مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال پانزدهم، شماره سوم (پیاپی ۵۸)، پاییز ۹۷، ص ص ۶۶-۴۵
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارایه یک مدل ریاضی جدید جهت برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی بر اساس کیفیت ارایه دروس

محمد مهدی توکلی[۱]، هادی شیرویه‌زاد[۲*]، فرهاد حسین‌زاده لطفی[۳]، سیداسماعیل نجفی[۱]

۱- گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۳- استاد گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

رسید مقاله: ۱۸ تیر ۱۳۹۶

پذیرش مقاله: ۶ مرداد ۱۳۹۷

چکیده

مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی یکی از مسایل پیچیده می‌باشد که معمولا دانشگاه‌ها در طول سال با آن مواجه هستند. فرآیند برنامه‌ریزی در گذشته به صورت دستی انجام می‌شد که بسیار زمان‌بر بوده؛ اما با گذشت زمان پژوهشگران زیادی موفق شدند به مدل‌سازی مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی بپردازند و ضمن درنظر گرفتن محدودیت‌های برنامه‌ریزی، با استفاده از روش‌های مختلف به جواب‌های مورد قبول دست پیدا کنند؛ اما با این حال به دلیل پیچیدگی مدل، بسیاری از محدودیت‌ها در مدل‌ها درنظر گرفته نشده است. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی، در این پژوهش به ارایه مدل ریاضی جهت انجام زمان‌بندی دروس دانشگاهی پرداخته شده است و سعی شده است مدل ارایه شده ضمن درنظر گرفتن محدودیت‌های رایج در مدل‌های زمان‌بندی دروس دانشگاهی، عناصر کیفیت برنامه‌ریزی آموزشی را نیز درنظر بگیرد. بدین منظور در مدل ارایه شده محدودیت‌هایی همچون زمان مشاوره اساتید به دانشجویان، کیفیت تدریس اساتید و برنامه‌ریزی برای دروس پیش‌نیاز و پس نیاز درنظر گرفته شده است. در ادامه نیز جهت بررسی قابلیت اجرایی مدل ارایه شده، یک مثال عددی طرح و یک بار بدون درنظر گرفتن محدودیت‌ها و اهداف کیفیت ارایه دروس حل گردید و یکبار نیز مدل با استفاده از درنظر گرفتن محدودیت‌ها و اهداف کیفیت ارایه دروس حل گردید. در انتها جهت ارزیابی نتایج، چهار شاخص تعیین شد و نتایج حل با دو مدل مقایسه گردید، که نتایج نشان می‌داد با درنظر گرفتن محدودیت‌ها و اهداف کیفیت، زمان ارایه دروس و حضور اساتید برای مشاوره بهبود پیدا کرده است.

کلمات کلیدی: مدل ریاضی، جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی، کیفیت، لینگو

۱ مقدمه

زمان‌بندی فعالیت‌ها یکی از مسایلی است که سازمان‌های مختلفی همچون سازمان‌های آموزشی، بهداشتی، ورزشی و غیره در نقاط مختلف دنیا با آن مواجه هستند و برای آن‌ها چالش‌های زیادی را ایجاد نموده است؛

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: hadi.shirouyehzad@gmail.com

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

بنابراین ایجاد جدول زمان‌بندی منعطف به عنوان یک ابزار مناسب به تصمیم‌گیرندگان سازمان‌ها در ایجاد یک تصمیم مناسب کمک می‌کند [۱]. در مسأله زمان‌بندی با توجه به این‌که از یک طرف منابع برنامه‌ریزی و زمان بندی فعالیت‌ها متنوع می‌باشد و از طرف دیگر این منابع دارای محدودیت است، لزوم استفاده بهینه از آن‌ها افزایش پیدا می‌کند [۲].

معمولا زمان‌بندی فعالیت‌ها در قالب یک جدول زمان انجام و با استفاده از آن برنامه‌ریزی انجام می‌گیرد. منظور از جدول زمانی، ایجاد یک برنامه زمان‌بندی است، به طوری که در آن مشخص شود هرکدام از وظایف باید در چه مقطع زمانی و توسط چه فرد یا افرادی انجام شود [۳]. یکی از انواع مسایل زمان‌بندی، ایجاد جدول زمان‌بندی آموزشی می‌باشد. با توجه به این‌که فرآیند آموزش در تمام دنیا وجود دارد و در کشورهای مختلف با توجه به قوانین آموزشی، افراد مدت زمان زیادی را در طول زندگی خود به آموزش اختصاص می‌دهند، اهمیت برنامه‌ریزی آموزشی را بیش از قبل می‌نماید [۴]. معمولا تصمیم اصلی در مسأله تهیه جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی تخصیص یک سری منابع همچون استاد، کلاس، درس و غیره به یک سری دوره زمانی در طول روز و هفته می‌باشد که این زمان‌بندی تحت یک سری محدودیت انجام می‌گیرد [۲]. این مسأله معمولا انواع مختلفی دارد که از آن جمله می‌توان به مسأله زمان‌بندی دروس دبیرستان، دانشگاه‌ها و زمان‌بندی امتحانات دانشگاه اشاره کرد [۵].

برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی یکی از مسایلی می‌باشد که سالیان زیادی دانشگاه‌ها با آن مواجه بوده‌اند و به عنوان یکی از مشکل‌ترین مسایل زمان‌بندی شناخته می‌شود. این مسأله به عنوان یکی از مسایل بهینه‌سازی ترکیبی دشوار شناخته می‌شود و پژوهشگران مختلفی مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی را به عنوان یکی از مسایل NP-Hard معرفی نموده‌اند. این مسأله از منظر مدل‌سازی تحقیق در عملیات و هوش مصنوع برای پژوهشگران دارای جذابیت می‌باشد و در سال‌های اخیر پژوهش‌های مختلفی در این زمینه انجام گرفته است[۵،۶].

مدل‌سازی برنامه‌ریزی جداول زمانی دروس دانشگاهی در جهت استفاده مناسب و موثر از منابع انسانی و فضای در دسترس دانشگاه‌ها بسیار مهم است این منابع انسانی شامل دانشجویان، اساتید و کارکنان می‌باشد در حالی که منابع فضایی دانشگاه شامل کلاس‌ها، آزمایشگاه‌ها، کارگاه‌ها و .... می‌شود. به طور کلی مسأله برنامه ریزی جدول زمانی دروس شامل تخصیص این منابع به یک دسته از دوره‌های زمانی است که در این برنامه‌ریزی یک دسته از محدودیت‌ها نیز بنا بر خواسته برنامه‌ریزان، دانشگاه و .... درنظر گرفته می‌شود [۷]. در مسایل بهینه سازی چند هدفه، اهداف معمولا با یکدیگر دارای تعارض می‌باشند و بهینگی یکی از اهداف ممکن است باعث ضعف در سایر اهداف گردد؛ بنابراین یک رویکرد منطقی نسبت به مسایل چند هدفه را می‌توان به جای یافتن یک راه‌حل واحد، یافتن مجموعه‌ای از راه‌حل‌های مطلوب پارتو دانست [۸].

علاوه بر برنامه‌ریزی برای منابع آموزشی در جدول زمانی دروس دانشگاهی، درنظر گرفتن کیفیت برنامه‌ی درسی دارای اهمیت بالایی می‌باشد که باید در مدل‌سازی مورد توجه قرار گیرد. ارزیابی کیفیت برنامه‌ی درسی دارای چالش‌های مهمی است که در بین آن‌ها ایجاد تعادل و انسجام از اهمیت بالایی برخوردار است [۹]. پژوهشگران عناصر مختلفی را به عنوان عناصر برنامه آموزشی درنظر گرفته و مورد سنجش قرار می‌دهند که از

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اهداف و نیازهای آموزشی، سازمان‌دهی، راهنمایی، مکان و زمان آموزش اشاره نمود [۱۰].

همان‌گونه که در مراحل قبل اهمیت برنامه‌ریزی آموزشی مشخص شد در این پژوهش به ارایه یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح جهت تعیین جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی پرداخته می‌شود. با توجه به این‌که مدل برنامه ریزی آموزشی دارای محدودیت‌های زیادی می‌باشد در مدل ارایه شده در این پژوهش سعی شده است از رویکرد کیفیت‌گرایی در برنامه‌ریزی استفاده گردد و برنامه‌ریزی به گونه‌ای انجام گیرد که کیفیت ارایه دروس در دانشگاه افزایش یابد. بدین منظور در ابتدا با مطالعه‌ی ادبیات پژوهش به جمع‌آوری کلیه محدودیت‌های درنظر گرفته شده در این پژوهش پرداخته شده است و در ادامه محدودیت‌هایی نیز برای ارتقا کیفیت ارایه دروس تعیین شده و سپس به ارایه مدل ریاضی برای زمان‌بندی دروس دانشگاهی پرداخته می‌شود. در انتها نیز با استفاده از مثال عددی به حل مدل ارایه شده در دو حالت درنظر گرفتن رویکرد کیفیت و بدون درنظر گرفتن آن پرداخته می شود و نتایج با استفاده از شاخص‌های ارزیابی نتایج مدل با یکدیگر مقایسه می‌شود.

۲ پیشینه تحقیق

تحقیقات پژوهشگران در ارتباط با مسأله جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی از سال‌ها پیش آغاز شده و تاکنون مطالعات زیادی در این ارتباط انجام گرفته است. با مطالعاتی که در ارتباط با این مسأله انجام گرفت، مشخص گردید که پژوهشگران معمولا به دو صورت به مدل‌سازی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی پرداخته‌اند. در نوع اول پژوهشگران به صورت پیش فرض برنامه‌های درسی را برای دانشجویان درنظر گرفته و بر مبنای برنامه‌های درسی درنظر گرفته شده برای گروه‌های مختلف دانشجویی به ارایه درس پرداخته‌اند در صورتی که در نوع دوم امکانات دانشگاهی به عنوان پیش‌فرض تعیین گردیده است و با استفاده از یک برآورد اولیه تعداد گروه‌هایی که از هر درس باید ارایه شود مشخص می‌شود و در ادامه با توجه به منابع آموزشی دانشگاه شامل اساتید، کلاس‌ها و ..... به برنامه‌ریزی پرداخته شده است. در نوع اول بایدگروه‌بندی دانشجویان انجام و دروسی که به هر گروه تخصیص می‌یابد، برآورد شود و برنامه‌ریزی برای دروس هر گروه انجام گیرد؛ اما در گروه دوم مبنای برنامه ریزی منابع مورد نیاز آموزش می‌باشد.

در این نوع برنامه‌ریزی معمولا پژوهشگران یک سری محدودیت را درنظر می‌گیرند و بر مبنای آن مدل سازی خود را انجام می‌دهند. در این قسمت ضمن بررسی ادبیات تحقیق، محدودیت‌های درنظر گرفته شده در تحقیقات پیشین مورد بررسی قرار می‌گیرد که نتایج حاصل به صورت خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

جدول ۱. محدودیت‌های درنظر گرفته شده در مطالعات پیشین

نام نویسنده (سال)	ارایه تمام گروه‌های یک درس	برنامه‌ریزی دروس اساتید بر مبنای ساعات حضور آن‌ها	عدم تداخل در برنامه اساتید	درنظر گرفتن تجهیزات موردنیاز برای هر درس	عدم تداخل محل تشکیل کلاس‌ها	ظرفیت محل تشکیل کلاس‌ها	عدم تداخل برنامه دانشجویان	عدم تشکیل همزمان دو گروه از یک درس	درنظر گرفتن ظرفیت اساتید جهت تدریس	فشرده‌سازی ارایه کلاس در طول هفته	عدم ارایه دروس در دوره زمانی آخر هر روز
Al-Yakoob and Sherali (2006) [۱۱]	✓		✓						✓		
MirHassani (2006) [۱۲]			✓				✓				
Abdullah (2006)[۱۳]	✓	✓	✓		✓	✓					
Head and Shaban (2007) [۱۴]		✓	✓	✓			✓				
Beligiannis et al. (2008) [۱۵]			✓		✓			✓	✓		
Studenovský (2009) [۱۶]					✓	✓	✓				
Causmaecker et al. (2009) [۱۷]	✓		✓		✓		✓				
Zhang et al. (2010) [۱]		✓	✓		✓						
Lü, and Hao (2010) [۱۸]		✓	✓			✓	✓				
Burke et al. (2010) [۱۹]	✓		✓		✓	✓				✓	
Soza et al. (2011) [۲۰]			✓	✓	✓	✓	✓				
Wu (2011) [۲۱]			✓		✓	✓		✓			
Shiau (2011) [۲۲]		✓	✓	✓	✓		✓				
Sabar et al. (2012) [۲۳]				✓	✓	✓	✓				
Gunawan et al. (2012) [۲۴]	✓	✓	✓						✓		
Cacchiani et al. (2013) [۲۵]	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
Basir et al. (2013) [۲۶]			✓		✓		✓				
Qaurooni and Akbarzadeh-T (2013) [۲۷]				✓	✓	✓					
Bolaji et al. (2014) [۶]					✓	✓				✓	✓
Fong et al. (2014) [۲۸]					✓	✓	✓			✓	✓
Badoni et al. (2014) [۲۹]					✓	✓	✓			✓	✓

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

نام نویسنده (سال)	ارایه تمام گروه‌های یک درس	برنامه‌ریزی دروس اساتید بر مبنای ساعات حضور آن‌ها	عدم تداخل در برنامه اساتید	درنظرگرفتن تجهیزات موردنیاز برای هر درس	عدم تداخل محل تشکیل کلاس‌ها	ظرفیت محل تشکیل کلاس‌ها	عدم تداخل برنامه دانشجویان	عدم تشکیل همزمان دو گروه از یک درس	درنظر گرفتن ظرفیت اساتید جهت تدریس	فشرده‌سازی ارایه کلاس در طول هفته	عدم ارایه دروس در دوره زمانی آخر هر روز
Al-Yakoob and Sherali (2015) [۳۰]			✓						✓		
Méndez-Díaz et al. (2016) [۳۱]					✓	✓	✓				✓
Vermuyten et al. (2016) [۳۲]			✓		✓		✓		✓		
Soria-Alcaraz et al. (2016) [۳۳]			✓		✓		✓	✓		✓	✓
Bellio et al. (2016) [۳۴]			✓		✓	✓				✓	
Borchani et al. (2017) [۳۵]		✓	✓							✓	
Song et al. (2017) [۳۶]		✓	✓							✓	
Bagger et al. (2017) [۳۷]	✓	✓	✓		✓						

در جدول ۱ نشان داده شده است که پژوهشگران متعددی در ارتباط با مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی به پژوهش پرداخته‌اند و هر یک از آن‌ها بر مبنای نوع مسأله و حتی در برخی، با توجه به نوع مطالعه موردی محدودیت‌هایی در قالب محدودیت‌های نرم و سخت درنظر گرفتند، اما این مدل‌ها معمولا بسیاری از محدودیت‌هایی را که در دنیای واقعی وجود دارد درنظر نگرفتند و نتایج آن‌ها با شرایط واقعی موجود در سیستم آموزشی دانشگاه‌ها فاصله‌ی بسیار دارد. با توجه به مقایسه ادبیات پژوهش با شرایط موجود در سیستم‌های برنامه ریزی آموزشی دانشگاه‌ها می‌توان به برخی از محدودیت‌ها دست پیدا کرد که در مطالعات پیشین مورد توجه قرار نگرفته و نیاز است پژوهشگران ضمن درنظرگرفتن آن‌ها در مدل‌های خود، به فرموله کردن آن‌ها بپردازند تا بتوانند به جواب بهتری دست پیدا کنند. برخی از محدودیت‌هایی که در سیستم‌های برنامه‌ریزی آموزشی وجود دارد؛ اما در ادبیات مورد اشاره قرار نگرفته‌اند، شامل ترجیح اساتید هیأت علمی به حق التدریس، کیفیت اساتید، درنظر گرفتن ظرفیت اساتید جهت تدریس، برگزاری همزمان دروس پیش‌نیاز و پس‌نیاز، حداقل‌سازی دروس ارایه شده در دوره آخر هر روز، حضور الزامی یک استاد هیأت علمی در دانشگاه برای مشاوره در هر لحظه و حداکثر مجاز ساعات تدریس برای هر استاد در هر روز می‌شود. با توجه به این محدودیت‌ها که در قالب محدودیت‌های نرم و سخت قرار می‌گیرد مدل‌سازی ریاضی انجام خواهد گرفت.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

۳ توضیح مساله

مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی یکی از مسایلی می‌باشد که در کلیه سیستم‌های آموزشی دانشگاه در تمام جهان وجود دارد و با توجه به محدودیت‌های زیادی که در این مسأله وجود دارد، مدل‌سازی و حل آن با دشواری‌هایی مواجه می‌باشد. جدول زمان‌بندی شامل برنامه‌ریزی برای یک دسته از منابع است که دارای محدودیت‌هایی هستند و در جهت تخصیص به یک سری دوره‌های زمانی برنامه‌ریزی می‌شوند. معمولا در این برنامه‌ریزی اهداف مختلفی دنبال می‌شود؛ اما اغلب مواقع این اهداف در راستای حداقل کردن هزینه‌های برنامه‌ریزی است. برخی از اصلاحاتی که معمولا در مسایل جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی استفاده می‌گردد به صورت جدول ۲ می‌باشد:

جدول ۲. اصطلاحات اساسی به‌کار برده شده در جدول زمان‌بندی [۱۲]

اصطلاحات	تعاریف
رویداد	یک فعالیت برنامه‌ریزی شده به عنوان مثال دروس و امتحانات
زمان خالی (دوره)	یک فاصله زمانی که هر رویداد می‌تواند در آن قرار بگیرد.
منبع	منابع مورد نیاز برای رویدادها به عنوان مثال کلاس
محدودیت	یک محدودیت برای برنامه‌ریزی رویدادها، به عنوان مثال ظرفیت کلاس‌ها
تداخل	اگر دو رویداد به یک شخص تخصیص یابد یا در یک زمان ارایه گردد آنگاه آن دو رویداد با یکدیگر تداخل دارند.

همان‌گونه که در ادبیات پژوهش نیز مورد اشاره قرار گرفت بسیاری از پژوهشگران به مطالعه بر روی این مسأله پرداختند و محدودیت‌های زیادی را درنظر گرفتند؛ اما با وجود این همچنان فاصله زیادی بین مدل‌های ارایه شده برای حل این مسأله با دنیای واقعیت وجود دارد و بسیاری از محدودیت‌های دنیای واقعیت مورد اشاره و برنامه‌ریزی قرار نگرفته‌اند. با توجه به این مسایل، در این پژوهش به ارایه یک مدل ریاضی جهت برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی پرداخته می‌شود و بدین منظور محدودیت‌های زیر در قالب دو دسته محدودیت نرم و سخت درنظر گرفته می‌شود و مدل ریاضی آن تشکیل می‌گردد. محدودیت‌های درنظر گرفته شده در مدل ریاضی به صورت زیر می‌باشد:

- ✓ برنامه‌ریزی دروس اساتید بر مبنای ساعات حضور آن‌ها
- ✓ عدم تداخل در برنامه اساتید
- ✓ عدم تشکیل همزمان دو گروه از یک درس
- ✓ ترجیح اساتید هیأت علمی به حق التدریس
- ✓ حداکثر مجاز درس ارایه شده برای هر استاد در هر روز

علاوه بر محدودیت‌های فوق، در این پژوهش، کیفیت برنامه‌ریزی آموزشی نیز مورد توجه قرار گرفته است و در این راستا، عنصر نیازهای آموزشی به عنوان یکی از ابعاد ارزیابی کیفیت برنامه آموزشی، با دو محدودیت زیر درنظر گرفته می‌شود:

- ✓ ارایه تمام گروه‌های یک درس

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

- ✓ حداقل‌سازی دروس ارایه شده در دوره آخر هر روز

همچنین در ارتباط با عنصر مکان آموزشی از عناصر برنامه آموزشی دو محدودیت زیر درنظر گرفته شد:

- ✓ عدم تداخل محل تشکیل کلاس‌ها
- ✓ ظرفیت محل تشکیل کلاس‌ها

در ارتباط با عنصر سازمان‌دهی از عناصر برنامه‌ریزی آموزشی نیز، دو محدودیت زیر درنظر گرفته شده است:

- ✓ درنظر گرفتن ظرفیت اساتید جهت تدریس
- ✓ برگزاری همزمان دروس پیش‌نیاز و پس‌نیاز

در ادامه برای عنصر راهنمایی از عناصر برنامه آموزشی نیز محدودیت «حضور الزامی یک استاد هیأت علمی در دانشگاه برای مشاوره در هر لحظه» درنظر گرفته شده است و علاوه بر آن‌ها محدودیت «کیفیت اساتید» نیز جهت در نظر گرفتن کیفیت تدریس اساتید برای تخصیص درنظر گرفته می‌شود.

با توجه به محدودیت‌های فوق به مدل‌سازی ریاضی پرداخته می‌شود که در ادامه به آن اشاره می‌گردد.

٤ مدل ریاضی

مدل ریاضی ارایه شده در این مرحله به برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی می‌پردازد که ضمن این برنامه‌ریزی به تخصیص اساتید، کلاس و دروس به یک سری از دوره زمانی در هر روز از هفته پرداخته می‌شود و در این برنامه‌ریزی، محدودیت‌های مورد اشاره در قسمت سوم نیز درنظر گرفته خواهد شد. در مدل ریاضی ارایه شده در این پژوهش $i=\{۱,۲,\ldots,I\}$ نشان‌دهنده مجموعه دروس، $j=\{۱,۲,\ldots,J\}$ نشان دهنده مجموعه روزها، $r=\{۱,۲,\ldots,P\}$ نشان‌دهنده تقسیمات هر روز (نیمروز)، $k=\{۱,۲,\ldots,K\}$ نشان‌دهنده مجموعه دوره‌های زمانی در تقسیم (نیمروز) rام از روز j ام، $m=\{۱,۲,\ldots,M\}$ نشان‌دهنده مجموعه اتاق‌ها، $p=\{۱,۲,\ldots,P\}$ نشان‌دهنده مجموعه اساتید و $v=\{۱,۲,\ldots,V\}$ نشان‌دهنده تعداد واحد درس می‌باشد. در ادامه نیز بر مبنای محدودیت‌ها و متغیرهای موجود در مدل، پارامترهای مدل به صورت جدول ۳ نشان داده می‌شود:

جدول ۳. پارامترهای مدل ریاضی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی

MK_{rv}	تعداد دوره زمانی در تقسیمات روزانه (نیمروز) r برای دروس v واحدی
MT_{pjrkv}	اگر استاد p در روز j تقسیمات روزانه (نیمروز) r دوره k برای دروس v واحدی در دسترس باشد ۱; در غیر این صورت صفر
CT_{pi}	اگر استاد p توانایی تدریس درس i را داشته باشد ۱; در غیر اینصورت صفر
C_m	ظرفیت اتاق m
S_i	حداکثر دانشجو که می‌توانند درس i را اخذ نمایند.
a_v	تعداد واحد درس v واحدی
Ma_p	حداکثر مجاز تعداد واحد استاد p

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

جدول ۳. پارامترهای مدل ریاضی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی

Mi_p	حداقل مجاز تعداد واحد استاد p
L_i	تعداد گروه مورد نیاز از درس i
Q_{pi}	کیفیت استاد p در درس i
B_{iv}	اگر درس i به صورت v واحدی باشد برابر ۱ و در غیر اینصورت صفر
$W_{ii'}$	اگر درس i' پیش‌نیاز یا پس‌نیاز درس i باشد ۱ و در غیر اینصورت صفر
Z	حداکثر تعداد واحد که هر استاد در هر روز امکان تدریس دارد.

متغیر موجود در این مدل نیز به صورت $C_{ijrkvmp}$ می‌باشد که بیان می‌کند اگر درس v واحدی i در روز j ، نیمروز r، دوره‌ی k به کلاس m و استاد p تخصیص یابد برابر ۱ است و در غیر اینصورت صفر خواهد بود.

در ادامه به ارایه مدل ریاضی برنامه‌ریزی جدول زمانی دروس دانشگاهی پرداخته می‌شود. مدل ارایه شده در این پژوهش دارای ۸ دسته هدف و ۱۴ دسته محدودیت می‌باشد که در زیر به تفکیک به توضیح آن‌ها پرداخته شده است.

در اولین رابطه از مدل ارایه شده هدف حداکثر کردن استفاده از اتاق‌های موجود در هر یک از تقسیمات (نیمروز) هر روز می‌باشد. به عبارت دیگر بر مبنای این هدف حداکثر استفاده از هر اتاق در هر روز و در هر نیمروز آن انجام می‌گیرد که در رابطه (۱) نشان داده شده است:

$$max \quad \frac{\sum_{i=1}^{I}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{p=1}^{P} C_{ijrkvmp}}{\sum_{v=1}^{V} MK_{rv}} \qquad \forall j,r,m \qquad (۱)$$

در هدف دوم حداکثرسازی استفاده از یک استاد در روزها و دوره‌های حضور او در دانشگاه درنظر گرفته شده است و به عبارتی دیگر این رابطه سعی در حداقل‌سازی بیکاری اساتید در یک روز دارد که در رابطه (۲) نشان داده شده است:

$$max \quad \frac{\sum_{i=1}^{I}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M} C_{ijrkvmp} * CT_{pi}}{\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V} MT_{pjrkv}} \qquad \forall j,p \qquad (۲)$$

حداقل‌سازی مازاد ظرفیت اتاق‌ها بر مبنای رابطه سوم انجام می‌گیرد، بدین صورت که از قرار گرفتن دروسی که نیاز به ظرفیت بسیار کم‌تری نسبت به ظرفیت اتاق دارند در آن اتاق جلوگیری می‌شود.

$$min \quad \frac{C_m - \sum_{i=1}^{I}\sum_{v=1}^{V}\sum_{p=1}^{P} C_{ijrkvmp} * S_i}{C_m} \qquad \forall j,r,k,m \qquad (۳)$$

در رابطه‌ی چهارم از مدل ریاضی، حداکثرسازی استفاده یک استاد از یک اتاق مدنظر می‌باشد و به عبارتی دیگر این رابطه به حداقل‌سازی جابه جایی اساتید در بین اتاق‌ها کمک می‌کند.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

$$max \quad \frac{\sum_{i=1}^{I}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V} C_{ijrkvmp} * CT_{pi}}{\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V} MT_{pjrkv}} \qquad \forall\, j,m,p \qquad (۴)$$

جهت حداکثرسازی استفاده از اساتید هیأت علمی در برنامه‌ریزی از رابطه پنجم استفاده می‌شود و به بیان دیگر با توجه به اینکه اساتید اول تا nام از اعضای هیأت علمی می‌باشند؛ بنابراین رابطه (۵) کمک می‌کند که بیش‌تر به اساتید هیأت علمی دروس تخصیص داده شود.

$$max \quad \left(\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{n} C_{ijrkvmp} * CT_{pi}\right) - \left(\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=n+1}^{P} C_{ijrkvmp} * CT_{pi}\right) \qquad (۵)$$

در رابطه ششم به حداکثرسازی کیفیت اساتید تخصیص داده شده به دروس پرداخته می‌شود و به بیان دیگر این رابطه نشان می‌دهد که دروس به اساتید با کیفیت بالاتر در آن درس اختصاص یابند.

$$max \quad \frac{\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{P} C_{ijrkvmp} * Q_{pi}}{\sum_{i=1}^{I}\sum_{p=1}^{P} Q_{pi}} \qquad (۶)$$

با توجه به این‌که دانشجویان امکان انتخاب دروس پیش نیاز و پس نیاز را به صورت همزمان ندارند در رابطه هفتم به حداکثرسازی برگزاری این دروس به صورت همزمان پرداخته شده است.

$$\max \quad \sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{P} W_{ii'} * \left(C_{ijrkvmp} + C_{i'jrkvmp}\right) \qquad \begin{matrix} \forall\, i,r,j,k \\ i \neq i' \end{matrix} \qquad (۷)$$

در رابطه (۷)، اگر درس i پیش‌نیاز درس i' باشد و i' نیز پیش‌نیاز درس i'' باشد؛ بنابراین سعی می‌گردد i بر روی i'' نیز قرار گیرد.

بر مبنای رابطه هشتم، تعداد دروس ارایه شده در دوره آخر (k) از نیمروز آخر (R) در هر روز حداقل می‌گردد.

$$\min \quad \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{P} C_{ijrkvmp} \qquad \begin{matrix} \forall\ r = R \\ k = K \end{matrix} \qquad (۸)$$

در هشت رابطه فوق، اهداف مدل ریاضی برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی ارایه گردید و در ادامه نیز محدودیت‌های سخت برنامه‌ریزی ارایه خواهد شد.

محدودیت اول بیان‌گر این است که تمام گروه‌های مورد نیاز از یک درس باید اختصاص داده شود که این محدودیت در رابطه (۹) نشان داده شده است.

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{P} B_{iv} * C_{ijrkvmp} = L_i \qquad \forall\, i \qquad (۹)$$

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

بر مبنای رابطه (۱۰) و (۱۱)، میزان حداکثر و حداقل دروسی که هر استاد در هر هفته مجاز به تدریس آن است باید رعایت شود به عبارت دیگر هر استاد در هر هفته (ترم) مجاز به تدریس حداکثر $\mathrm{Ma_p}$ و حداقل $\mathrm{Mi_p}$ ساعت می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M} C_{ijrkvmp} * CT_{pi} * a_v \le Ma_p \qquad \forall p \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M} C_{ijrkvmp} * CT_{pi} * a_v \ge Mi_p \qquad \forall p \qquad (۱۱)$$

در محدودیت بعدی به عدم تداخل برنامه اساتید پرداخته شده است و بر مبنای رابطه (۱۲)، هر استاد در هر دوره زمانی از هر یک از تقسیمات (نیمروز) هر روز تنها به یک درس اختصاص می‌یابد.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M} C_{ijrkvmp} * CT_{pi} \le 1 \qquad \forall j,r,k,p \qquad (۱۲)$$

بر مبنای رابطه (۱۳)، در هر تقسیمات (نیمروز) هر روز تنها یکی از انواع دروس v واحدی یا v' واحدی به هر کلاس تخصیص یابد.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{k=1}^{K}\sum_{p=1}^{P}\left(C_{ijrkvmp} + C_{ijrkv'mp}\right) \le 1 \qquad \begin{matrix}\forall r, j, v, v', m \\ v \ne v'\end{matrix} \qquad (۱۳)$$

بر مبنای رابطه (۱۴) و (۱۵)، در هر یک از تقسیمات (نیمروز) هر روز و در هر اتاق فقط دروس v واحدی و حداکثر به تعداد دوره‌های v واحدی (MK_{rv}) تخصیص یابد.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{k=1}^{K}\sum_{p=1}^{P} C_{ijrkvmp} \le MK_{rv} \qquad \forall m, j, r, v \qquad (۱۴)$$

$$C_{ijrkvmp} = 0 \qquad \begin{matrix}\forall i, j, r, m, p \\ v \ge 2 \; ; k > 2\end{matrix} \qquad (۱۵)$$

رابطه (۱۵) بیان کننده این نکته می‌باشد که در کلاس‌هایی که برای دروس بیش از ۲ واحدی می‌باشد بیش از دو دوره در هر یک از تقسیمات روزانه (نیمروز) درس تخصیص نیابد.

بر مبنای رابطه (۱۶)، تعداد دانشجویان تخصیص داده شده به هر کلاس نباید از ظرفیت آن کلاس بیش‌تر باشد.

$$S_i * C_{ijrkvmp} \le C_m \qquad \forall i, j, r, k, v, m, p \qquad (۱۶)$$

در رابطه (۱۷) نیز از تداخل برنامه اساتید و کلاس‌ها جلوگیری می‌کند و بر مبنای آن به هر درس حداکثر یک کلاس و یک استاد اختصاص یابد.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

$$\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{P}\sum_{v=1}^{V} C_{ijrkvmp} \le 1 \qquad \forall i,j,r,k \qquad (17)$$

در محدودیت بعدی و در قالب رابطه (۱۸)، بیان شده است که در راستای افزایش کیفیت آموزشی دانشگاه در هر زمان یک استاد جهت مشاوره در دانشگاه حضور داشته باشد. به عبارتی دیگر در هر دوره زمانی و در هر تقسیمات (نیمروز) هر روز یک استاد هیات علمی برای مشاوره وجود داشته باشد.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M}\sum_{p=1}^{n} MT_{pjrkv} * \left(1 - C_{ijrkvmp} * CT_{pi}\right) \ge 1 \qquad \forall j,r,k \qquad (18)$$

رابطه (۱۹) بیان‌گر این محدودیت است که در هر روز j، نیمروز r و در هر دوره زمانی k و دروس v واحدی، دروس تنها به اساتید حاضر تخصیص داده شود.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{m=1}^{M} C_{ijrkvmp} \le MT_{pjrkv} \qquad \forall j,r,k,v,p \qquad (19)$$

در رابطه (۲۰) به تعیین تعداد واحد هر درس پرداخته می‌شود و بر مبنای آن، درس i، در روز j، نیمروز r، دوره k در کلاس m توسط استاد p در صورتی ارایه می‌شود که درس i به صورت vواحدی باشد.

$$C_{ijrkvmp} \le B_{iv} \qquad \forall i,j,r,k,v,m,p \qquad (20)$$

در محدودیت بعدی و در رابطه (۲۱) حداکثر ساعات تدریس اساتید در هر روز مطرح شده است و بیان شده است که برای هر استاد p در هر روز j حداکثر Z واحد درس ارایه شود.

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{r=1}^{R}\sum_{k=1}^{K}\sum_{v=1}^{V}\sum_{m=1}^{M} a_v * C_{ijrkvmp} \le Z \qquad \forall p,j \qquad (21)$$

در رابطه (۲۲) بیان شده است که دروس تنها به اساتیدی تخصیص یابد که توانایی تدریس آن درس را دارند.

$$C_{ijrkvmp} \le CT_{pi} \qquad \forall i,j,r,k,v,m,p \qquad (22)$$

با توجه به تعداد زیاد اهداف و محدودیت‌هایی که در مسأله درنظر گرفته شده است، جهت بررسی مدل از یک مثال عددی استفاده خواهد شد که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۵ مثال عددی

در این مرحله جهت بررسی قابلیت اجرایی مدل از یک مثال عددی استفاده می‌شود و بدین منظور ضمن تعریف یک مثال عددی، با استفاده از نرم‌افزار لینگو به حل آن پرداخته می‌شود. در این راستا مثالی با مشخصات مشخص شده در جدول ۴ تعریف می‌شود:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

جدول ٤. خلاصه اطلاعات مثال عددی

اندیس	تعریف	مقادیر
I	مجموعه دروس	۵
J	مجموعه روزها	۴
K	مجموعه دوره‌های زمانی در تقسیم (نیمروز) kام از روز jام	۳
M	مجموعه اتاق‌ها	۳
P	مجموعه اساتید	۴
R	تقسیمات هر روز (نیمروز)	۲
V	تعداد واحد درس	۲

در ادامه با استفاده از مشخصات فوق به تعیین پارامترهای مدل پرداخته می‌شود و بدین منظور هر یک از پارامترهای مدل در قالب جدول ۵ و ۶ نشان داده می‌شود:

جدول ۵. پارامترهای مثال عددی

CT_{pi}						
		I				
		۱	۲	۳	۴	۵
p	۱	۱	۰	۱	۰	۰
	۲	۰	۰	۱	۰	۱
	۳	۰	۱	۰	۱	۰
	۴	۱	۱	۰	۰	۱

$W_{ii'}$						
		i'				
		۱	۲	۳	۴	۵
i	۱	۰	۱	۱	۱	۰
	۲	۱	۰	۱	۰	۱
	۳	۱	۱	۰	۰	۰
	۴	۱	۰	۰	۰	۰
	۵	۰	۱	۰	۰	۰

Q_{pi}						
		I				
		۱	۲	۳	۴	۵
p	۱	۰/۸۴		۰/۸۲		
	۲			۰/۷۸		۰/۸۷
	۳		۰/۶۵		۰/۹	
	۴	۰/۷۲	۰/۸			۰/۷۵

MK_{rv}		Ma_p		Mi_p	
v		Ma(۱)	۱۲	Mi(۱)	۸
۱	۲	Ma(۲)	۱۸	Mi(۲)	۱۲

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

	۱	۳	۲	Ma(۳)	۱۲	Mi(۳)	۸
R	۲	۳	۲	Ma(۴)	۱۶	Mi(۴)	۱۰
B_{iv}				C_m		a_v	
				C(۱)	۳۵	a(۱)	۲
		v		C(۲)	۴۰	a(۲)	۳
		۱	۲	C(۳)	۳۰	L_i	
i	۱	۱	۰	S_i		L(۱)	۵
	۲	۰	۱	S(۱)	۳۵	L(۲)	۲
	۳	۱	۰	S(۲)	۳۲	L(۳)	۹
	۴	۰	۱	S(۳)	۲۸	L(۴)	۴
	۵	۰	۱	S(۴)	۴۰	L(۵)	۲
				S(۵)	۳۰		

جدول ٦. ادامه پارامترهای مثال عددی

MT_{pjrkv}											
								P			
								۱	۲	۳	٤
j	۱	r	۱	v	۱	k	۱	۱	۰	۱	۰
							۲	۱	۰	۱	۰
							۳	۱	۰	۱	۰
					۲	k	۱	۱	۰	۱	۰
							۲	۱	۰	۱	۰
							۳	۰	۰	۱	۰
			۲	v	۱	k	۱	۰	۱	۰	۱
							۲	۰	۱	۰	۱
							۳	۰	۱	۰	۱
					۲	k	۱	۰	۱	۰	۱
							۲	۰	۱	۰	۱
							۳	۰	۱	۱	۰
	۲	r	۱	v	۱	k	۱	۰	۱	۱	۱
							۲	۰	۱	۱	۱
							۳	۰	۱	۱	۱
					۲	k	۱	۰	۱	۱	۱
							۲	۰	۱	۱	۱
							۳	۰	۱	۰	۰
			۲	v	۱	k	۱	۱	۰	۰	۰
							۲	۱	۰	۰	۰
							۳	۱	۰	۰	۰

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

MT_{pjrkv}										
							P			
							۱	۲	۳	٤
				۲	k	۱	۱	۰	۰	۰
						۲	۱	۰	۰	۰
						۳	۰	۱	۰	۰
	۳	r	۱	v	۱	k	۱	۱	۱	۰
						۲	۱	۱	۱	۰
						۳	۱	۱	۱	۰
					۲	k	۱	۱	۱	۰
						۲	۱	۱	۱	۰
						۳	۱	۰	۰	۰
			۲	v	۱	k	۱	۰	۰	۰
						۲	۰	۰	۰	۱
						۳	۰	۰	۰	۱
					۲	k	۱	۰	۰	۱
						۲	۰	۰	۰	۱
						۳	۰	۰	۱	۰
	٤	r	۱	v	۱	k	۱	۰	۱	۰
						۲	۰	۱	۰	۱
						۳	۰	۱	۰	۱
					۲	k	۱	۰	۱	۰
						۲	۰	۱	۰	۱
						۳	۰	۱	۰	۰
			۲	v	۱	k	۱	۰	۱	۰
						۲	۱	۰	۱	۰
						۳	۱	۰	۱	۰
					۲	k	۱	۰	۱	۰
						۲	۱	۰	۱	۰
						۳	۱	۰	۰	۰

همچنین در مثال فوق تعداد اساتید هیات علمی نیز برابر ۲ می‌باشد به عبارت دیگر $(n=۲)$ می‌باشد. همان‌گونه که در مثال فوق نشان داده شده است برای ۵ درس مجموعا در جدول زمان‌بندی ۲۲ گروه درسی نیاز می‌باشد.

با توجه به این‌که مدل ارایه شده در این مقاله بر اساس رویکرد کیفیت‌گرایی می‌باشد جهت حل آن در ابتدا مدل با حالت عادی؛ یعنی بدون اهداف و محدودیت‌هایی که بر کیفیت ارایه دروس اشاره دارد حل می‌گردد و در ادامه نیز مدل با استفاده از اهداف و محدودیت‌های کیفیت‌گرایی مجددا حل شده و نتایج با یکدیگر مقایسه خواهد شد.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

در این مرحله از مدل ارایه شده در قسمت ۴، هدف شماره (۶) که به کیفیت ارایه دروس توسط اساتید اشاره دارد و همچنین هدف شماره (۸) که به دنبال حداقل کردن ارایه دروس در دوره زمانی آخر هر روز می-باشد به همراه محدودیت شماره (۱۸) که به وجود یک استاد جهت مشاوره در هر لحظه در دانشگاه اشاره دارد از مدل حذف می‌شود و با توجه به پارامترهای مسأله و با استفاده از نرم‌افزار لینگو به حل مدل پرداخته می‌شود و جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی برای مثال فوق، مطابق جدول ۷ نشان داده شده است:

جدول ۷. جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی بدون در نظر گرفتن اهداف و محدودیت‌های کیفیت‌گرایی

روز			صبح ($r=۱$)										بعدازظهر ($r=۲$)								
$j=۱$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس				۱							۱		۳						
		استاد				۱							۱		۲						
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس			۵																
		استاد			۲																
$j=۲$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس			۳				۱					۳							۳
		استاد			۱				۱					۱							۱
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس		۲									۲								
		استاد		۴									۴								
$j=۳$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس	۳								۳		۱			۳					
		استاد	۲								۲		۴			۲					
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس					۴							۴							
		استاد					۳							۳							
$j=۴$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس			۳				۳				۱								
		استاد			۲				۲				۴								
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

روز			صبح ($r=۱$)										بعدازظهر ($r=۲$)								
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس					۴							۴				۵			
		استاد					۳							۳				۲			

همان‌گونه که در جدول ۷ نشان داده شده است در ۴ روز برنامه‌ریزی از هر ۳ کلاس و هر ۴ نفر استاد موجود در منابع برنامه‌ریزی استفاده شده است و در حالی که ۲۲ گروه درسی مورد نیاز برنامه‌ریزی شده است و حداقل و حداکثر ساعت مجاز تدریس اساتید در هفته و روز نیز درنظر گرفته شده است.

در ادامه اهداف و محدودیت‌هایی که به رویکرد کیفیت‌گرایی اشاره دارد، اضافه می‌گردد و مجددا مدل قسمت چهارم با مثال عددی ارایه شده در مرحله قبل حل می‌شود که نتایج آن در جدول ۸ نشان داده شده است:

جدول ۸. جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی براساس رویکرد کیفیت‌گرایی

روز			صبح ($r=۱$)										بعدازظهر ($r=۲$)								
$j=۱$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس				۱							۱		۳						
		استاد				۱							۱		۲						
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس						۵													
		استاد						۲													
$j=۲$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس	۱				۳				۳				۳						
		استاد	۱				۱				۱				۱						
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس											۲				۲				
		استاد											۴				۴				
$j=۳$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس	۳								۳		۱					۳			
		استاد	۲								۲		۴					۲			
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس					۴							۴							

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

روز			صبح ($r=۱$)										بعدازظهر ($r=۲$)								
		استاد					۳							۳							
$j=۴$	$v=۱$	section	۱			۲			۳				۱			۲			۳		
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
		درس	۳								۳		۱								
		استاد	۲								۲		۴								
	$v=۲$	section	۱			۲							۱			۲					
		کلاس	۱	۲	۳	۱	۲	۳					۱	۲	۳	۱	۲	۳			
		درس					۴							۴				۵			
		استاد					۳							۳				۲			

همان‌گونه که در جدول ۸ نشان داده شده در ۴ روز برنامه‌ریزی از همه کلاس‌ها و هر ۴ نفر استاد موجود در برنامه‌ریزی استفاده شده است و در حالی که ۲۲ گروه درسی مورد نیاز برنامه‌ریزی شده و حداقل و حداکثر ساعت مجاز تدریس اساتید در هفته و روز نیز درنظر گرفته شده است. همچنین ۱۴ گروه درسی از ۲۲ گروه درسی ارایه شده نیز توسط اعضای هیات علمی ارایه شده است و در دوره آخر از نیمروز دوم نیز هیچ درسی ارایه نشده است.

نتایج مدل نشان می‌دهد که ظرفیت کلاس‌ها نیز در تخصیص کلاس به دروس درنظر گرفته شده است و تمام دروس به کلاس‌هایی تخصیص یافته که ظرفیت بالاتری از کلاس دارند. همچنین همان‌گونه که در نتایج مشخص شده است، یک نفر از اساتید هیات علمی در همه دوره‌های زمانی در دانشگاه حضور دارد.

٦ بررسی تاثیر محدودیت کیفیت اساتید در نتایج مدل

در این مرحله با استفاده از تعریف شاخص‌هایی، به ارزیابی نتایج مدل در دو حالت «بدون درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس» و «درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس» پرداخته می‌شود. بدین منظور در ابتدا شاخص‌ها به صورت زیر تعیین می‌گردد:

✓ نسبت روزهای حضور اساتید

با استفاده از این شاخص به بررسی تعداد روزهای حضور اساتید پرداخته می‌شود و نسبت تعداد روزهای برنامه ریزی شده برای هر یک از اساتید به کل روزهای برنامه‌ریزی درنظر گرفته می‌شود.

$$ND_t = \sum_{p} \frac{\text{روزهای برنامه ریزی شده برای استاد } p}{\text{کل روزهای برنامه ریزی}}$$

با توجه به تعریف فوق، هر چه مقدار شاخص ND_t کم‌تر باشد برنامه‌ریزی بهتر بوده است.

✓ سطح کیفیت اساتید در برنامه‌ریزی

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

در این شاخص به ارزیابی سطح کیفیت اساتید در برنامه ارایه شده پرداخته می‌شود و بدین منظور نسبت کیفیت استاد برنامه‌ریزی شده برای هر درس به بالاترین کیفیت استاد برای آن درس درنظر گرفته می‌شود.

$$Q_t = \sum_i \frac{\text{کیفیت استاد برنامه‌ریزی شده برای درس } i}{\text{بالاترین کیفیت استاد برای آن درس}}$$

با توجه به تعریف فوق، هر چه مقدار شاخص Q_t بیش‌تر باشد برنامه‌ریزی بهتر بوده است.

✓ نسبت دروس پیش‌نیاز و پس‌نیاز همزمان

در این شاخص ارایه همزمان دروس پیش‌نیاز و پس‌نیاز مورد بررسی قرار می‌گیرد و بدین منظور نسبت تعداد گروه‌های ارایه شده به صورت همزمان دروس پیش‌نیاز و پس‌نیاز به کل گروه‌های مورد نیاز از دروس پس‌نیاز و پیش‌نیاز درنظر گرفته می‌شود.

$$S_t = \sum_i \frac{\text{تعداد گروه‌های دروس پس‌نیاز و پیش‌نیاز هم‌زمان درس } i}{\text{کل گروه‌های موردنیاز دروس پس‌نیاز و پیش‌نیاز درس } i}$$

با توجه به تعریف فوق، هر چه مقدار شاخص S_t بیش‌تر باشد برنامه‌ریزی بهتر بوده است.

✓ نسبت دروس ارایه شده در دوره زمانی آخر

در این شاخص دروس ارایه شده در دوره زمانی آخر هر روز مورد بررسی قرار می‌گیرد و بدین منظور نسبت تعداد دروس ارایه شده در دوره زمانی آخر به کل دروس ارایه شده درنظر گرفته می‌شود.

$$\mathrm{R} = \frac{\text{تعداد دروس ارایه شده در دوره آخر}}{\text{کل دروس ارایه شده}}$$

با توجه به تعریف فوق، هر چه مقدار شاخص R کم‌تر باشد برنامه‌ریزی بهتر بوده است.

با توجه به شاخص‌های فوق، در این قسمت به مقایسه برنامه‌ریزی دروس در دو حالت «بدون درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس» و «درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس» پرداخته می‌شود. بدین منظور مقادیر هر یک از شاخص‌های فوق مورد سنجش قرار می‌گیرد که به صورت جدول ۹ می‌باشد:

جدول ۹. مقادیر شاخص‌های ارزیابی حل مدل

	بدون درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس	درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس
ND_t	۲/۵	۲/۵
Q_t	۲۱/۴۲	۲۱/۴۲
S_t	۱/۱۵	۰/۹۴۸
R	۰/۰۴۵۴۵	۰

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد که اضافه کردن محدودیت‌های مرتبط با کیفیت اساتید در شاخص نسبت روز حضور اساتید و کیفیت دروس ارایه شده از نظر مدرس بی‌تاثیر می‌باشد و در شاخص ارایه همزمان دروس پیش نیاز و پس‌نیاز، اضافه کردن محدودیت‌های مرتبط با کیفیت باعث بدتر شدن شاخص مرتبط شده است و اما در شاخص ارایه دروس در دوره زمانی آخر هر روز، با توجه به این‌که هیچ درسی در دوره زمانی آخر ارایه نشده است شاخص بهبود پیدا کرده است.

از طرفی با توجه به این‌که این مسأله با یک مثال عددی حل شده و گزینه‌های برنامه‌ریزی محدودتر بوده است، مقادیر شاخص‌ها تغییر چندانی نداشته و با حل مدل برای برنامه‌ریزی در مقیاس بزرگ‌تر و واقعی، مقادیر شاخص‌ها تغییرات بیش‌تری خواهد داشت.

۷ نتیجه‌گیری

جدول زمان‌بندی در سازمان‌های مختلفی وجود دارد و فعالیت‌های مختلفی همچون فعالیت‌های ورزشی، حمل و نقل، صنعتی و آموزشی که توسط انسان انجام می‌گیرد نیازمند ایجاد جدول زمان‌بندی می‌باشد و یکی از این فعالیت‌ها که سالیان زیادی است مورد برنامه زمان‌بندی قرار می‌گیرد فعالیت‌های آموزشی دانشگاه می‌باشد. جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی یکی از فعالیت‌هایی است که سالیان زیادی در دانشگاه‌ها انجام شده است و با توجه به امکانات مختلف و زیاد دانشگاه که باید در برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گیرد این مسأله با پیچیدگی های زیادی مواجه می‌باشد.

با توجه به اهمیت مسأله جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی، در این پژوهش به ارایه یک مدل ریاضی جهت برنامه‌ریزی زمان‌بندی دروس دانشگاهی با رویکرد کیفیت ارایه دروس پرداخته شده است. در قسمت اول جهت ارایه مدل ریاضی زمان‌بندی دروس دانشگاهی، ادبیات پژوهش به صورت کامل مورد بررسی قرار گرفت و محدودیت‌هایی که سایر پژوهشگران در قالب محدودیت‌های نرم و سخت درنظر گرفته بودند، مشخص شده و از طرفی با توجه به رویکرد کیفیت‌گرایی که در مدل درنظر گرفته شده است، مطالعاتی نیز در ارتباط با ابعاد کیفیت آموزشی انجام گرفت و ابعاد کیفیت آموزش و مصادیق آن در برنامه‌ریزی آموزشی مشخص گردید و در نهایت با توجه به آن‌ها، مدل‌سازی انجام گرفت. در قسمت دوم در راستای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، با استفاده از یک مثال عددی به حل مدل به شکل دقیق پرداخته شد.

در مدل ارایه شده و در راستای افزایش کیفیت جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی، محدودیت‌هایی همچون ترجیح اساتید هیات علمی به حق التدریس، کیفیت اساتید، برگزاری همزمان دروس پیش‌نیاز و پس‌نیاز، حداقل‌سازی دروس ارایه شده در دوره آخر هر روز و حضور الزامی یک استاد هیات علمی در دانشگاه برای مشاوره در هر لحظه درنظر گرفته شده است. در ادامه، مدل ارایه شده نیز با استفاده از یک مثال عددی حل شده و قابلیت اجرایی آن مورد بررسی قرار گرفت و در انتها چهار شاخص تعریف گردید و بر مبنای آن به مقایسه

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

جواب‌های مدل ارایه شده در دو حالت «بدون درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس» و «درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس» پرداخته می‌شود.

نتایج حاصل از حل مدل نشان داد که در راستای استفاده حداکثری از اساتید و کلاس‌ها در ارایه دروس، برای همه اساتید و در همه کلاس‌ها درس ارایه شده است و ضمن آن ظرفیت مجاز ساعات تدریس برای اساتید و اولویت‌بخشی به اساتید هیات علمی در مقابل اساتید حق‌التدریس نیز درنظر گرفته شده است. علاوه بر آن و با توجه به کاهش بازدهی در ساعات پایانی روز، در دوره آخر از نیمروز دوم نیز هیچ درسی ارایه نشده است. در انتها نیز چهار شاخص «نسبت روزهای حضور اساتید»، «سطح کیفیت اساتید در برنامه‌ریزی»، «نسبت دروس پیش نیاز و پس‌نیاز همزمان»، «نسبت دروس ارایه شده در دوره زمانی آخر» جهت ارزیابی جواب‌های مدل تعریف گردید و جواب‌های مدل در دو حالت در نظر گرفتن کیفیت ارایه دروس و عدم درنظر گرفتن کیفیت ارایه دروس با یکدیگر مقایسه گردید.

مدل ارایه شده در این پژوهش می‌تواند توسط مسئولین برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه‌ها مورد استفاده قرار بگیرد و با توجه به این که تعداد زیادی از محدودیت‌های موجود در دنیای واقعی پاسخ داده شده است، می‌توان امید داشت که دانشگاه‌ها نیز با استفاده از این مدل به یک جدول زمان‌بندی مناسب دست پیدا کنند که مورد قبول اساتید و دانشجویان باشد. از مهم‌ترین مزایای مدل ارایه شده در این پژوهش برای دانشجویان را می‌توان به حضور یک استاد هیات علمی در هر دوره در دانشگاه جهت مشاوره اشاره نمود.

از دیگر مزایای مدل ارایه شده در این پژوهش می‌توان به درنظر گرفتن تعداد زیادی از محدودیت‌های دنیای واقعی اشاره نمود و همچنین مسایلی که در کیفیت برنامه‌ریزی آموزشی از نظر اساتید و دانشجویان موثر می‌باشد همچون عدم ارایه کلاس در ساعات آخر روز، حضور اساتید جهت مشاوره به دانشجویان، درنظر گرفتن ظرفیت ساعات تدریس اساتید و .... در مدل ارایه شده درنظر گرفته شده است؛ اما مدل ارایه شده علاوه بر مزایای موجود دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشند که از آن جمله می‌توان به عدم ارایه و حل مدل برای برنامه‌ریزی دروس دانشگاهی در یک مطالعه موردی اشاره نمود.

با توجه به وسعت برنامه‌ریزی جدول زمان‌بندی دروس دانشگاهی، پژوهشگران می‌توانند ضمن تمرکز بر این موضوع به پژوهش‌هایی در این حوزه بپردازند. از جمله می‌توان در پژوهش‌های آتی، ضمن ارایه مدل‌های متنوع‌تر، برای حل مدل نیز از برنامه‌ریزی آموزشی در دانشگاه‌ها استفاده کرده و به برنامه‌ریزی موارد حقیقی پرداخت. علاوه بر آن با توجه به این‌که مسأله زمان‌بندی دروس دانشگاهی یک مسأله NP-Hard می‌باشد می‌توان از روش‌های فراابتکاری جهت حل استفاده کرد و نتایج را با روش‌های دقیق مقایسه نمود.

منابع

[1] Zhang, D., Liu, Y., M'Hallah, R. and Leung, S.C.H. (2010). A simulated annealing with a new neighborhood structure based algorithm for high school timetabling problems. European Journal of Operational Research, 203(3), 550-558.

[2] Veenstra, M. and Vis, I.F.A. (2016). School timetabling problem under disturbances. Computers & Industrial Engineering, 95(1) 175-186.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

[3] Soria-Alcaraz, J.A., Ochoa, G., Swan, J., Carpio, M., Puga, H. and Burke, E.K. (2014). Effective learning hyper-heuristics for the course timetabling problem. European Journal of Operational Research. 238(1), 77-86.
[4] Johnes, J. (2014). Operational Research in education. European Journal of Operational Research. 243(3), 1-14.
[5] Ahmed, L.N., Özcan, E. and Kheiri, A. (2012). Solving high school timetabling problems worldwide using selection hyper-heuristics. Expert Systems with Applications. 42(13), 5463-5471.
[6] Bolaji, A.L., Khader, A.T., Al-Betar, M.A. and Awadallah, M.A. (2014). University Course Timetabling using Hybridized Artificial Bee Colony with Hill Climbing Optimizer, Journal of Computational Science, 5(5), 809–818.
[7] Carter, M.W., and Laporte, G. (1998). Recent developments in practical course timetabling. In E.K. Burke, and P. Ross (Eds.), Selected papers from the 2nd international conference on the practice and theory of automated timetabling (pp. 3–19). Lecture Notes in Computer Science, Springer.
[8] Akkan, C. and Gulcu, A. (2018). A bi-criteria hybrid Genetic Algorithm with robustness objective for the course timetabling problem. Computers & Operations Research. 90(1), 22-32.
[9] Walker, D (1995). Fundamentals of Curriculum. San Diego: Harcourt, Brace, Jovanovich.
[10] Akker, J.J.H. and Vanden (2003). Curriculum Persectives: An Introduction. In j. Vanden Akker, W. Kuiper and U. Hameyer (Eds.) Curriculum Landscapes and trends. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
[11] Al-Yakoob, S.M. and Sherali, H.D. (2006). Mathematical programming models and algorithms for a class–faculty assignment problem. European Journal of Operational Research. 173(2), 488-507.
[12] Abdullah, S. (2006). Heuristic approaches for university timetabling problems, thesis for the degree of Doctor of Philosophy, The School of Computer Science and Information Technology, university of Nottingham.
[13] MirHassani, S.A. (2006). A computational approach to enhancing course timetabling with integer programming. Applied Mathematics and Computation, 175(1), 814-822.
[14] Head, C. and Shaban, S. (2007). A heuristic approach to simultaneous course/student timetabling. Computers & Operations Research, 34(4), 919-933.
[15] Beligiannis, G.N., Moschopoulos, C.N., Kaperonis, G.P. and Likothanassis, S.D. (2008). Applying evolutionary computation to the school timetabling problem: The Greek case. Computers & Operations Research, 35(4), 1265-1280.
[16] Studenovský, J. (2009). Polynomial reduction of time_space scheduling to time scheduling. Discrete Applied Mathematics. 157(7), 1364-1378.
[17] Causmaecker, P.D., Demeester, P. and Berghe, G.V. (2009). A decomposed metaheuristic approach for a real-world university timetabling problem. European Journal of Operational Research. 195(1), 307-318.
[18] Lü, Z. and Hao, J.K. (2010). Adaptive Tabu Search for course timetabling. European Journal of Operational Research. 200(1), 235-244.
[19] Burke, E. K., Marecek, J., Parkes, A.J. and Rudová, H. (2010). Decomposition, reformulation, and diving in university course timetabling. Computers & Operations Research, 37(3), 582-597.
[20] Soza, C., Becerra, R.L., Riff, M.C. and Coello, C.A.C. (2011). Solving timetabling problems using a cultural algorithm. Applied Soft Computing. 11(1), 337-344.
[21] Wu, C.C. (2011), Parallelizing a CLIPS-based course timetabling expert system. Expert Systems with Applications, 38(6), 7517-7525.
[22] Shiau, D.F. (2011). A hybrid particle swarm optimization for a university course scheduling problem with flexible preferences. Expert Systems with Applications. 38(1), 235-248.
[23] Sabar, N.R., Ayob, M., Kendall, G. and Qu, R. (2012). A honey-bee mating optimization algorithm for educational timetabling problems. European Journal of Operational Research. 216(3), 533-543.
[24] Gunawan, A., Ng, K.M. and Poh, K.L. (2012). A hybridized Lagrangian relaxation and simulated annealing method for the course timetabling problem. Computers & Operations Research. 39(12), 3074-3088.
[25] Cacchiani, V., Caprara, A., Roberti, R. and Toth, P. (2013). A new lower bound for curriculum-based course timetabling. Computers & Operations Research. 40(10), 2466-2477.
[26] Basir, N., Ismail, W. and Norwawi, N.M. (2013). A Simulated Annealing for Tahmidi Course Timetabling. Procedia Technology, 11(1), 437-445.
[27] Qaurooni, D. and Akbarzadeh-T, M.R. (2013). Course timetabling using evolutionary operators. Applied Soft Computing, 13(5), 2504-2514.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]

[28] Fong, C.W., Asmuni, H.b., McCollum, B., McMullan, P. and Omatu, S. (2014). A new hybrid imperialist swarm-based optimization algorithm for university timetabling problems. Information Sciences. 283(1), 1–21.
[29] Badoni, R.P., Gupta, D.K. and Mishra, P. (2014). A new hybrid algorithm for university course timetabling problem using events based on groupings of students. Computers & Industrial Engineering. 78(1), 12–25.
[30] Al-Yakoob, S.M. and Sherali, H.D. (2015). Mathematical Models and Algorithms for a High school timetabling problem. Computers & Operations Research. 61(1), 56-68.
[31] Méndez-Díaz, I., Zabala, P. and Miranda-Bront, J.J. (2016). An ILP based heuristic for a generalization of the post-enrollment course timetabling problem. Computers and Operation Research. 76(1), 195-207.
[32] Vermuyten, H., Lemmens, S., Marques, I. and Belien, J. (2016). Developing compact course timetables with optimized student flows. European Journal of Operational Research. 251(2), 651–661.
[33] Soria-Alcaraz, J.A., Özcan, E., Swan, J., Kendall, G. and Carpio, M. (2016). Iterated local search using an add and delete hyper-heuristic for university course timetabling. Applied Soft Computing. 40(1), 581–593.
[34] Bellio, R., Ceschia, S., Gaspero, L.D., Schaerf, A. amd Urli, T. (2016). Feature-based tuning of simulated annealing applied to the curriculum-based course timetabling problem. Computers & Operations Research. 65(1), 83–92.
[35] Borchani, R., Elloumi, A. and Masmoudi, M. (2017). Variable neighborhood descent search based algorithms for course timetabling problem: Application to a Tunisian University. Electronic Notes in Discrete Mathematics. 58(1), 119-126.
[36] Song, K., Kim, S., Park, M. and Lee, H.S. (2017). Energy efficiency-based course timetabling for university buildings. Energy. 139(1), 394-405.
[37] Bagger, N.C.F., Sorensen, M. and Stidsen, T.R. (2018). Benders' decomposition for curriculum-based course timetabling. Computers & Industrial Engineering. 91(1), 178-189.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2018.15.3.6.2]