



دانشگاه کردستان

طرح درس

| اطلاعات اولیه درس | | | | | |
|----------------------|----------------|------------|--------------------------------------|--|----------------|
| عنوان درس | مقطع | نام مدرس | زمان بندی هفتگی | نوع درس | تعداد واحد درس |
| برنامه ریزی عدد صحیح | تحصیلات تکمیلی | حمید فرورش | مطابق برنامه اعلامی در سامانه گلستان | <input type="checkbox"/> اجباری <input checked="" type="checkbox"/> اختیاری | ۳ |

شرح درس:

تحقیق در عملیات کاربردهای فراوانی در علم، مهندسی، اقتصاد و صنعت دارد و بر این اساس توانایی حل مسائل تحقیق در عملیات برای پژوهشگران و شاغلان حائز اهمیت است. توانایی حل مسائل دنیای واقعی و به دست آوردن پاسخ صحیح به درک و مدل سازی صحیح مسئله و به کارگیری ابزارها و مهارت های مناسب بهینه سازی برای حل مدل ریاضی نیاز دارد.

این درس، درس نسبتاً پیشرفته ای در دروس بهینه سازی بشمار می رود. برنامه ریزی عدد صحیح، برنامه های بهینه سازی ریاضی هستند که حاوی متغیرهای عدد صحیح هستند و به همین خاطر فضای جواب مسائل نامحدب است. بیشتر مسائل تصمیم گیری دنیای واقعی دارای متغیرهای صحیح هستند. به همین خاطر مسائل برنامه ریزی عدد صحیح بسیاری پر کاربرد و با اهمیت هستند. از جمله کاربردهای مهم این مسائل می توان به حوزه حمل و نقل، زنجیره تأمین، زمان بندی و برنامه ریزی تولید، شبکه های مخابرات اشاره کرد. مسائل برنامه ریزی عدد صحیح در قالب عمومی NP-hard هستند.

در این درس هم به جنبه های مدل سازی مسائل برنامه ریزی عدد صحیح پرداخته می شود و هم روش های حل این مسائل آموزش داده می شود. هم از زاویه تئوریک به مباحث درس پرداخته می شود و هم از زاویه کاربردهای مباحث مورد کنکاش قرار می گیرند.

پیش نیازها

(۱) تحقیق در عملیات ۱ و ۲

(۲) جبر خطی

نرم افزار (مهارت های عملی) مورد استفاده در طول دوره

برخورداری از یکی از مهارت های زیر ضروری است:

(۱) استفاده از نرم افزارهای مدل سازی مانند GAMS و حل کننده های Cplex یا Gurobi

(۲) استفاده از API های Cplex برای محیط زبان ++C یا به اصطلاح Concert Technology

(۳) استفاده از IBM ILOG CPLEX Optimization Studio

روش آموزش

سخنرانی ■ پرسش و پاسخ ■ حل تمرین ■ کار عملی (آزمایشگاه یا کارگاه) □ کار با نرم افزار ■

منابع درس

(۱) مراجع اصلی ۱:

- L.A. Wolsey, (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998.

(۲) مراجع کمکی:

- Wolsey, L. A., & Nemhauser, G. L. (1999). Integer and combinatorial optimization. John Wiley & Sons
- Conforti, M., Cornuéjols, G., & Zambelli, G. (2014). Integer programming (Vol. 271). Berlin: Springer.
- Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). Applied integer programming. Hoboken, NJ.

همچنین مجموعه‌ای مقالات منتخب به فراخور موضوع در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد که مکمل مراجع فوق هستند.

اهداف درس

اهداف کلی

در پایان این درس، انتظار می‌رود شما:

- کلاس‌های مهم مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح (IP) آشنا شده باشید؛
- بتوانید به کمک متغیرهای عدد صحیح مدل‌های IP را برای مسائل کاربردی بنویسید و با مفاهیم پیش‌پردازش، تغییر و اصلاح فرمولاسیون به خوبی آشنا شده باشید؛
- با تئوری چندوجهی‌ها و کاربردهای آن در حل مسائل IP آشنا شده باشید؛
- با خانواده‌های مهم نامساوی‌های معتبر و صفحات برشی آشنا شده باشید،
- تکنیک‌های مهم حل مسائل IP را با تأکید بر چارچوب الگوریتم شاخه و برش و جزئیات فنی آن آموخته باشید؛
- اصول الگوریتم‌های تجزیه با تأکید بر تجزیه بندرز و لاگرانژین را فرا گرفته باشید؛
- نحوه حل مسائل IP در محیط‌های کامپیوتری را به شکل عملی یاد گرفته باشید؛

مهارت‌هایی (شغلی، تحصیلی) که دانشجو در پایان دوره فرا می‌گیرد

- مدل‌سازی مسائل دنیای واقعی
- حل مسائل بهینه‌سازی به کمک نرم‌افزار
- آمادگی علمی برای انجام پژوهش‌های کاربردی در حوزه بهینه‌سازی

ارزشیابی درس

| سایر روش‌های ارزشیابی | امتحان میان‌ترم | امتحان پایان‌ترم |
|---|-----------------|---|
| تکالیف: (۱۱) نمره ارائه و بازسازی الگوریتم یک مقاله (۴) نمره | ندارد. | (۵) نمره طبق تاریخ رسمی مندرج در تقویم آموزشی برگزار خواهد شد. |

سایر نکات

آدرس‌های الکترونیکی لازم

آدرس الکترونیکی برای تماس با استاد: farvaresh@uok.ac.ir

کلیه منابع از طریق فضای ابری Dropbox به اشتراک گذاشته می‌شوند. همچنین کلیه مطالب درس در سامانه «مدیریت یادگیری الکترونیکی» دانشگاه معروف به lms قرار داده می‌شود.

ساعت مراجعه دفتری و رفع اشکال

روزهای دوشنبه: ۱۰ تا ۱۲ صبح، روزهای چهارشنبه: ۸ تا ۱۰ صبح

کلاس حل تمرین

ندارد.

قوانین

۱) **حضور:** دانشجویان باید در کلاس درس حاضر باشند.

۲) **صداقت دانشگاهی و استانداردهای کلاس درس:**

لازم است از اصول صداقت دانشگاهی و اخلاق علمی پیروی کنید و همین طور استانداردهای کلاس درس را رعایت کنید. تخطی از استانداردهای کلاس می تواند شامل این موارد باشد:

۱. تقلب در هر فرمی، چه در آزمون و چه هر موردی دیگر
۲. سرقت علمی، استفاده از کار دیگران بدون اسم بردن و ارجاع دادن به منبع اصلی
۳. تحریف، جعل، سوءاستفاده و یا دست کاری اسناد دانشگاهی
۴. رفتارهای مزاحم و مخل نظم در کلاس و یا بدزبانی به همکاران دانشگاهی یا دانشجویان همکلاسی
۵. استفاده از گوشی تلفن همراه و یا سایر تجهیزات الکترونیکی در کلاس

تکالیف

تقریباً هر دو هفته تکلیف داده خواهد شد. موعد تحویل تکلیف ها شروع کلاس در تاریخ مقرر تحویل است. برای تاخیرات حداکثر یک هفته ای نمره ای معادل حداکثر ۲۰٪ نمره اصلی منظور خواهد شد. انتظار می رود هر هفته بین ۱۰ تا ۱۵ ساعت برای کار بیرون از کلاس صرف کنید.

تذکر همکاری در تکالیف: شما می توانید مطالب زیادی را از دیگران بیاموزید. مخالفتی با مطالعه گروهی با دوستان و یا انجام تکالیف باهم نمی شود. در واقع بهتر است این کار را انجام دهید. اما باین حال، پاسخ کتبی تکالیف را باید به صورت انفرادی و بدون کمک دیگران تهیه کنید. این مسئله برای کمک به خودتان و نیز من جهت حصول اطمینان از درک تکالیف و جواب هایی که به صورت گروهی به آن ها رسیده اید، لازم است.

زمان بندی هفتگی

| شماره هفته | سرفصل ها | تکالیف |
|------------|---|--|
| ۱ | <p>نام سرفصل: مقدمه‌ای بر تحقیق در عملیات و روش شناسی آن، انواع مدل، زبان و قواعد زبان مدل نویسی ریاضی و کامپیوتری</p> <p>منابع:</p> <p>- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | - |
| ۲ | <p>نام سرفصل: مبانی فرمولاسیون مسائل IP، انواع فرمولاسیون و کیفیات آن‌ها، پیش پردازش فرمولاسیون و راه‌های بهبود فرمولاسیون</p> <p>منابع:</p> <p>-فصل چهارم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). Applied integer programming. Hoboken, NJ. <p>- مقالات</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Savelsbergh, M. W. (1994). Preprocessing and probing techniques for mixed integer programming problems. ORSA Journal on Computing, 6(4), 445-454. ▪ Mahajan, A. (2010). Presolving mixed-integer linear programs. Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science. ▪ Achterberg, T., Bixby, R. E., Gu, Z., Rothberg, E., & Weninger, D. (2016). Presolve reductions in mixed integer programming. ▪ Gamrath, G., Koch, T., Martin, A., Miltenberger, M., & Weninger, D. (2015). Progress in presolving for mixed integer programming. Mathematical Programming Computation, 7(4), 367-398. <p>- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | <p>اعلام تکالیف سری اول</p> |
| ۳ | <p>نام سرفصل: کاربردهای متغیرهای باینری در مدل سازی، خطی سازی مدل های غیر خطی با توابع تفکیک پذیر، تقریب خطی مدل های غیر خطی توابع تفکیک پذیر و تفکیک ناپذیر</p> <p>منابع:</p> <p>- فصل سوم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). Applied integer programming. Hoboken, NJ. ▪ Hummeltenberg, W. (1984). Implementations of special ordered sets in MP software. European Journal of Operational Research, 17(1), 1-15. <p>- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | |
| ۴ | <p>نام سرفصل: مسائل شاخص برنامه ریزی عدد صحیح و فرمولاسیون های آن‌ها: مسئله TSP، مسئله VRP و مشتقات آن، مسئله Mathcing، مسائل پوشش، افراز و بسته بندی مجموعه، مسائل مکان یابی، مسائل طراحی شبکه و ...</p> <p>منابع:</p> <p>-فصل دوم، پنجم و ششم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). Applied integer programming. Hoboken, NJ. <p>- جزوه‌ای با عنوان Basic Problems and Models of IP</p> <p>- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | <p>تحویل تکالیف سری اول اعلام تکالیف سری دوم</p> |
| ۵ | <p>نام سرفصل: مسائل شاخص برنامه ریزی عدد صحیح و فرمولاسیون های آن‌ها: مسئله TSP، مسئله VRP و مشتقات آن، مسئله Mathcing، مسائل پوشش، افراز و بسته بندی مجموعه، مسائل مکان یابی، مسائل طراحی شبکه و ...</p> <p>منابع:</p> <p>-فصل دوم، پنجم و ششم از کتاب</p> | |

| | | |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). Applied integer programming. Hoboken, NJ. <p style="text-align: center;">- جزوه‌ای با عنوان Basic Problems and Models of IP - اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | |
| تحويل تكالیف سری دوم اعلام تكالیف سری سوم | <p>نام سرفصل: روش شاخه و کران، انواع روش‌های انتخاب متغیر شاخه‌زنی، روش‌های انتخاب گره</p> <p>منابع:</p> <p>- فصل هفتم کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998. <p style="text-align: center;">-مقالات:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Linderoth, J. T., & Savelsbergh, M. W. (1999). A computational study of search strategies for mixed integer programming. INFORMS Journal on Computing, 11(2), 173-187. ▪ Morrison, D. R., Jacobson, S. H., Sauppe, J. J., & Sewell, E. C. (2016). Branch-and-bound algorithms: A survey of recent advances in searching, branching, and pruning. Discrete Optimization, 19, 79-102. <p style="text-align: center;">- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | ۶ |
| | <p>نام سرفصل: مروری بر مفاهیم کلیدی جبر خطی، تئوری چند وجهی‌ها، مفاهیم وجوه و منظر در چندوجهی‌ها و روش‌های اثبات آن‌ها</p> <p>منابع:</p> <p>- فصل چهارم از بخش یک از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wolsey, L. A., & Nemhauser, G. L. (1999). Integer and combinatorial optimization. John Wiley & Sons <p style="text-align: center;">- بندهای ۹,۲,۲ و ۹,۳,۳ از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998. <p style="text-align: center;">- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | ۷ |
| تحويل تكالیف سری سوم اعلام تكالیف سری چهارم | <p>نام سرفصل: نامساوی‌های معتبر و معرفی طیفی از آن‌ها، رویه Chvátal-Gomory برای ساختن نامساوی‌های معتبر</p> <p>منابع:</p> <p>- فصل اول از بخش دوم کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wolsey, L. A., & Nemhauser, G. L. (1999). Integer and combinatorial optimization. John Wiley & Sons <p style="text-align: center;">- فصل هشتم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998. <p style="text-align: center;">-مقاله</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cornuéjols, G. (2008). Valid inequalities for mixed integer linear programs. Mathematical Programming, 112(1), 3-44. <p style="text-align: center;">- اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | ۸ |
| | <p>نام سرفصل: نامساوی‌های معتبر قوی و بحث مقایسه نامساوی‌های معتبر، نامساوی‌های پوشش، پوشش جریان، نحوه تقویت آن‌ها، مسئله جداسازی هر کدام از این نامساوی‌ها</p> <p>منابع:</p> <p>- فصل دوم از بخش دوم کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wolsey, L. A., & Nemhauser, G. L. (1999). Integer and combinatorial optimization. John Wiley & Sons <p style="text-align: center;">- فصل نهم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998. <p style="text-align: center;">-مقاله</p> | ۹ |

| | | |
|---|--|----|
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cornuéjols, G. (2008). Valid inequalities for mixed integer linear programs. <i>Mathematical Programming</i>, 112(1), 3-44. <p>– اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | |
| تحویل تکالیف سری چهارم | <p>نام سرفصل: الگوریتم شاخه‌ویرش، پارامترهای کلیدی این الگوریتم و حل یک مثال با آن</p> <p>– فصل دوازدهم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). <i>Applied integer programming</i>. Hoboken, NJ. <p>– بند ۹,۶ از فصل نهم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). <i>Integer Programming</i>, John Wiley & Sons, 1998. <p>– مقاله</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Padberg, M., & Rinaldi, G. (1991). A branch-and-cut algorithm for the resolution of large-scale symmetric traveling salesman problems. <i>SIAM review</i>, 33(1), 60-100. <p>– اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | ۱۰ |
| اعلام تکالیف سری پنجم | <p>نام سرفصل: تجزیه بندرز و نحوه پیاده‌سازی آن در محیط‌های مدل‌سازی</p> <p>منابع:</p> <p>– مقالات</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Benders, J. F. (2005). Partitioning procedures for solving mixed-variables programming problems. <i>Computational Management Science</i>, 2(1), 3-19. ▪ Freund, R. M. (2004). <i>Benders' Decomposition Methods for Structured Optimization, including Stochastic Optimization</i>. Massachusetts Institute of Technology. ▪ Contreras, I., Cordeau, J. F., & Laporte, G. (2011). Benders decomposition for large-scale uncapacitated hub location. <i>Operations research</i>, 59(6), 1477-1490. <p>– جزوه تهیه‌شده توسط مدرس با عنوان تجزیه بندرز (ویرایش ۱)</p> | ۱۱ |
| تحویل تکالیف سری پنجم اعلام تکالیف سری ششم | <p>نام سرفصل: روش آزادسازی لاگرانژ، روش زیرگردیان و تجزیه لاگرانژی</p> <p>منابع:</p> <p>– فصل دهم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). <i>Integer Programming</i>, John Wiley & Sons, 1998. <p>– مقالات</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fisher, M. L. (1981). The Lagrangian relaxation method for solving integer programming problems. <i>Management science</i>, 27(1), 1-18. ▪ Guignard, M. (2003). Lagrangean relaxation. <i>Top</i>, 11(2), 151-200. ▪ Frangioni, A. (2005). About Lagrangian methods in integer optimization. <i>Annals of Operations Research</i>, 139(1), 163-193. <p>– اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | ۱۲ |
| تحویل تکالیف سری ششم اعلام تکالیف سری هفتم | <p>نام سرفصل: روش تولید ستون و کاربردهای آن، الگوریتم شاخه و قیمت</p> <p>منابع:</p> <p>– فصل یازدهم از کتاب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L.A. Wolsey, (1998). <i>Integer Programming</i>, John Wiley & Sons, 1998. <p>– مقالات</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wilhelm, W. E. (2001). A technical review of column generation in integer programming. <i>Optimization and Engineering</i>, 2(2), 159-200. ▪ Lübbecke, M. E., & Desrosiers, J. (2005). Selected topics in column generation. <i>Operations research</i>, 53(6), 1007-1023. <p>– اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> | ۱۳ |

| | | |
|----------------------------------|---|-----------|
| <p>تحویل تکالیف سری هفتم</p> | <p>نام سرفصل: تئوری پیچیدگی و معرفی کلاس‌های مختلف پیچیدگی منابع: - فصل ششم از کتاب - اسلایدها و یادداشت‌های الکترونیکی درس</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ L.A. Wolsey, (1998). Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998. | <p>۱۴</p> |
| | <p>نام سرفصل: جمع‌بندی درس و حل چند مسئله نمونه با نرم‌افزار کامپیوتری با تأکید بر پارامترهای حل‌کننده Cplex و نحوه تنظیم آن‌ها - مقالات</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hutter, F., Hoos, H. H., & Leyton-Brown, K. (2010, June). Automated configuration of mixed integer programming solvers. In International Conference on Integration of Artificial Intelligence (AI) and Operations Research (OR) Techniques in Constraint Programming (pp. 186-202). Springer, Berlin, Heidelberg. ■ Lima, R. (2010, July). IBM ILOG CPLEX-What is inside of the box?. In Proc. 2010 EWO Seminar (pp. 1-72). | <p>۱۵</p> |