

if (con0) return bxs;
else return null;
}
}

```

تابع Validate بعنوان آرگومان یک لیست از Boxها را گرفته، با بررسی دو به دو آنها، در آخر اگر برنامه‌های ممکن و مجازی وجود داشته باشد، همه برنامه‌های ممکن و مجاز را محاسبه کرده برمی‌گرداند و در غیر این صورت null خروجی تابع خواهد بود.

```

Validate(List<OfferedCourse> offeredCoursesList, bool examCollideCheck = false)
{
    List<Box> lst = new List<Box>();
    for (int i = 0; i < offeredCoursesList.Count; i++)
        lst.Add(CreateBoxForOfferedCourse(offeredCoursesList[i]));
    return Validate(lst, examCollideCheck);
}

```

این تابع Validate، مجموعه دروسی که می‌خواستیم از اول این بحث، برنامه‌های ممکن و مجاز را برایشان محاسبه

کنیم بعنوان ورودی گرفته Box های متناظر آنها را ایجاد کرده در لیستی ذخیره می کند سپس با فراخوانی تابع Validate ای که قبل تر بررسی اش کردیم که لیستی از Box ها را بعنوان ورودی می گیرد، همه برنامه های ممکن و مجاز را در صورتیکه حداقل یک برنامه ممکن و مجاز وجود داشته باشد برمی گرداند و چنانچه چنین برنامه ای وجود نداشته باشد null بعنوان خروجی تابع در نظر گرفته می شود.

## ۲-۶-۴ بخش اصلی الگوریتم

الگوریتم پیشنهاد برنامه (های) ترمی بعنوان ورودی به ترتیب لیستی از امتیاز دروس، لیستی از درس های سفید، لیستی از درس های سبز، حداقل واحد مجاز برای برنامه ترمی، حداکثر واحد مجاز برای برنامه ترمی، مجموع تعداد واحدهای درس های سبز، مجموع امتیازات دروس سفید، ساختار توصیف کننده برنامه ترمی مصوب وزارت علوم که با اطلاعات مناسب پر شده است، کارت اعتباری دانشجو، همه برنامه های ممکن و مجاز برای دروس سبز، حالت بررسی تصادم امتحانات و تایم اجرا الگوریتم را بعنوان ورودی دریافت می کند.

الگوریتم ابتدا از میان درس های سفید ورودی، بصورت تصادفی با احتمال امتیاز درس ضرب در صد تقسیم بر مجموع امتیازات دروس سفید درس هایی را جهت اخذ شدن انتخاب می کند. اگر مجموع واحدهای دروس انتخاب شده در این مرحله بعلاوه مجموع واحدهای دروس سبز، در محدوده مجاز حداقل و حداکثر واحد مجاز یک برنامه ترمی قرار نداشت این مرحله تکرار می شود. در غیر اینصورت الگوریتم چک می کند آیا با اخذ مجموعه دروسی شامل درس های سبز و درس های سفید انتخابی فعلی، آیا ساختار در وضعیت معتبری قرار دارد یا خیر؟ اگر پاسخ منفی باشد الگوریتم مجدداً باید دنبال مجموعه دروس سفید جدیدی برای بررسی بگردد اما اگر پاسخ مثبت بود الگوریتم همه برنامه های ممکن و مجاز از مجموعه شامل دروس سبز و سفید انتخابی فعلی را در صورتیکه وجود داشته باشند، می باید. پس از آن هر کدام از این برنامه ها به نمونه ای بنام \_ChooosedWeeklyProgramManager، درخواستی برای قرار گرفتن در لیست نهایی می دهند. \_ChooosedWeeklyProgramManager وظیفه دارد برای هر برنامه درخواستی ارزشی براساس تابع ارزیابی در نظر بگیرد. بعلاوه وظیفه دیگر آن گزینش تعداد مشخصی از بهترین برنامه های غیر تکراری یافته شده است. الگوریتم همه این تکرار ها را در مدت زمان مشخصی انجام می دهد و پس از آن، تعداد مشخصی از بهترین برنامه ترمی هایی را که یافته باز می گرداند.

```
Algo(double[] courseScore, List<OfferedCourse> whiteCourses, List<OfferedCourse> greenCourses,
int minUnits, int maxUnits, int greenCoursesUnits, double whiteCoursesTotalScore, Curriculum
curriculum, CreditCard studCredit, List<Box> GreenCoursesBoxes, bool examCollideCheck, int
timeout)
{
    var _ChooosedWeeklyProgramManager= new AlgorithmTopWeeklyProgramManager();

    Execute.For(timeout) {

        Random random = new Random();
        int CurrentSelectedUnits=0;
        bool[] Selected;

        List<int> takenCoursesId = new List<int>();

        while (true){
            while (true){
                do{
                    Selected = new bool[whiteCourses.Count];
```

```

CurrentSelectedUnits = 0;
takenCoursesId.Clear();

//init and assigning values to Selected array
for (int i = 0; i < Selected.Length; i++){

    var offeredCourse = whiteCourses[i];
    var course = whiteCourses[i].Course;

    var pc = random.Next(100);

    if (CurrentSelectedUnits + course.Units + greenCoursesUnits >
        maxUnits) continue;

    if (pc <= courseScore[course.Id] * 100.0 /
        whiteCoursesTotalScore){

        Selected[i] = true;
        CurrentSelectedUnits += course.Units;
        takenCoursesId.Add(course.Id);
    }
}

}while (minUnits > CurrentSelectedUnits + greenCoursesUnits);

greenCourses.ForEach(gc => takenCoursesId.Insert(0, gc.Course.Id));
//two step validation
bool o = IsValidState(curriculum, studCredit, takenCoursesId);
if (o) break;
}

List<Box> boxes = new List<Box>();
GreenCoursesBoxes.ForEach(b => boxes.Add(b));
for (int i = 0; i < Selected.Length; i++){
    if (Selected[i]){
        Box b = CreateBoxForOfferedCourse(whiteCourses[i]);
        boxes.Add(b);
    }
}

List<Box> res = Validate(boxes, examCollideCheck);

if (res != null) _ChooosedWeeklyProgramManager.TryAddNewWeeklyProgram(res[0].Rows);
}
}
return _ChooosedWeeklyProgramManager;
}

```

همانطور که دیدیم الگوریتم بالا ورودی‌های خاصی دارد که به نظر نمی‌رسد مهیا کردن همه آنها توسط مشتری (کسی که از الگوریتم استفاده می‌کند یا آن را فراخوانی می‌کند) بصورت مستقیم کار معقولی باشد. در واقع نیز قرار نیست همه این ورودی‌ها را مشتری تهیه کند بلکه وظیفه مشتری فقط تهیه ورودی‌های ضروری است، در این قسمت ما شبه‌کد دیگری ارائه می‌کنیم که در آن اطلاعات مورد نیاز برای الگوریتم، با توجه به ورودی‌های ضروری مهیا شده از طرف مشتری تولید می‌شود و سپس با فراخوانی آنچه در شبه‌کد قبلی دیدیم در یک بازه زمانی مشخص، سعی می‌کنیم تعدادی برنامه ترمی مناسب به کاربر پیشنهاد دهیم.

```

MainAlgo(List<OfferedCourse> inputs, Curriculum curriculum
        ,CreditCard studCredit, int minUnits, int maxUnits
        , bool examCollideCheck, int timeout){
    double[] courseScore = new double[curriculum.Courses.Count];

    double numberOfGreenUnits = 0;

    List<OfferedCourse> greenCourses = new List<OfferedCourse>();

    //white courses that have at least one white row
    List<OfferedCourse> whiteCourses = new List<OfferedCourse>();

```

```

int greenUnits = 0;
for (int i = 0; i < inputs.Count; i++){
    var offeredCourse = inputs[i];

    if (offeredCourse.Color == Green){
        greenCourses.Add(offeredCourse);
        greenUnits += offeredCourse.Course.Units;
    }
    else if (offeredCourse.Color == WHITE){
        for (int r = 0; r < offeredCourse.OfferedCourseRows.Count; r++){
            var offeredCourseRow = offeredCourse.OfferedCourseRows[r];
            if (offeredCourseRow.Color == WHITE){
                whiteCourses.Add(offeredCourse);
                break;
            }
        }
    }

    var course = offeredCourse.Course;

    courseScore[course.Id] += (course.Units * 2 - 1);

    for (int c = 0; c < course.PrerequisiteCourses.Count; c++){
        var preCourse = course.PrerequisiteCourses[c];

        if (!preCourse.IsPassed && preCourse.IsAvailable()){
            if (preCourse.NumberOfFailed > 1)
                courseScore[preCourse.Id] += (course.Units * 2 - 1) * 0.20;
            else
                courseScore[preCourse.Id] += (course.Units * 2 - 1) * 0.25;
        }
    }

    for (int c = 0; c < course.RequisiteCourses.Count; c++){
        var reqCourse = course.RequisiteCourses[c];

        if (!reqCourse.IsPassed && reqCourse.IsAvailable())
            courseScore[reqCourse.Id] += (course.Units * 2 - 1) * 0.20;
    }
}

double whiteCoursesTotalScore = 0;

whiteCourses.ForEach(i =>{whiteCoursesTotalScore +=
    courseScore[i.Course.Id];});

List<Box> greenCoursesBoxes = new List<Box>();

greenCourses.ForEach(gc =>{
    numberOfGreenUnits += gc.Course.Units;
    Box b = CreateBoxForOfferedCourse(gc);
    greenCoursesBoxes.Add(b);
});

if (greenCoursesBoxes.Count > 0){
    List<Box> res = Validate(greenCoursesBoxes, examCollideCheck);
    if (res != null){
        greenCoursesBoxes.Clear();
        greenCoursesBoxes.Add(res[0]);
    }
}

return Algo(courseScore, whiteCourses, greenCourses, minUnits,
    maxUnits, greenUnits, whiteCoursesTotalScore, curriculum
    ,studCredit, greenCoursesBoxes, examCollideCheck,timeout);
}

```

امتیاز دادن به درس‌ها بسته به شرایط مسئله یا نظر طراح می‌تواند متفاوت باشد. ساده‌ترین راهکار اینست که امتیاز همه درس‌ها را یکسان در نظر بگیریم در اینصورت همه درس‌ها برای انتخاب شدن در برنامه شانس برابری خواهند داشت اما

بدون توضیح اضافه این راهکار خوبی بنظر نمی‌رسد. در عوض استفاده از یک تابع اکتشافی جذاب تر بنظر می‌رسد. تابع اکتشافی ما سعی می‌کند معیاری برای خوب بودن یک درس ارائه کرده و احتمال انتخاب شدن درس‌های بهتر را بیشتر کند و این درحالیست که برای درس‌های بدتر هم شانس انتخاب شدن قائل می‌شود. همانطور که از شبه کد هم قابل برداشت است ما امتیاز هر درس را به صورت زیر تعریف کردیم:

```
( 1 - 2 * تعداد واحد درس ) +
( 0.25 * تعداد واحدهای دروس موجود پاس نشده‌ای که این درس در حال حاضر پیشنهاد آنها است )
( 0.20 * تعداد واحدهای دروس موجود پاس نشده‌ای که در حال حاضر این درس هم نیاز آنها است ) +
```

در طراحی این تابع فرض ما این است که پیشنهادی و هم‌نیازی دروس قانونی پایه‌ای است که برای همه برنامه‌های مصوب وزارت علوم خواه برنامه‌های فعلی باشد خواه برنامه‌های آینده ثابت و موجود است و به همین دلیل وابسته کردن فرمول بالا به این قانون، ایرادی ندارد. بعلاوه معیاری که ما برای امتیاز دهی در نظر گرفتیم مثل این است که بگوئیم **درسی بهتر است که تعداد واحدهای بیشتری داشته باشد و با اخذ یا پاس کردن آن بتوان تعداد دروس بیشتری را قابل اخذ کرد.** اما همانطور که گفته بودیم این فرمول بسته به سلیقه طراح می‌تواند متفاوت باشد. تا به اینجا بخش‌های مهمی از الگوریتم را تشریح کردیم اما هنوز معیاری برای ارزش‌گذاری برنامه‌های ترمی ارائه نکردیم. در رابطه با این موضوع نیز باید گفت معیاری که برای این ارزش‌گذاری انتخاب می‌شود بسته به سلیقه طراح می‌تواند متفاوت باشد.

معیار اصلی‌ای که ما در اینجا از آن استفاده کردیم، حداقل فاصله بین کلاس‌ها است. البته این تنها معیاری نیست که در نظر گرفتیم چرا که در اینصورت برنامه‌هایی که تعداد واحد بیشتری دارند در مقایسه با برنامه‌های با تعداد واحد کمتر تقریباً هیچ شانس برای گزینش پیدا نمی‌کنند و این درحالیست که کاربر حداقل و حداکثر واحدی را برای برنامه‌ترمی پیشنهادی مشخص می‌کند. بنابراین معیاری که از آن استفاده کردیم **حداقل فاصله بین کلاس‌ها به ازای هر واحد است.**

```
CalculateWeeklyProgramValue(List<OfferedCourseRow> lst)
{
    double res = 0;
    int units = 0;

    var rows = new SortedList<int, TimeAndSite>();
    foreach (var item in lst){

        if (item.GoalVersionOfferedCourseRow.TimeAndSitesAndExam
            != null && item.GoalVersionOfferedCourseRow
                .TimeAndSitesAndExam.TimeAndSites != null){

            foreach (var timeAndSite in
                item.GoalVersionOfferedCourseRow.
                    TimeAndSitesAndExam.TimeAndSites){

                rows.Add((((int)timeAndSite.Day) * 60 * 24 +
                    timeAndSite.StartTime.Hour * 60
                    + timeAndSite.StartTime.Minute)
                    , timeAndSite);

            }

        }
        units += item.OfferedCourse.Course.Units;
    }

    for (int i = 1; i < rows.Count; i++){
```

```

int dt = (((int)rows.Values[i].Day) * 60 * 24 +
rows.Values[i].StartTime.Hour * 60
+ rows.Values[i].StartTime.Minute) -
(((int)rows.Values[i - 1].Day) * 60 * 24 +
rows.Values[i - 1].FinishTime.Hour * 60
+ rows.Values[i - 1].FinishTime.Minute);
res += dt;
}
return (res * -1.0 * 1.3) / units;
}

```

هر چه ارزش محاسبه شده برای یک برنامه ترمی کمتر منفی باشد آن برنامه بهتر است در واقع اینطور در نظر گرفتیم که بهترین حالت وقتی است که همه زمان دانشجوی در طول هفته برای خودش باشد.

### ۷-۳ ارائه ترتیبی قابل اخذ برای سطرهای یک برنامه ترمی

در فصل اول در رابطه با سیستم گلستان گفتیم، در حال حاضر در هنگام انتخاب واحد در این سیستم شما باید واحد ها را به ترتیبی ثبت کنید که همواره برنامه ترمی شما در وضعیت معتبری قرار داشته باشد یعنی برای مثال جهت اخذ درسی که هم نیازی دارد ابتدا باید هم نیاز آن درس را وارد کرده سپس خود درس را وارد کنید. حالا که الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی را معرفی کردیم وقت آن رسیده بررسی کنیم چگونه می توانیم سطرهای یک برنامه ترمی را با ترتیبی قابل اخذ برای سیستم گلستان مرتب کنیم.

راه حل بسیار ساده است، تنها کافیست یک گراف بر مبنای پیشنهادی و هم نیازی مجموعه دروس موجود در برنامه ترمی ایجاد کنید و سپس با اجرای الگوریتمی که مرتب سازی توپولوژیکی روی این گراف انجام دهد، شما به یک ترتیب قابل اخذ برای آن دروس دست خواهید یافت.

### ۸-۳ خلاصه

در این فصل بحث را با معرفی ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم شروع کردیم. پس از معرفی این ساختار نقض ها و چالش هایی که ساختار معرفی شده با آنها مواجه بود را بررسی کرده و خط مشی که در این خصوص اتخاذ کردیم را بیان نمودیم. در ادامه الگوریتم های مربوط به ایده کاستن را که در فصل قبل با آنها آشنا شدیم شرح دادیم و در طول این کار با مفاهیمی مانند درس ها و سطرهای رنگی آشنا شدیم. بعد از این مرحله به الگوریتم اصلی پروژه خود یعنی الگوریتم پیشنهاد برنامه های ترمی رسیدیم و پس از تشریح زیرساخت های آن به تشریح خود الگوریتم پرداختیم. در آخر نیز راهکاری برای دستیابی به ترتیبی قابل اخذ برای دروس یک برنامه ترمی پیشنهاد دادیم.



## فصل چهارم:

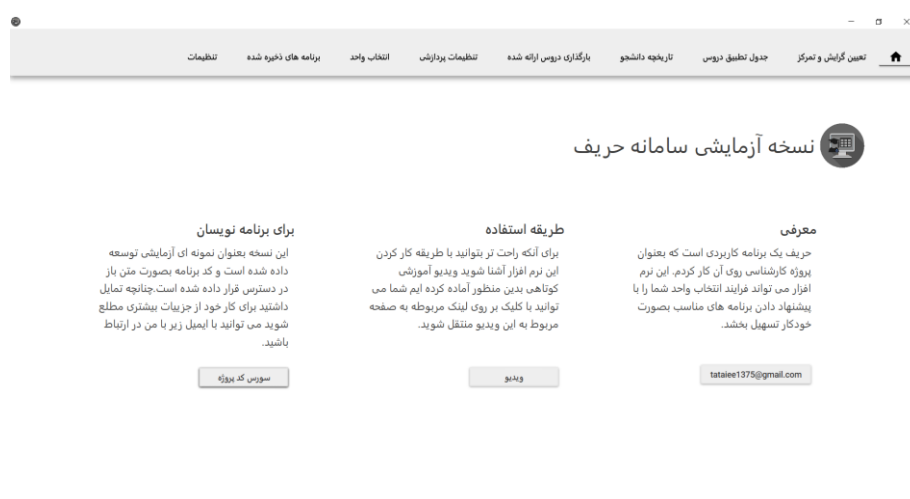
### نسخه آزمایشی و نتایج آزمایشات

## ۱-۴ مقدمه

در این فصل ابتدا شما را با یک نسخه آزمایشی توسعه داده شده بر مبنای برنامه درسی مصوب سال ۹۲ وزارت علوم برای رشته مهندسی کامپیوتر آشنا خواهیم کرد. سپس با اشاره به تعدادی از برنامه‌های ترمی پیشنهادی توسط نسخه آزمایشی که آنها را در طول آشنایی با این نسخه مطرح می‌کنیم، برخی از نکات و توضیحات را در رابطه با نتایج حاصل از آزمایشات بیان می‌کنیم.

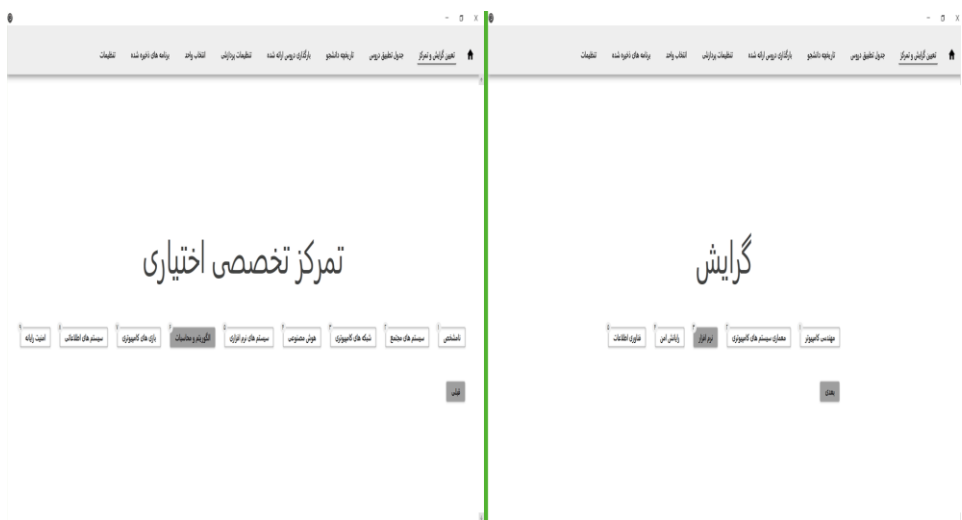
## ۲-۴ آشنایی با نسخه آزمایشی

نسخه آزمایشی، برنامه‌ای است که بعنوان نمونه با توجه به آنچه در فصل‌های قبل بیان کردیم توسعه داده شده است. این نسخه بر مبنای برنامه درسی سال ۹۲ مصوب وزارت علوم برای رشته مهندسی کامپیوتر با زبان سی شارپ پیاده‌سازی شده است. در ادامه شما را با این نسخه آزمایشی آشنا می‌کنیم.



شکل ۴-۱. تصویری از صفحه خانه نرم افزار

برنامه بجز صفحه خانه که صرفاً جنبه نمایشی دارد شامل بخش‌هایی بنام‌های تعیین گرایش و تمرکز، جدول تطبیق دروس، تاریخچه دانشجو، بارگذاری دروس ارائه شده، تنظیمات پردازشی، انتخاب واحد، برنامه‌های ذخیره شده و تنظیمات می‌باشد.



شکل ۴-۲ تصویری از قسمت‌های تعیین گرایش و تمرکز تخصصی

در شکل ۴-۲ بخش تعیین گرایش و تمرکز نشان داده شده است. در تصویر سمت راست کاربر گرایش تخصصی نرم‌افزار و در تصویر سمت چپ کاربر تمرکز تخصصی الگوریتم و محاسبات را انتخاب کرده است.

شناسه	عنوان درس	عنوان درس در دانشگاه مقصد	کد درس در دانشگاه مقصد
۰	اندیشه اسلامی یک - مبدا و معاد	اندیشه اسلامی یک - مبدا و معاد	۱۶۱۰۰۱
۱	اندیشه اسلامی دو - مبدا و معاد	اندیشه اسلامی دو - مبدا و معاد	۱۶۱۰۰۲
۲	انسان در اسلام	انسان در اسلام	-
۳	حقوق اجتماعی و سیاسی در اسلام	حقوق اجتماعی و سیاسی در اسلام	-
۴	فلسفه اخلاق	فلسفه اخلاق	-
۵	اخلاق اسلامی	اخلاق اسلامی	-
۶	آیین زندگی - اخلاق کاربردی	آیین زندگی - اخلاق کاربردی	۱۶۱۰۰۷
۷	عرفان عملی اسلامی	عرفان عملی اسلامی	-
۸	انقلاب اسلامی ایران	انقلاب اسلامی ایران	۱۶۱۰۰۹
۹	آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	-
۱۰	آشنایی با اندیشه سیاسی امام خمینی	آشنایی با اندیشه سیاسی امام خمینی	-
۱۱	تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی	تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی	-
۱۲	تاریخ تحلیل صدر اسلام	تاریخ تحلیل صدر اسلام	۱۶۱۰۱۳
۱۳	تاریخ امامت	تاریخ امامت	۱۶۱۰۱۴
۱۴	تفسیر موضوعی قرآن	تفسیر موضوعی قرآن	۱۶۱۰۱۶
۱۵	تفسیر موضوعی نهج البلاغه	تفسیر موضوعی نهج البلاغه	۱۶۱۰۱۷
۱۶	زبان فارسی	زبان فارسی	۱۱۱۰۰۷
۱۷	زبان انگلیسی	زبان انگلیسی	۱۱۱۰۰۸
۱۸	تربیت بدنی یک	تربیت بدنی یک	۱۱۱۰۳۷

شکل ۴-۳ تصویری از بخش جدول تطبیق دروس

در شکل ۴-۳ بخش جدول تطبیق دروس نرم‌افزار نشان داده شده است و داده‌های آن بر اساس اطلاعات دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل پر شده است. خوب است به این نکته اشاره کنیم که جدول تطبیق دروس به تنهایی نمی‌تواند ضامن سازگاری این نسخه در دانشگاه‌های دیگر باشد چرا که همه دانشگاه‌ها خود را ملزم به رعایت پیشنهادات و همیاز-های برنامه درسی مصوب وزارت علوم نمی‌دانند بنابراین برای آنکه بتوانید این نسخه را در دانشگاهی که چنین شرایطی دارد استفاده کنید، باید داخل کد برنامه، قسمتی که ساختار توصیف کننده برنامه درسی مصوب وزارت علوم توصیف شده است، پیشنهادها و همیازها را بر اساس شرایط دانشگاه مورد نظر اصلاح کرد.

تعیین گرایش و تمرکز	جدول تطبیق دیوس	تاریخ دانشجو	بارگذاری دیوس ارائه شده	تطبیقات برپزاشی	انتخاب واحد	برنامه های ذخیره شده	تنظیمات
اندیشه اسلامی یک - مبدا و معاد	BT1-01	اندیشه اسلامی دو - مبدا و معاد	BT1-02	آیین زندگی - اخلاق کاربردی	BT1-03	انقلاب اسلامی ایران	BT1-04
تاریخ امامت	BT1-05	تفسیر موضوعی قرآن	BT1-06	تفسیر موضوعی نهج البلاغه	BT1-07	زبان فارسی	BT1-08
تربیت بدنی یک	BT1-09	تربیت بدنی دو	BT1-10	دانش خانواده و جمعیت	BT1-11	ریاضی عمومی یک	BT1-12
فیزیک یک	BT1-13	فیزیک دو	BT1-14	آمار و احتمال مهندسی	BT1-15	معادلات دیفرانسیل	BT1-16
آزمایشگاه فیزیک دو	BT1-17	مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	BT1-18	مدار های الکتریکی	BT1-19	ریاضیات گسسته	BT1-20
ساختنمان های داده	BT1-21	مدار های منطقی	BT1-22	نظریه زبان ها و ماشین ها	BT1-23	زبان تخصصی	BT1-24
ریاضیات مهندسی	BT1-25	معماری کامپیوتر	BT1-26	سیستم های عامل	BT1-27	طراحی الگوریتم ها	BT1-28
سیگنال ها و سیستم ها	BT1-29	ریزپردازنده و زبان اسمبلی	BT1-30	شبکه های کامپیوتری	BT1-31	هوش مصنوعی و سیستم های خبره	BT1-32
آزمایشگاه سیستم های عامل	BT1-33	آزمایشگاه مدارهای منطقی و معماری کامپیوتر	BT1-34	آزمایشگاه ریزپردازنده	BT1-35	آزمایشگاه شبکه های کامپیوتری	BT1-36
الکترونیک دیجیتال	BT1-37	انتقال داده ها	BT1-38	آزمایشگاه مدارهای الکترونیکی	BT1-39	آزمایشگاه الکترونیک دیجیتال	BT1-40
پروژه معماری کامپیوتر	BT1-41	تحلیل و طراحی سیستم ها	BT1-42	پایگاه داده ها	BT1-43	طراحی زبان های برنامه نویسی	BT1-44
						مهندسی نرم افزار	BT1-45

در بخش تاریخچه دانشجو درس های سبز، درس هایی هستند که دانشجو آنها را گذرانده است. درس های زرد به این معنی هستند که دروسی را که این درس پیش نیاز آنها است می توان با آن هم نیاز کرد (مثلا دانشجویی که دوبار درسی را افتاده طبق قوانین فعلی مجاز به انجام چنین کاری می باشد) و سایر درس ها سفید هستند.



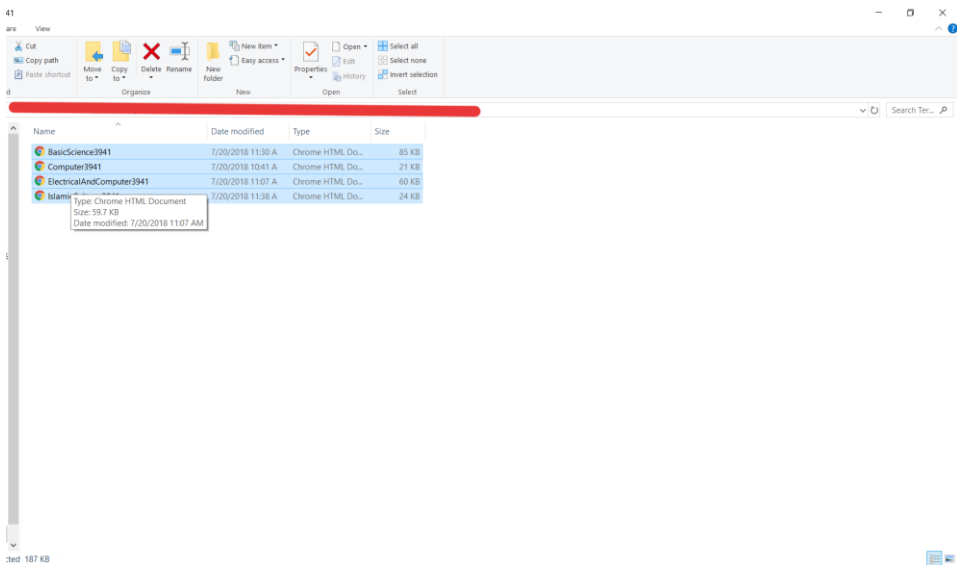
تھیمہ فایل هدف

در بخش بارگذاری دروس ارائه شده، می‌توانید فایل‌های مربوط به برنامه دروس ارائه شده در ترم توسط دانشگاه را که در سیستم گلستان قابل دریافت است برای پردازش بارگذاری کنید.

ردیف	زمان و مکان ارائه امتحان	نام استاد/موضوع امتحان	نوع امتحان	تعداد سوالات	نوع سوالات	موضوع سوالات	نام درس/موضوع درس	گروه آموزشی/موضوع آموزشی	نام دانشجو/موضوع دانشجو
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۰:۰۰-۰۸:۰۰	آل احمد احمد	مختلط	۱۴	۱۲	۱	از مباحث الکترونیک، یک	۱۲۱۱۰۰۲_۰۱	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۰:۰۰-۰۸:۰۰	یاسین محمدی	مختلط	۱۳	۱۲	۱	از مباحث الکترونیک، یک	۱۲۱۱۰۰۲_۰۲	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۳	۱۲	۱	از مباحث الکترونیک، یک	۱۲۱۱۰۰۲_۰۳	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۲:۰۰-۱۰:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۴	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۱	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۳	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۲	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۳	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۷:۰۰-۱۵:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۴	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۲:۰۰-۱۰:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۵	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۶	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۷:۰۰-۱۵:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۷	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۹:۰۰-۱۷:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۸	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۹:۰۰-۱۷:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث ماشین های الکتریکی	۱۲۱۱۰۰۳_۰۹	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، چهارشنبه ۱۲:۰۰-۱۰:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۰	۱۲	۱۰	از مباحث مدار های مختلط	۱۲۱۱۰۰۴_۰۱	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، چهارشنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۲	۱۲	۱	از مباحث مدار های مختلط	۱۲۱۱۰۰۴_۰۲	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۹:۰۰-۱۷:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۵	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۱	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۷:۰۰-۱۵:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۷	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۲	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۹:۰۰-۱۷:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۴	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۳	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۰:۰۰-۰۸:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۶	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۴	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۶	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۵	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۷:۰۰-۱۵:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۳	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۶	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۹:۰۰-۱۷:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۴	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۷	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، چهارشنبه ۱۰:۰۰-۰۸:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۴	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۸	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، چهارشنبه ۱۲:۰۰-۱۰:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۴	۱۴	۱	از مباحث مبدئیهای کنترل خطی	۱۲۱۱۰۰۵_۰۹	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۵:۰۰-۱۳:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۵	۱۵	۱	رسم آفری برقی	۱۲۱۱۰۰۶_۰۱	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، سه شنبه ۱۷:۰۰-۱۵:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۳	۱۵	۱	رسم آفری برقی	۱۲۱۱۰۰۶_۰۲	مهندسی برق و کامپیوتر
12	ترم ۱۳۹۸، یکشنبه ۱۹:۰۰-۱۷:۰۰	مروان محمدی	مختلط	۱۷	۱۵	۱	رسم آفری برقی	۱۲۱۱۰۰۶_۰۳	مهندسی برق و کامپیوتر

شکل ۴-۶ تصویری از نمونه فایل های قابل دستیابی در سیستم گلستان

ابتدا باید برنامه های مورد نیاز خود را در سیستم خود بصورت فایل های اچ تی ام ال ای ذخیره کنید. برای مثال ما در اینجا چهار فایل مربوط به دروس ارائه شده در ترم توسط برق و کامپیوتر، کامپیوتر، علوم پایه و معارف اسلامی را ذخیره کردیم.



شکل ۴-۷ تصویری از فایل های ذخیره شده مربوط به دروس ارائه شده در ترم توسط دانشگاه

سپس همه فایل های مورد نیاز خود را انتخاب کرده با drag and drop آنها را به داخل شکل ابر مانند موجود در بخش بارگذاری دروس ارائه شده کشیده، رها کنید و در آخر بر روی گزینه تهیه فایل هدف کلیک کنید.



کشیدن و رها کردن

تهیه فایل هدف

شکل ۴-۸ تصویری از بخش بارگذاری دروس ارائه شده پس از تهیه موفقیت آمیز فایل هدف

چنانچه فایل هدف با موفقیت تولید شود بخش کشیدن و رها کردن به رنگ سبز در می آید.

[تعیین گرایش و تمرکز](#)
[جدول تطبیق دروس](#)
[تاریخچه دانشجو](#)
[بارگذاری دروس ارائه شده](#)
[تنظیمات پردازی](#)
[انتخاب واحد](#)
[برنامه های ذخیره شده](#)
[تنظیمات](#)

نام: \_\_\_\_\_  
 حد اقل واحد: ۳  
 حداکثر واحد: ۲۰

حداکثر زمان پردازش مجاز بودن اخذ الزامی درس: ۱۰۰۰  
 زمان پردازش الگوریتم پیشنهاد برنامه ترم: ۵۰۰۰  
 حداکثر تعداد برنامه های پیشنهادی: ۱۵

☐ فیلتر کردن سطرهای بدون ظرفیت  
☒ بررسی تداخل زمانی امتحانات

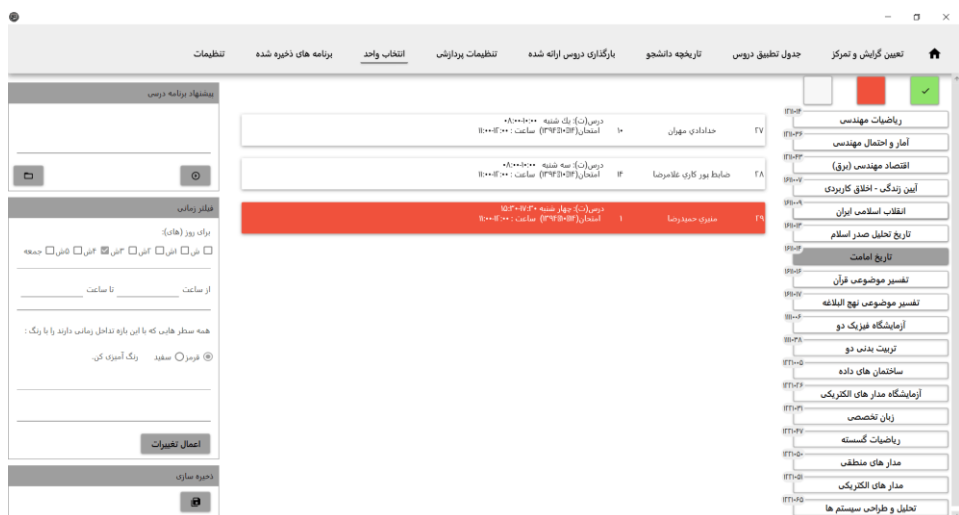
جنسیت: ☐ مرد ☐ زن

[بارشادن مفادیر پیش فرض](#)
[اعمال تغییرات و بارگذاری مجدد](#)

شکل ۴-۹ تصویری از بخش تنظیمات پردازشی

در بخش تنظیمات پردازشی، یک فرم تعبیه شده است که طی آن برخی از اطلاعات مورد نیاز برای اجرای الگوریتم را مشخص می کند. در قسمت ترم می توانید مشخص کنید بعنوان دانشجوی ترم چندم می خواهید انتخاب واحد کنید. در قسمت حداقل و حداکثر واحد می توانید مشخص کنید برنامه هایی که می خواهید الگوریتم به شما پیشنهاد دهد، حداقل و حداکثر چند واحد باشد (اگر دقیقاً تعداد خاصی واحد را مد نظر دارید کافیست حداقل و حداکثر واحد را روی همان واحد مد نظر تان تنظیم کنید). فیلد بعدی مشخص می کند برای اعتبارسنجی درس های سبز حداکثر چقدر زمان بر حسب میلی ثانیه در نظر گرفته شود. فیلد زمان پردازش الگوریتم پیشنهاد برنامه ترمی مشخص می کند پردازش الگوریتم بر حسب میلی ثانیه چقدر طول بکشد. فیلد حداکثر تعداد برنامه های پیشنهادی مشخص می کند الگوریتم حداکثر چند برنامه ترمی به شما پیشنهاد دهد. گزینه فیلتر کردن سطرهای بدون ظرفیت مشخص می کند آیا سطرهایی که ظرفیت آنها پر شده است فیلتر شوند یا خیر. گزینه بررسی تداخل زمانی امتحانات مشخص می کند آیا علاوه بر تداخل نداشتن کلاس ها

تداخل نداشتن زمان امتحانات نیز بررسی شود یا خیر. در آخر با توجه به جنسیت می‌توانیم سطرهایی که از نظر جنسیت برای شما مجاز نمی‌باشند را فیلتر کنیم.



شکل ۴-۱۰ تصویری از بخش انتخاب واحد

در بخش انتخاب واحد درس‌هایی که امکان اخذ آنها را دارید به همراه سطرهایی که ممکن است آنها را اخذ نمایید نمایش داده می‌شود. نام این دروس به همراه کد آنها در سمت راست این بخش نمایش داده می‌شوند. بر روی هر درس که کلیک کنید، رنگ دکمه آن درس خاکستری می‌شود و سطرهای آن به نمایش در می‌آید.

در بالای صفحه سمت راست، سه مربع قرار گرفته‌اند. با کلیک بر روی مربع اول از سمت راست می‌توانید مشخص کنید درس سبز باشد (در برنامه‌های پیشنهادی حتمی این درس وجود داشته باشد) یا خیر (بسته به شرایط درس بتواند اخذ شود یا نشود). با کلیک بر روی مربع قرمز رنگ می‌توانید همه سطرهای سفید رنگ یک درس غیر سبز را به رنگ قرمز درآورید. و با مربع کناری می‌توانید همه سطرهای قرمز یک درس را سفید کنید. علاوه بر این با دوباره کلیک بر روی هر سطر می‌توانید در صورت مجاز بودن، رنگ سطر را از سفید به قرمز یا از قرمز به سفید تغییر دهید. سطرهای قرمز به این معنی هستند که در برنامه‌های پیشنهادی الگوریتم نباید این سطرها حضور داشته باشند. در بخش مربوط به فیلتر زمانی می‌توانید رنگ کردن سطرها را با شیوه‌ای متفاوت انجام دهید. برای مثال فرض کنید بد لایلی مثلاً کار نیمه وقت نمی‌خواهید در زمان‌های خاصی کلاس داشته باشید در اینصورت می‌توانید بازه‌های زمانی و روزهایی که نمی‌خواهید کلاس داشته باشید را در این بخش مشخص کرده و رنگ آنها را به کمک این ابزار قرمز کنید. اگر از بخش انتخاب واحد به بخش دیگری منتقل شوید یا نرم‌افزار را بسته مجدداً اجرا کنید اطلاعات این بخش از دست خواهد رفت چنانچه می‌خواهید در مراجعات بعدی به این بخش اطلاعات شما ذخیره بماند (تغییراتی که در رنگ سطرها و درس‌ها داده‌اید) می‌توانید بر روی گزینه موجود در قسمت ذخیره‌سازی کلیک کنید تا با این کار اطلاعات شما ذخیره شود. پس از خاتمه اجرا می‌توانید برنامه‌های پیشنهادی را با کلیک بر روی دکمه سمت چپ همین قسمت مشاهده کنید.

وقتی تنظیمات مورد نظر خود را انجام دادید، می‌توانید از قسمت پیشنهاد برنامه درسی، بر روی دکمه سمت راست آن

کلیک کنید تا الگوریتم پیشنهاد برنامه‌های ترمی اجرا شود.

[illegible]

شکل ۴-۱۱ تصویری از یک نمونه برنامه ترمی پیشنهاد شده توسط الگوریتم در نمایش لیست دروس

الگوریتم‌های پیشنهاد شده توسط الگوریتم با دو شیوه نمایش جدولی و لیست دروس قابل نمایش هستند. در شیوه لیست دروس، درس‌ها با ترتیبی قابل اخذ برای سیستم گلستان نمایش داده می‌شوند.

[illegible]

شکل ۴-۱۲ تصویری از یک نمونه برنامه ترمی پیشنهاد شده توسط الگوریتم در نمایش جدولی

در شیوه نمایش جدولی هم، برنامه پیشنهادی در قالب جدول برنامه هفتگی به نمایش در می آید.



شکل ۴-۱۳ تصویری از بخش برنامه‌های ذخیره شده

در بخش برنامه‌های ذخیره شده، می‌توانید هم به برنامه‌های پیشنهادی در آخرین اجرای الگوریتم و هم به برنامه‌هایی که برای خود ذخیره کرده‌اید دسترسی پیدا کنید.

شکل ۴-۱۴ تصویری از بخش تنظیمات

علاوه بر آنچه تا به اینجا گفته شد، این نسخه بخشی بنام تنظیمات دارد که از طریق آن می‌توانید تنظیمات مربوط به نرم‌افزار را انجام دهید.

### ۳-۴ نتایج حاصل از آزمایشات

در شکل‌های ۴-۱۲ و ۴-۱۳ دو نمونه از برنامه‌های ترمی پیشنهادی توسط الگوریتم مشاهده می‌شوند. در اینجا نمونه‌های بیشتری را ارائه نمی‌کنیم اما در مورد برخی از نکات در رابطه با نمونه‌هایی که با آزمایش برای دوره تحصیلی یکی از دانشجویان در هر ترم بدست آمده، بحث می‌کنیم.

برنامه‌های پیشنهاد شده معمولاً در عمل به گونه‌ای بودند که، روز یا روزهایی در برنامه هفتگی آزاد می‌ماند (کلاسی نداشته باشند).

اغلب در عمل وقتی یک محدوده حداقل و حداکثر واحدی برای الگوریتم انتخاب می‌کنیم بیشتر جواب‌هایی که پیدا می‌شوند متمایل به یکی از واحدها هستند مثلاً اگر حداقل و حداکثر واحد را به ترتیب ۱۷ و ۱۹ در نظر گرفته و تعداد برنامه پیشنهادی را ۱۵ در نظر بگیریم در ۱۵ برنامه پیشنهادی تعداد زیادی از برنامه‌ها مربوط به یکی از واحدها مثلاً ۱۸ هستند و برنامه‌های پیشنهادی از سایر واحدها در اقلیت قرار می‌گیرند. در فصل قبل وقتی معیاری را برای ارزیابی ارزش هر برنامه ترمی معرفی می‌کردیم خاطر نشان کردیم که می‌خواهیم برنامه‌های پیشنهادی صرفاً برای یک واحد خاص نباشند که این امر محقق شد و همینکه تعدادی اقلیت از واحدهای دیگر هم در برنامه‌ها می‌آیند نشانگر همین موضوع است. با این حال این اقلیت بودن خود شک برانگیز است چرا که این سوال را پیش می‌آورد که در اکثریت چشمگیر قرار گرفتن یکی از واحدها در برنامه‌های پیشنهادی به چه دلیل است؟ بنظر می‌رسد پاسخ را باید در سه احتمال جستجو کرد. اول آنکه ممکن است معیار ارزیابی ارائه شده موجب این امر شده باشد. دوم اینکه ممکن است خود الگوریتم و شیوه گزینش آن موجب چنین امری شود. سوم این احتمال وجود دارد که در عمل محدودیت‌هایی که توسط برنامه دروس ارائه شده توسط دانشگاه در ترم و شرایط دانشجو اعمال می‌شوند واقعاً ما را در وضعیتی قرار می‌دهند که تعداد بخصوصی از واحد برای اخذ در آن ترم مناسب تر باشد. ممکن هم هست که ترکیبی از این موارد باعث چنین امری شده باشند. به هر حال تا به اینجا من نتوانسته‌ام نتیجه گیری کنم که دلیل این اتفاق چیست و آیا اصلاً این خوب است یا نه.

علاوه بر آنچه تا به اینجا گفته شد خوب است یادآور شویم که الگوریتم پیشنهاد برنامه‌های ترمی براساس معیاری که طراح آن را مناسب می‌دانسته توسعه یافته ولی شکی نیست که دیدگاه‌ها و سلاقی مختلف می‌توانند معیارهای دیگری را برای یک برنامه، خوب بدانند. در آخر ارزیابی من از برنامه‌های پیشنهادی ایست که فکر می‌کنم براساس معیارهایی که من برای یک برنامه ترمی خوب می‌دانم، الگوریتم برنامه‌های بسیار خوب و همچنین متنوعی را در نتیجه آزمایشات انجام شده ارائه داده است.

#### ۴-۴ خلاصه

در این فصل ابتدا با یک نسخه آزمایشی توسعه داده شده آشنا شدیم و بخش‌های مختلف آنرا به همراه چگونگی بکار بردنشان توضیح دادیم. سپس به تشریح نتایجی که از برنامه‌های پیشنهاد شده توسط الگوریتم بدست آمده بودند پرداختیم.

## فصل پنجم:

### نتیجه گیری ها و پیشنهادها

## ۱-۵ نتیجه گیری ها

در این پروژه پس از مطالعه برنامه های درسی مصوب وزارت علوم به تحلیل و طراحی جهت ارائه راهکاری عملی و کارا برای پیشنهاد برنامه های ترمی جهت انتخاب واحد دانشجویان مبادرت گردید. سپس نسخه ای آزمایشی در همین جهت پیاده سازی شد که در عمل توانست برنامه های ترمی مناسبی را در زمانی کوتاه و قابل تنظیم ارائه دهد. سعی شد تا قسمت تحلیل و طراحی اولیه، بسیار دقیق و جامع باشد که فکر می کنم این امر محقق شد با این وجود اما ساختاری که می خواستم بعنوان توصیف کننده برنامه های درسی ارائه دهم در حالت کلی شکست خورد و ساختار به ساختار توصیف کننده برنامه های درسی وزارت علوم محدود شد. اما در کل فکر می کنم پروژه، خوب از آب در آمد و علیرغم ضعف هایی که داشت توانست آنچه به عنوان خروجی از آن انتظار می رفت، بخوبی برآورده کند.

## ۲-۵ پیشنهادها

برخی از پیشنهادهایی که برای ادامه این پروژه می توان ارائه داد را در ادامه لیست کرده ایم:

- ارائه ساختار توصیف کننده برنامه های درسی برای حالت عمومی و یا اصلاح همین ساختار فعلی
- افزودن سایر الویت های باید و شاید
- گنجاندن امکان اصلاح پیشنهادها و هم نیازهای دروس در برنامه کاربردی
- توسعه یک برنامه کاربردی که تولید ساختار توصیف کننده برنامه های درسی را بصورت ویرتوال تسهیل نماید.
- اضافه کردن امکانی جهت افزودن اسکریپت ها یا تکه برنامه ها در برنامه کاربردی با این ایده که هر شخص بتواند معیارهای خود در مورد برنامه ترمی خوب، توصیف کند.
- اضافه کردن امکان انتخاب واحد خودکار که در آن دانشجو برنامه ای از برنامه های پیشنهادی را انتخاب کند و برنامه کاربردی بصورت خودکار پس از تأیید توسط دانشجو آن برنامه را در سیستم برایش اخذ نماید.